MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO 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 1
I.1.3 Duración del proyecto 3
I.1.4 Presentación de la documentación legal ..... **¡Error! Marcador no definido.**
I.2 Datos general del promovente 3
I.2.1 Nombre o razón social del promovente 3
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente 3
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente 3
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 3
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 3
I.3.1 Nombre o razón social 3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 3
I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 3
I.3.4 Encargados de la elaboración del estudio 3
I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio 4

CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas de inicio y fin del proyecto. 2

FIGURAS

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

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO PEREGRINA – TRES PIEDRAS, TRAMO DEL KM 0+00 AL KM 7+700, CON UNA META DE 7.70 KM, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA, EN EL ESTADO DE CAMPECHE"

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el Municipio de Candelaria (Figura 1), el cual se localiza al sureste del estado de Campeche, su cabecera es la población de Candelaria y se localiza entre los paralelos 17° 49′ 00″ y 18° 30′ 39″ de latitud norte y los meridianos 90° 14′ 00 y 91° 19′ 42″ Oeste, a una altura de 822 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Escárcega; al sur con San Andrés de la República de Guatemala y Balancan del estado de Tabasco; al este con el municipio de Calakmul y al oeste con el municipio de Carmen. Comprende una extensión territorial de 20 km. En las siguientes figuras se muestra la localización del proyecto.

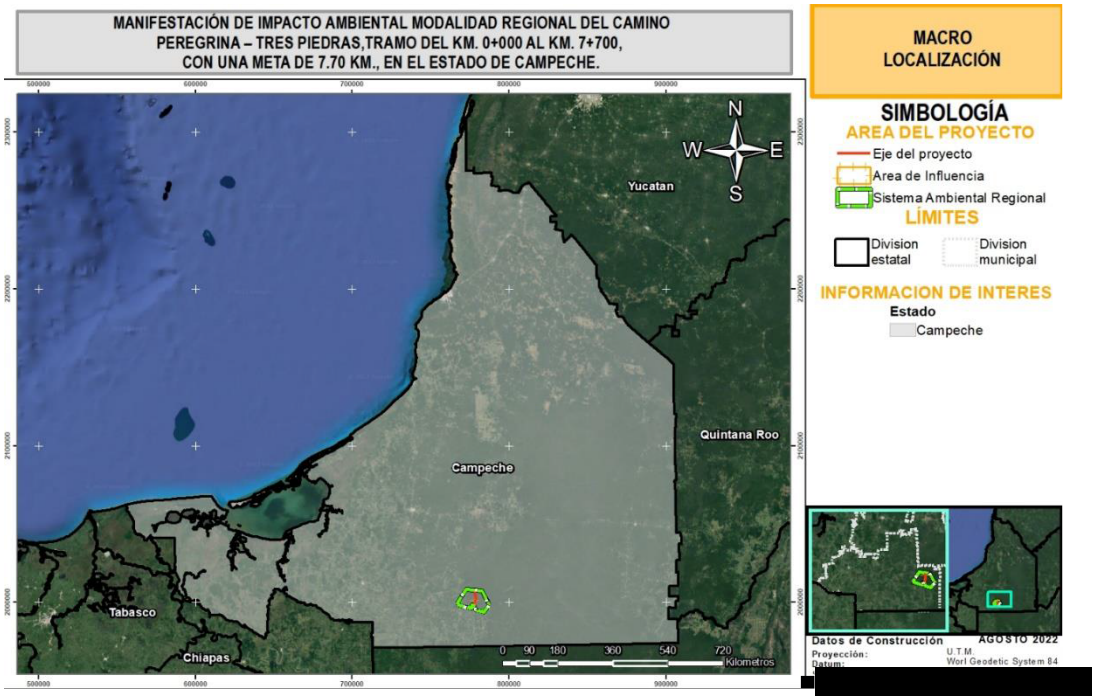


Figura 1. Macrolocalización del Proyecto

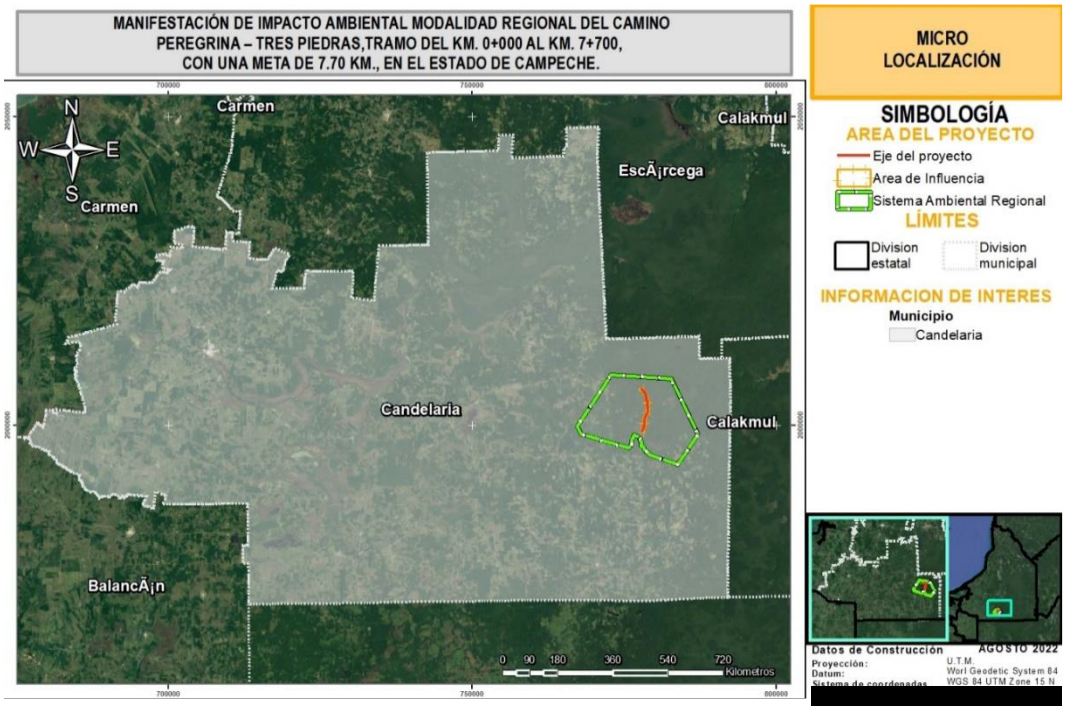


Figura 2. Microlocalización del Proyecto

El proyecto consiste en la modernización y corrección de curvas de un camino rural a un camino tipo D, el tramo que corresponde al proyecto inicia en el km 0+000, cerca de la localidad de La Peregrina, pasa por la localidad El Paraguas y termina en la localidad de Buenavista en el km 7+700. En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de inicio y de término del tramo carretero que comprende este proyecto.

Cuadro 1. Coordenadas de inicio y fin del proyecto.

	Coordenada X	Coordenada Y
Inicio	778196.626	1998952.28
Fin	777768.877	2005815.9
Longitud	7.7 km	

Actualmente el tramo vial consta de un camino tipo E en condiciones de terracería de 5.4274m de ancho de corona en promedio, cuenta con un carril 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, un ancho de calzada de 3.5 m, con dos carriles de circulación de 3.0 m de ancho cada uno, y un acotamiento a cada lado del camino de 0.5 m de acho de acuerdo con los estudios de ingeniería.

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 quedaran a disposición de la SCT.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social del promovente

Secretaria de Comunicaciones y Transportes Centro Campeche

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

Ing. Eduardo Juan Guerrero Valdez, Director General de Centro SCT Campeche

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

Proveedora de Ingeniería, Instalación e Infraestructura S. A. de C. V.

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]

I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

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 3
II.1 Información general del proyecto, plan o programa 3
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa 3
II.1.2 Justificación 5
II.1.3 Selección de la trayectoria 6
II.1.4 Ubicación física y dimensiones del proyecto 6
II.1.5 Inversión requerida 22
II.2 Características particulares del Proyecto, Plan o Programa 23
II.2.1 Programa de Trabajo 23
II.2.2 Etapa de Preparación del sitio 25
II.2.3 Etapa de construcción 25
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento 29
II.2.1 Etapa de abandono del sitio 31
II.2.2 Residuos 31
II.2.3 Generación de gases de efecto invernadero 35

CUADROS

Cuadro 1. Características generales del nuevo camino 4
Cuadro 2. Coordenadas de inicio y fin del proyecto 7
Cuadro 3. Cadenamiento a cada 200 m del proyecto 7
Cuadro 4. Características geométricas del proyecto 9
Cuadro 5. Superficie del Derecho de Vía 9
Cuadro 6. Coordenadas generales del proyecto 10
Cuadro 7. Características particulares del camino existente 11
Cuadro 8. Superficie actual que formara parte de la línea de ceros del Proyecto 11
Cuadro 9. Dimensiones del proyecto 11
Cuadro 10. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del proyecto 12
Cuadro 11. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del proyecto con relación al camino existente 12
Cuadro 12. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la DDV del proyecto, según INEGI 13
Cuadro 13. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la superficie en la Línea de ceros del proyecto, según INEGI 13
Cuadro 14. Distribución del uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo 16

Cuadro 15. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 17
Cuadro 16. Polígonos de CUSTF para el proyecto 18
Cuadro 17. Características generales del proyecto 21
Cuadro 18. Costo total de los programas ambientales 22
Cuadro 19. Programa de Trabajo (propuesta) 24
Cuadro 20. Características generales de las obras de drenaje 28
Cuadro 21. Gases de efecto invernadero generados por el proyecto 36
Cuadro 22. Factores de emisión para maquinaria de construcción 37
Cuadro 23. Poder calorífico 38
Cuadro 24. Consumo de combustible efectivo 38
Cuadro 25. Gases liberados por el proyecto 38

FIGURAS

Figura 1. Sección tipo del proyecto 4
Figura 2. Macrolocalización del proyecto 6
Figura 3. Microlocalización del proyecto 7
Figura 4. Cadenamiento del tramo que comprende el proyecto 8
Figura 5. Superficie del predio (Derecho de vía) 10
Figura 6. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con INEGI 14
Figura 7. Uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo 16
Figura 8. Porcentaje de ocupación par al condición de uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo 17
Figura 9. Ubicación polígono 1 sujeto a CUSTF 18
Figura 10. Ubicación polígonos 2 y 3 sujetos a CUSTF 19
Figura 11. Ubicación polígonos 4, 5, 6 y 7 sujeto a CUSTF 19
Figura 12. Ubicación polígonos 8 y 9 sujeto a CUSTF 20
Figura 13. Ubicación polígono 10 sujeto a CUSTF 20
Figura 14. Ubicación polígonos 11,12 y 13 sujeto a CUSTF 21
Figura 15. Ubicación de la sobras de drenaje para el proyecto. 29

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

La construcción del camino está motivada para incrementar la intercomunicación entre pobladores que habitan en esta parte sur del municipio de Candelaria, sobre todo de las localidades que se localizan a lo largo del trazo del camino pretendiendo crear un proyecto integral que sea socialmente aceptable, logrando que los habitantes de la zona cuenten con una vía de comunicación eficaz y segura.

El proyecto que aquí se plantea se apega a lo establecido en el Eje General 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024, referente a Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo, donde se instituye que “Una de las tareas centrales del actual gobierno – federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables …”, para lo cual “El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura”. En este sentido, la SCT por medio de caminos alimentadores como una institución pública, impulsará la reactivación de la economía al desarrollar la obra de infraestructura vial que el proyecto presenta, con lo que se prevé la generación de empleos directos e indirectos.

Así mismo, el proyecto en cuestión se vincula con el Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018- 2024, puesto que uno de los objetivos de este programa es “Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna”, por lo que el desarrollo del proyecto favorecerá en el crecimiento de la red de comunicaciones y transportes, al conformar una carretera con las mejores y más aptas características que garanticen una transpirabilidad eficiente, moderna y segura de sus usuarios.

Por lo que en base a las especificaciones que maneja la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se pretende realizar obras que conforman un camino con características técnicas de operación de tipo “D”, un ancho de corona de 7.0 m, un ancho de calzada de 3.5 m, con dos carriles de circulación de 3.0 m de ancho cada uno, y un acotamiento a cada lado del camino de 0.5 m de acho de acuerdo con los estudios de ingeniería.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

El Proyecto **“CAMINO PEREGRINA – TRES PIEDRAS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+700, CON UNA META DE 7.70 KM., EN EL ESTADO DE CAMPECHE”,** consiste en la modernización y corrección de curvas de un camino rural a un camino tipo D. El Proyecto comprende un solo tramo con una longitud total de 7.7 km.

Actualmente el tramo vial consta de un camino tipo E en condiciones de terracería de 5.4274m de ancho de corona en promedio, cuenta con un carril 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, un ancho de calzada de 3.5 m, con dos carriles de circulación de 3.0 m de ancho cada uno, y un acotamiento a cada lado del camino de 0.5 m de acho de acuerdo con los estudios de ingeniería.

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

Cuadro 1. Características generales del nuevo camino

Concepto	Actual	Proyecto
Tipo	Tipo E	Tipo D
Superficie de rodamiento	Terracería	Pavimentada
Ancho del camino	5.4274	7.0 m
Carriles	1 de ancho variable	3 m cada uno
Acotamientos	Ninguno	Un acotamiento a cada lado del camino de 0.5 m de ancho

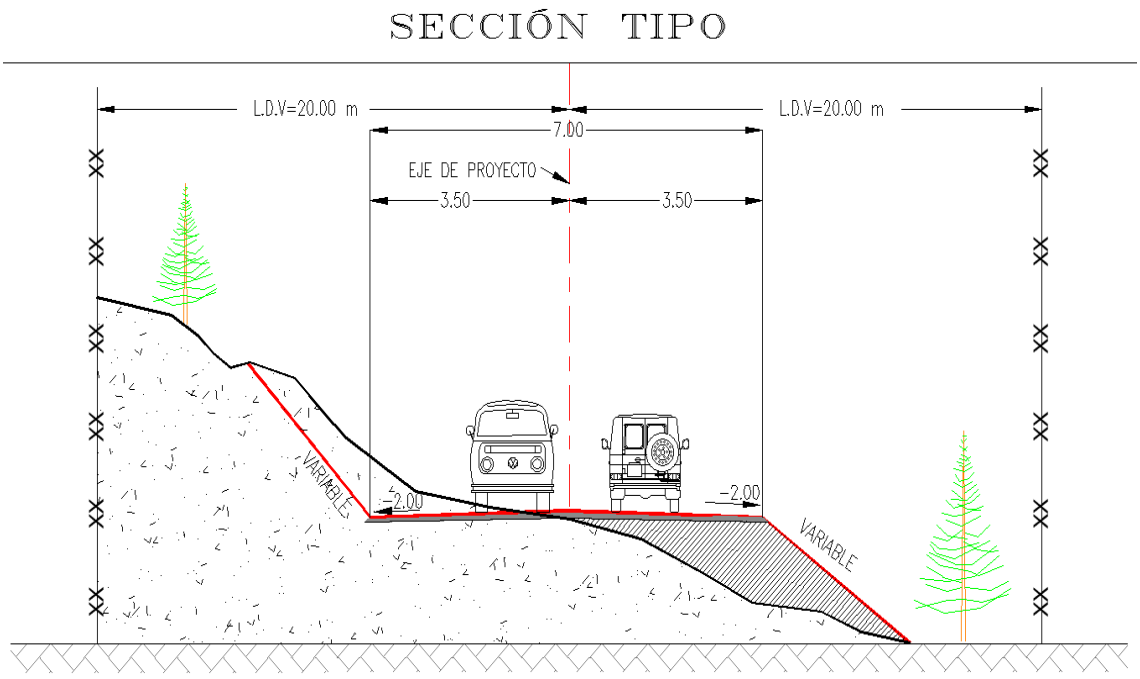


Figura 1. Sección tipo del proyecto

II.1.2 Justificación

Uno de los principales objetivos de las políticas públicas a nivel nacional radica en atender la demanda de construcción, modernización, reconstrucción y conservación de caminos rurales y alimentadores en las zonas de mayor marginación en el país, con el fin de coadyuvar al desarrollo económico y social de las pequeñas comunidades; facilitar su acceso a los servicios de salud y educación; generar empleos e inducir el intercambio de productos y servicios.

Una economía exitosa requiere de un sistema de transporte rápido, flexible y eficiente a fin de apoyar a la expansión industrial y la apertura de nuevos mercados de comercialización. La mayor parte del transporte de bienes y mercancías se realiza a través de vehículos de carga, por lo que se hace necesario contar con una red de carreteras lo suficientemente robusta para poder integrar la economía estatal en el entorno nacional.

El Gobierno Federal a través de la ***Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General del Centro SCT Campeche y Subdirección de Obras***, enfatiza los trabajos de modernización, rehabilitaciones, conservaciones y ampliaciones de las diferentes vías de comunicación.

Por lo anterior, el propósito de las políticas públicas y sus proyectos de inversión es beneficiar a las comunidades rurales ubicadas en municipios con muy alto o alto grado de marginación; considerados como microrregiones, de acuerdo a los índices establecidos por la CONAPO, y/o en zonas indígenas, que requieran atención de un camino que les permita satisfacer sus necesidades de transporte.

La construcción del camino se plantea, además, como un detonante para que las comunidades, tengan una mejor comunicación reciproca con las localidades vecinas y al mismo tiempo puedan comercializar sus productos de una manera más rápida y eficaz. Logrando con ello disminuir el tiempo de traslado de un poblado a otro y se evitará accidentes automovilísticos ocasionados por las malas condiciones del camino actual.

Además, con la construcción del camino las comunidades tendrán la oportunidad de recibir de una manera más oportuna los servicios básicos de salud, educación, etc.

II.1.2.1 Objetivos

- Construir el camino que comunica a las localidades que atraviesa todo el camino, lo cual impactará de forma positiva en las condiciones de vida de los habitantes que hacen uso de él, en apego a las especificaciones técnicas y normativas aplicables.
- Disminuir el tiempo de traslado de un poblado a otro.
- Comunicar de manera eficiente y directa a los habitantes de las localidades que atraviesa el camino.

II.1.3 Selección de la trayectoria

Pensando en aprovechar la estructura ya existente, el proyecto se realizará en su mayoría sobre la vialidad actual y en áreas donde se ubicarán correcciones de curvas. Esto trae ventajas con respecto a otras trayectorias planteadas ya que se aprovecha el 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. Es importante destacar que no se tienen trayectorias alternativas, debido a que el eje de proyecto inicia en una vía existente y la apertura del camino se basa en la normativa y especificaciones de la SCT para fijar la ruta.

II.1.4 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se ubica en el Municipio de Candelaria, el cual se localiza al sur del estado de Campeche, su cabecera es la población de Candelaria y se localiza entre los paralelos 17° 49′ 00″ y 18° 30′ 39″ de latitud norte y los meridianos 90° 14′ 00 y 91° 19′ 42″ Oeste, a una altura de 822 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Escárcega; al sur con San Andrés de la República de Guatemala y Balancan del estado de Tabasco; al este con el municipio de Calakmul y al oeste con el municipio de Carmen. Comprende una extensión territorial de 20 km.

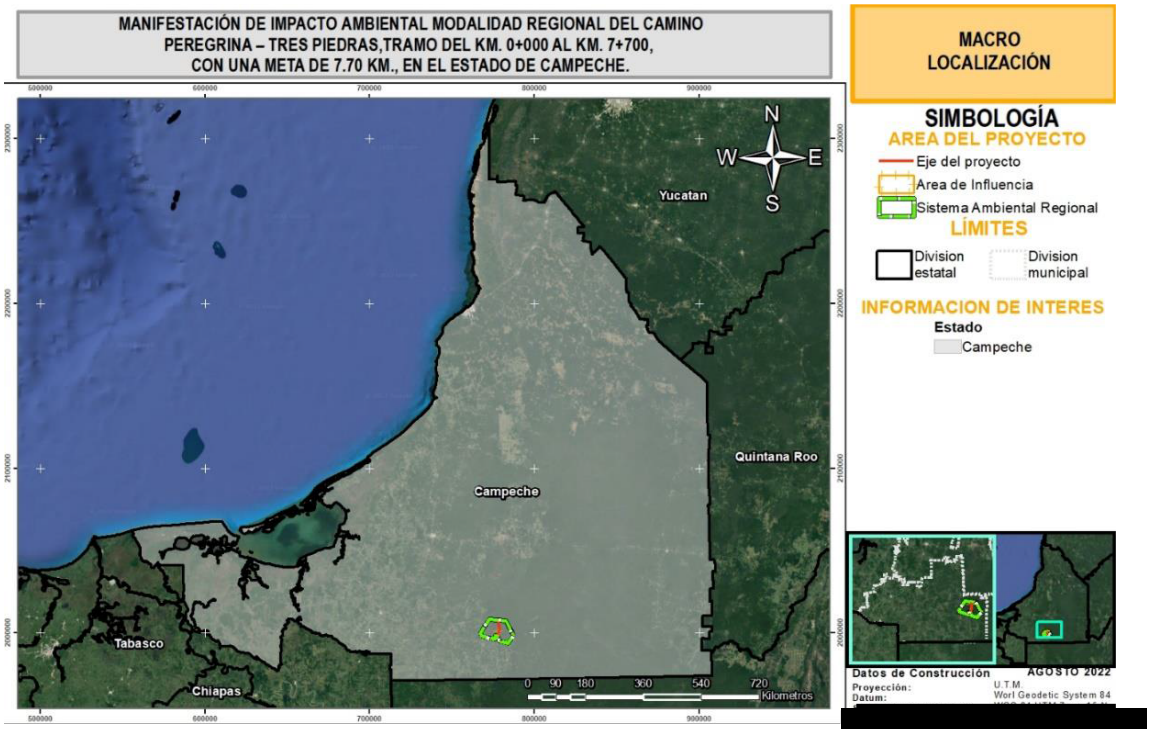


Figura 2. Macrolocalización del proyecto

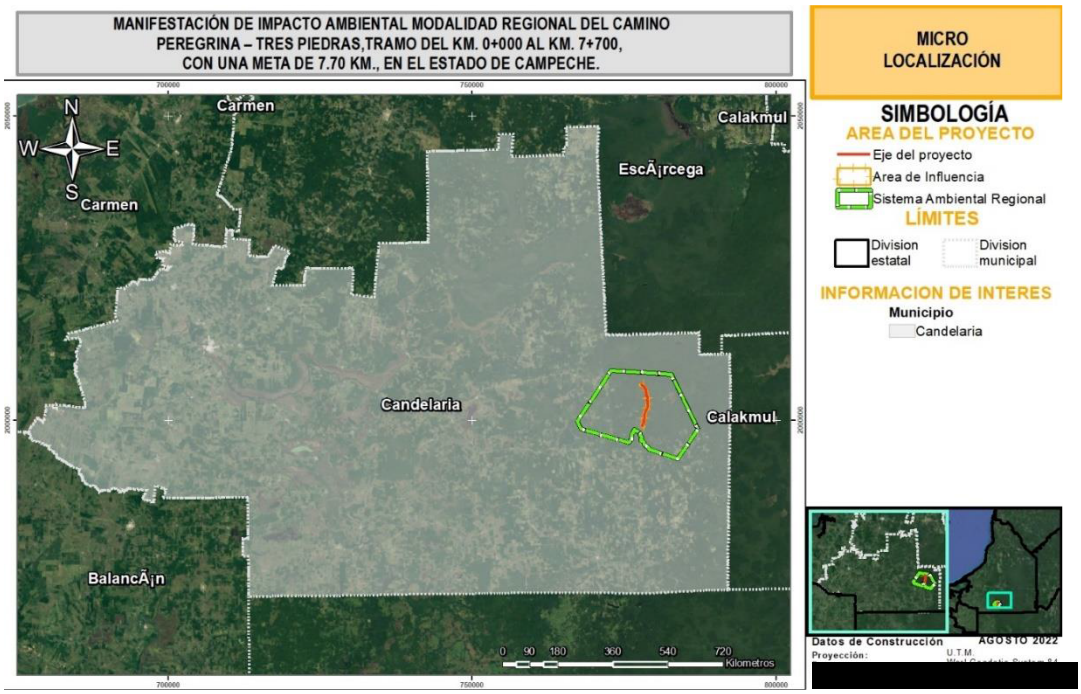


Figura 3. Microlocalización del proyecto

Cuadro 2. Coordenadas de inicio y fin del proyecto

	Coordenada X	Coordenada Y
Inicio	778196.626	1998952.28
Fin	777768.877	2005815.9
Longitud	7.7 km	

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas por estación a cada 200 metros del tramo carretero (Asimismo se incluye en la presente MIA-R el Anexo Fotográfico correspondiente al cadenamiento).

Cuadro 3. Cadenamiento a cada 200 m del proyecto

Estación	Coordenada X	Coordenada Y	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
Km 0+000	778196.626	1998952.28	Km 4+000	778930.756	2002688.35
Km 0+200	778134.269	1999142.31	Km 4+200	778922.598	2002888.18
Km 0+400	778071.89	1999332.33	Km 4+400	778914.44	2003088.02
Km 0+600	778170.287	1999493.81	Km 4+600	778906.283	2003287.85
Km 0+800	778295.566	1999649.71	Km 4+800	778896.083	2003487.56
Km 1+000	778368.191	1999817.66	Km 5+000	778863.23	2003684.76
Km 1+200	778325.377	2000012.54	Km 5+200	778825.849	2003881.23
Km 1+400	778345.921	2000210.45	Km 5+400	778788.469	2004077.71
Km 1+600	778416.029	2000397.69	Km 5+600	778751.088	2004274.18

Estación	Coordenada X	Coordenada Y	Estación	Coordenada X	Coordenada Y
Km 1+800	778424.431	2000595.78	Km 5+800	778713.707	2004470.66
Km 2+000	778413.443	2000795.47	Km 6+000	778676.327	2004667.13
Km 2+200	778428.723	2000993.97	Km 6+200	778637.468	2004863.3
Km 2+400	778477.551	2001187.92	Km 6+400	778573.37	2005052.49
Km 2+600	778526.467	2001381.84	Km 6+600	778477.398	2005227.66
Km 2+800	778609.074	2001562.93	Km 6+800	778358.65	2005388.56
Km 3+000	778716.942	2001731.34	Km 7+000	778238.327	2005548.32
Km 3+200	778809.985	2001907.71	Km 7+200	778118.004	2005708.07
Km 3+400	778880.57	2002094.83	Km 7+400	777991.6	2005845.2
Km 3+600	778926.86	2002289.13	Km 7+600	777849.544	2005872.69
Km 3+800	778938.723	2002488.51	Km 7+700	777768.877	2005815.9

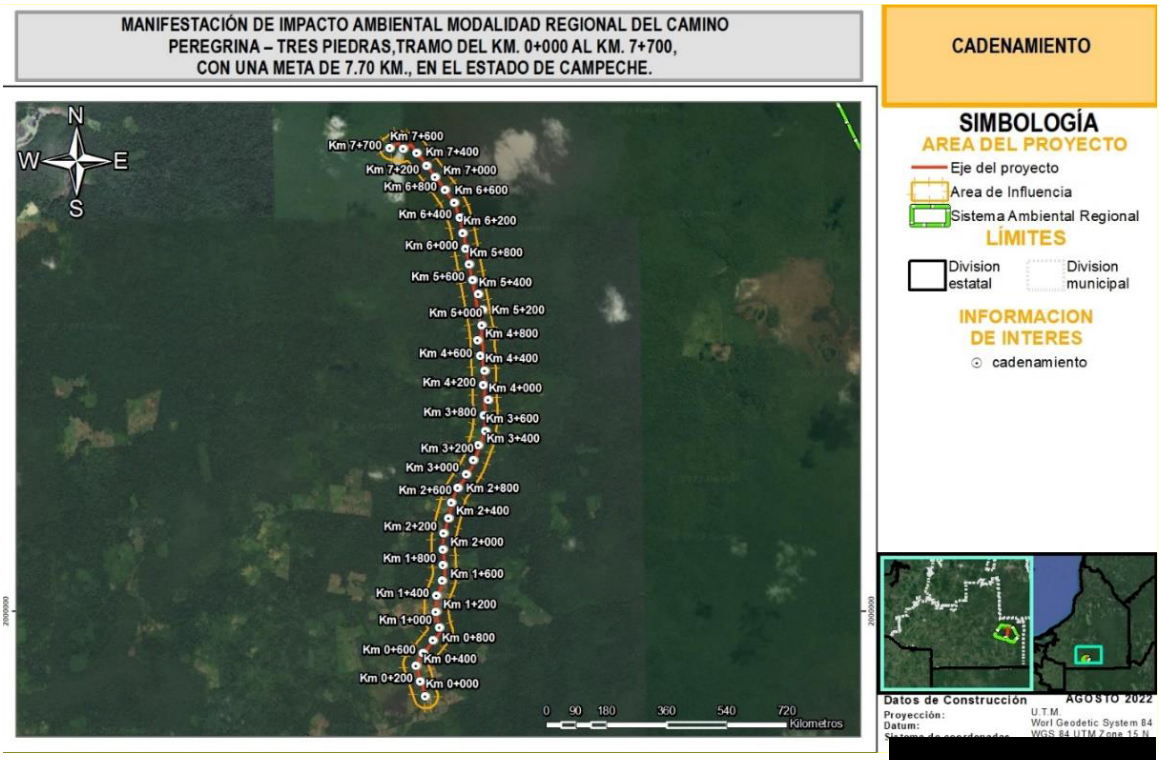


Figura 4. Cadenamiento del tramo que comprende el proyecto.

Respecto a la brecha existente actualmente que consiste en un "camino" de terracería, es decir sin terraplén ni revestimiento que permite el tránsito de un vehículo, los pobladores señalan que llegaron a establecerse en el año 2015 y en ese año formaron la comunidad de Tres Piedras. En un inicio realizaron una vereda, la cual consiste en una "brecha" sin terraplén ni revestimiento, solo para tránsito de personas y animales por el cual se trasladaban a otras localidades a pie, por lo que decidieron y fueron ampliando hasta

tener el camino actual de anchos variables. Los mismos pobladores de Tres Piedras han estado solicitando a la SCT la modernización del camino, ya que esta modernización mejoraría su calidad de vida.

La fotografía satelital que esta disponible en Google Earth de la zona es del 2014, por lo que en esta foto no se visualiza dicha brecha, por lo que para rodalizar se usó una fotografía satelital del año 2021, comprada en EOS Data Analytics, página para descargar datos espaciales.

II.1.4.1 Dimensiones del proyecto y su uso actual del suelo

II.1.4.1.1 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 7,700 metros, tal y como se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 4. Características geométricas del proyecto

Elemento	Valor
Largo	7,700.00 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 30.7912 ha.

Cuadro 5. Superficie del Derecho de Vía

Nombre	Superficie (ha)
Derecho de vía	30.7912

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

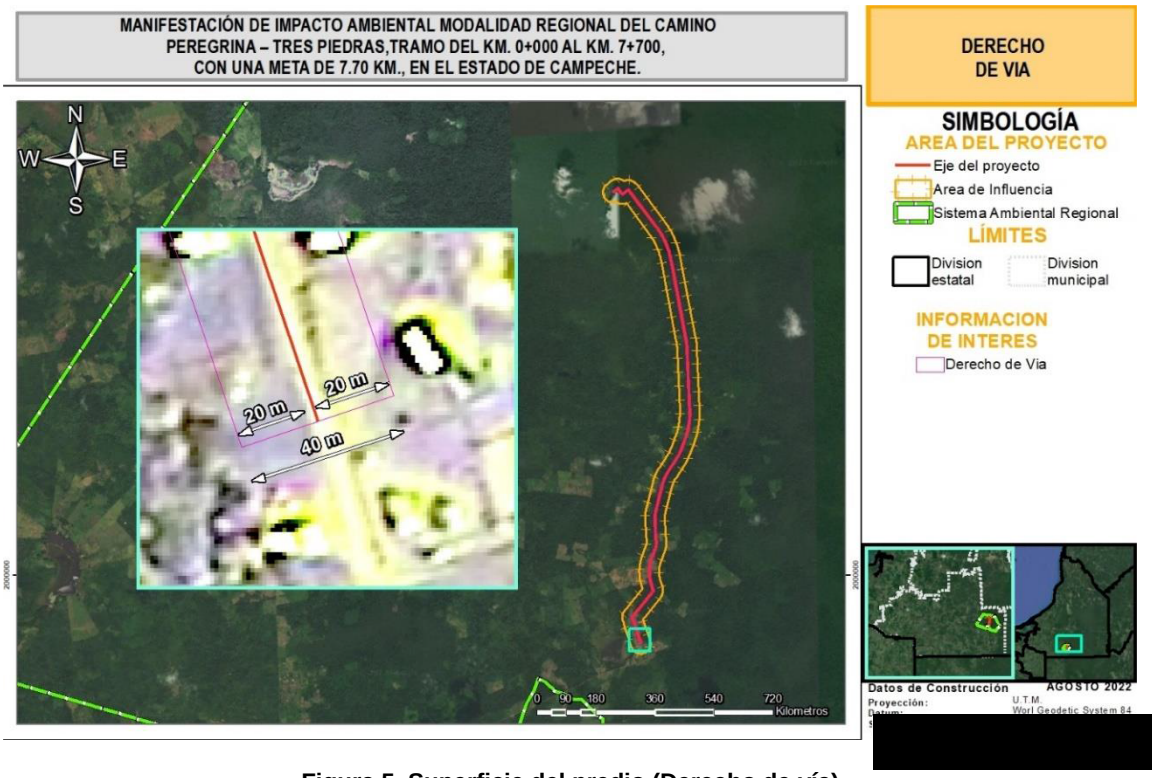


Figura 5. Superficie del predio (Derecho de vía)

II.1.4.1.1 Superficie del camino actual (Tipo E)

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

Cuadro 6. Coordenadas generales del proyecto

			Coordenadas del proyecto			
Cadenamiento		Longitud	Inicio		Fin	
Inicio	Fin	Km	X	Y	X	Y
0+000	7+700	7.7	778196.626	1998952.28	777768.877	2005815.9

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 **4.1791 hectáreas**, con una longitud de 7.7 km y una amplitud promedio de 5.4274 metros.

Cuadro 7. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente	Ancho del camino existente	Superficie del camino actual
7.7 km	5.4274 m	4.1791 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 **2.4388 ha**; lo que representa que de las **4.1791 ha** que ocupa el camino actual, solo **2.4388 ha** formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (1.7403 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Superficie actual que formara 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)
7.7 km	**5.4274m**	**2.4388 ha**	**1.7403 ha**	**4.1791 ha**

II.1.4.1.2 Superficie del proyecto (Tipo D)

En la siguiente tabla se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 9. Dimensiones del proyecto

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	7,700.0
Ancho de corona (m)	7
Ancho de calzada (m)	7
Ancho de línea de ceros promedio (m)	14.02
Sup. total de la línea de ceros (ha)	10.9916

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 10.9916 ha.

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 10. 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	6.941	63.15%
	Superficie para cortes y terraplenes	4.0506	36.85%
Total		10.9916	100%

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 11. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del proyecto con relación al camino existente

Área	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	2.4388	22.19%
	Superficie que se requiere adicionar al proyecto	**8.5528**	**77.81%**
Total		10.9916	100%

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 10.9916 ha, de las cuales 2.4388 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 8.5528 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

II.1.4.2 Dimensiones del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)

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 12. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la DDV del proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	1.8706	6.08%
PC	Pastizal Cultivado	11.0902	36.02%
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	3.3704	10.95%
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	14.4600	46.96%
Total		**30.7912**	**100%**

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

Cuadro 13. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la superficie en la Línea de ceros del proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	0.4997	4.55%
PC	Pastizal Cultivado	4.2815	38.95%
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	0.9371	8.53%
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	5.2734	47.98%
Total		**10.9916**	**100%**

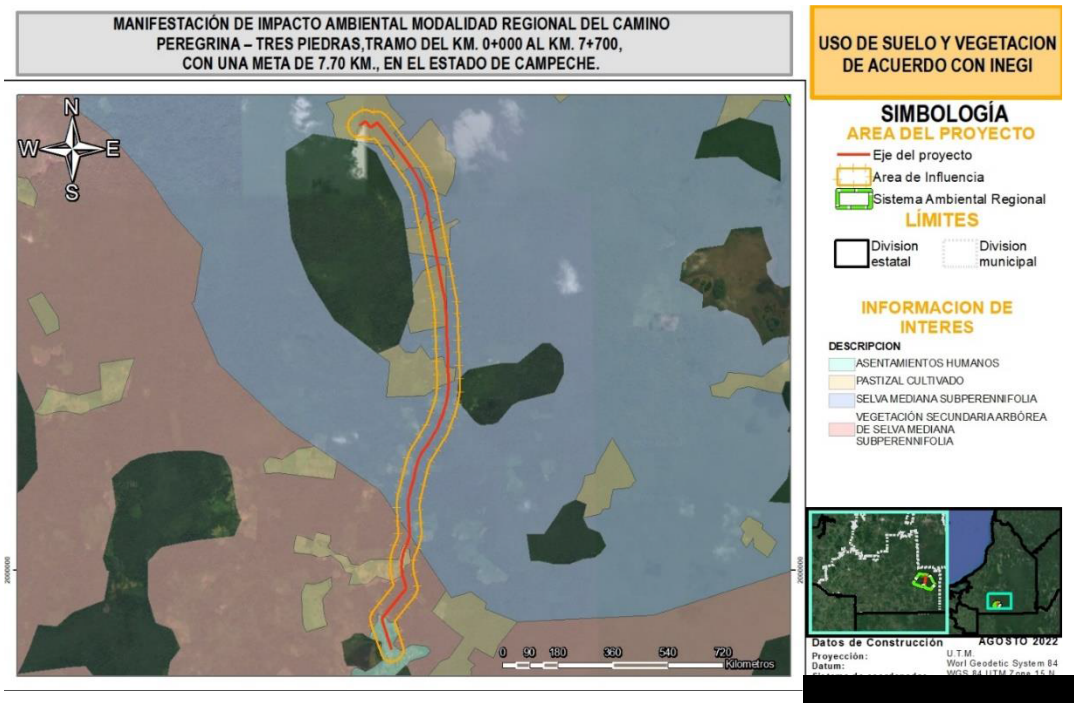


Figura 6. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con INEGI

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. No obstante, pese al esfuerzo en tratar de cumplir a cabalidad con las normas que definen las características geométricas de un camino tipo “D”, existen curvas que rebasan los límites señalados por la SCT. Por lo que la afectación se debe principalmente a la apertura de curvas muy cerradas en el tramo y a la ampliación de carriles.

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, vegetación forestal de clima tropical 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, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

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 14. Distribución del uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con 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	2.4388	7.92%
	Pastizal Inducido	No Forestal	6.3377	20.50%
	Asentamientos Humanos	No Forestal	0.7457	2.42%
	Subtotal No Forestal		9.5223	**30.8%**
	Selva Mediana Subperennifolia	Forestal	1.46933	4.9%
	Subtotal Forestal		1.4693	**4.9%**
	Total Línea de ceros		10.9916	**35.7%**
Restante de DDV sin afectación			**19.7996**	64.30%
Total DDV			**30.7912**	**100%**

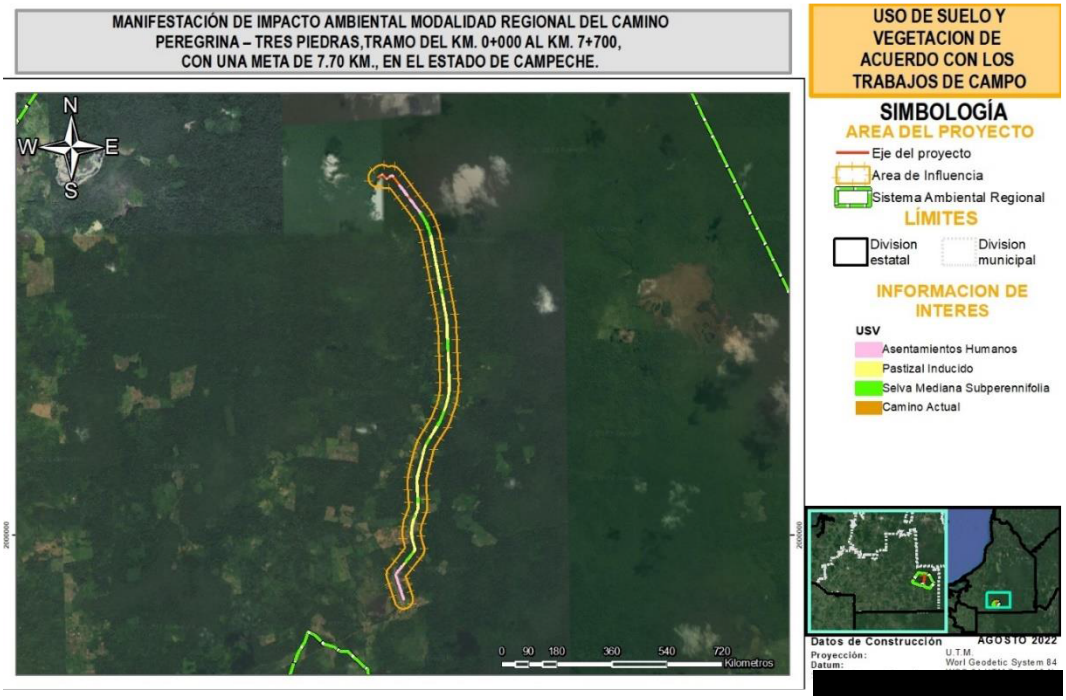


Figura 7. Uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo

De acuerdo con la siguiente tabla 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 dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Selva Mediana Subperennifolia.

- **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: Asentamientos humanos, Pastizal inducido aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

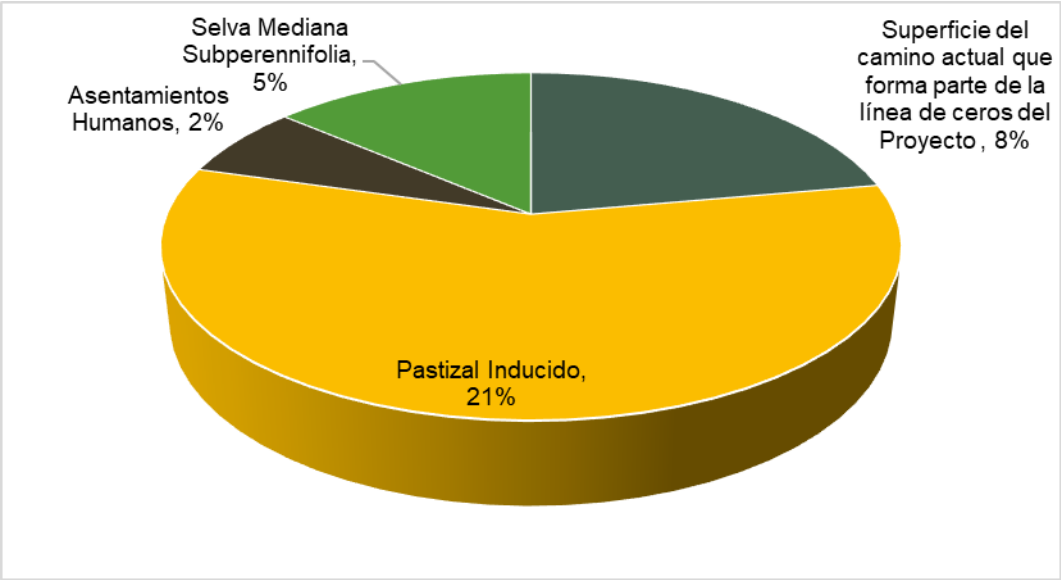


Figura 8. Porcentaje de ocupación par al condición de uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo

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

Cuadro 15. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Selva Mediana Subperennifolia	1.46933	100%
Total	**1.46933**	**100%**

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

Cuadro 16. Polígonos de CUSTF para el proyecto

Polígono	Tipo de Vegetación	Área
Polígono Forestal 1	Selva Mediana Subperennifolia	0.07538
Polígono Forestal 2	Selva Mediana Subperennifolia	0.00559
Polígono Forestal 3	Selva Mediana Subperennifolia	0.09668
Polígono Forestal 4	Selva Mediana Subperennifolia	0.08535
Polígono Forestal 5	Selva Mediana Subperennifolia	0.00331
Polígono Forestal 6	Selva Mediana Subperennifolia	0.06809
Polígono Forestal 7	Selva Mediana Subperennifolia	0.26156
Polígono Forestal 8	Selva Mediana Subperennifolia	0.20401
Polígono Forestal 9	Selva Mediana Subperennifolia	0.04276
Polígono Forestal 10	Selva Mediana Subperennifolia	0.06276
Polígono Forestal 11	Selva Mediana Subperennifolia	0.00012
Polígono Forestal 12	Selva Mediana Subperennifolia	0.56229
Polígono Forestal 13	Selva Mediana Subperennifolia	0.00141
Total		**1.46933**

Por otra parte, en las siguientes figuras se muestra la superficie que requerirá autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

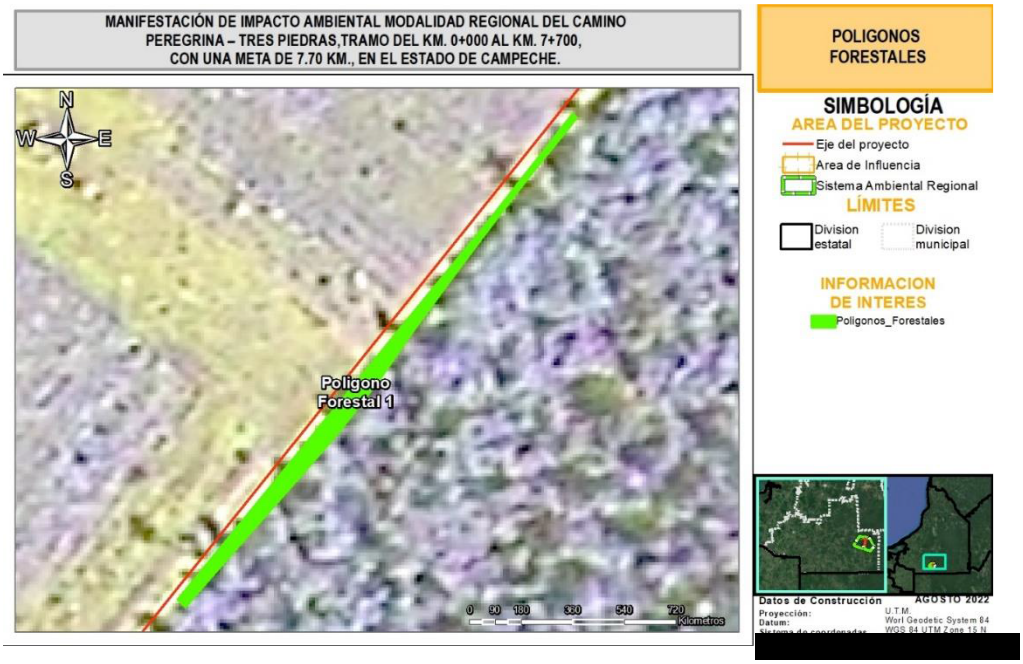


Figura 9. Ubicación polígono 1 sujeto a CUSTF

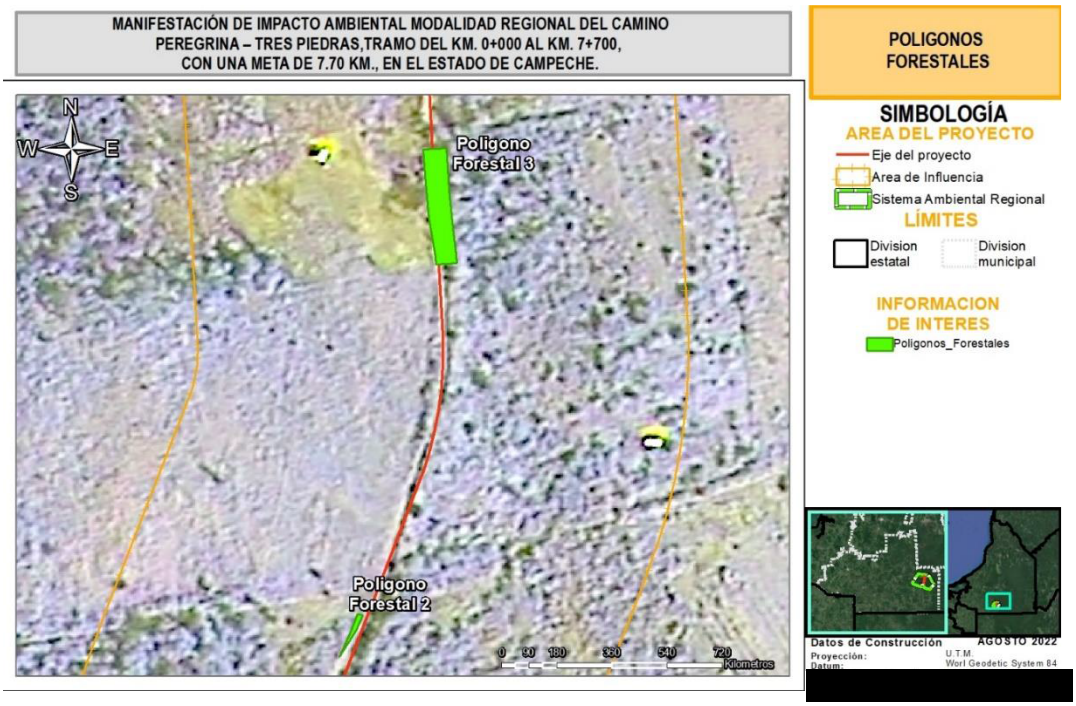


Figura 10. Ubicación polígonos 2 y 3 sujetos a CUSTF

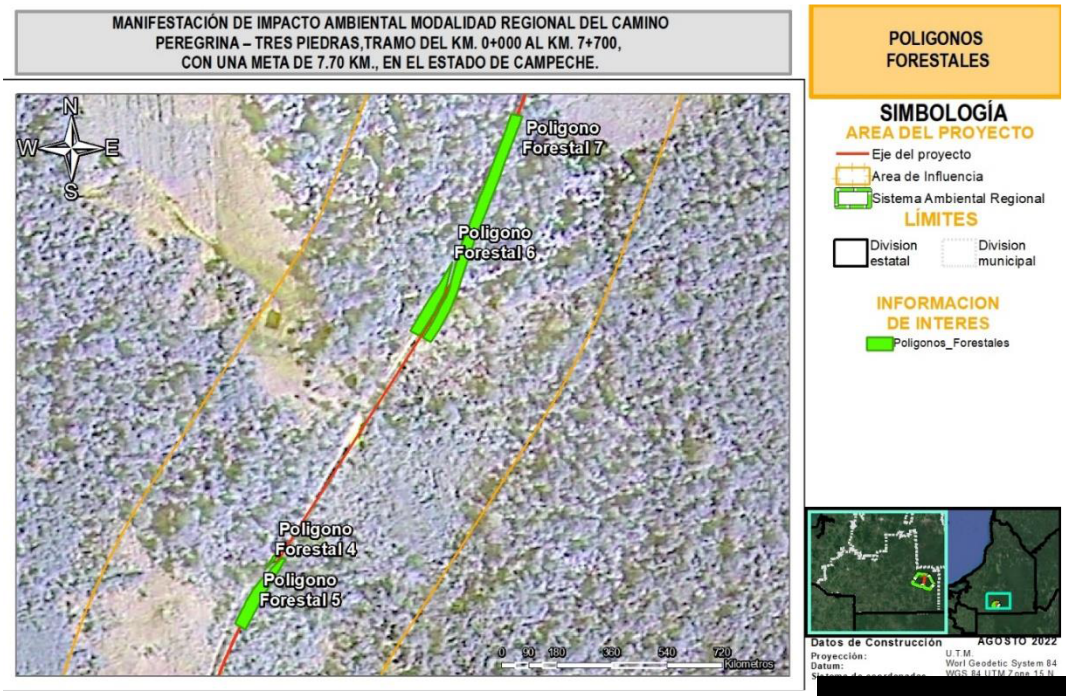


Figura 11. Ubicación polígonos 4, 5, 6 y 7 sujeto a CUSTF

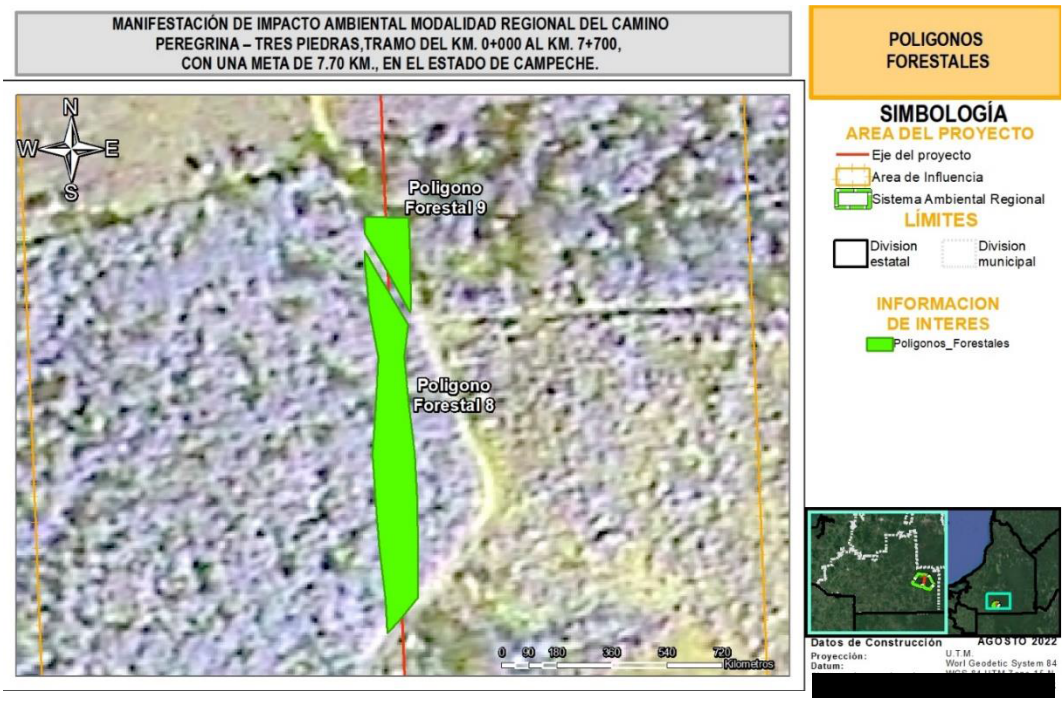


Figura 12. Ubicación polígonos 8 y 9 sujeto a CUSTF

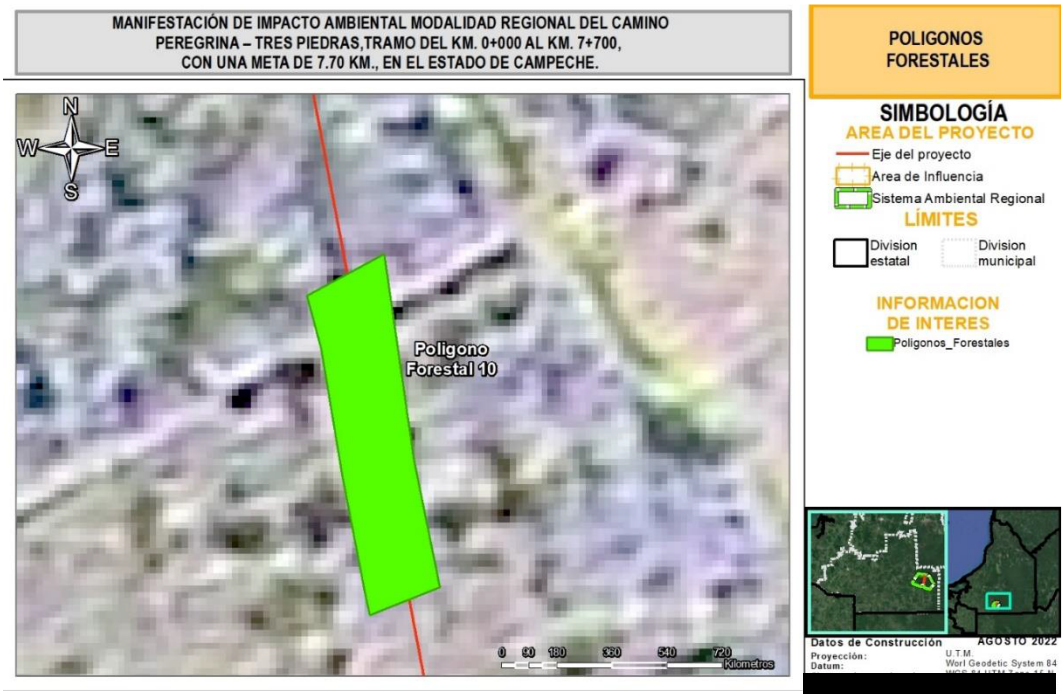


Figura 13. Ubicación polígono 10 sujeto a CUSTF

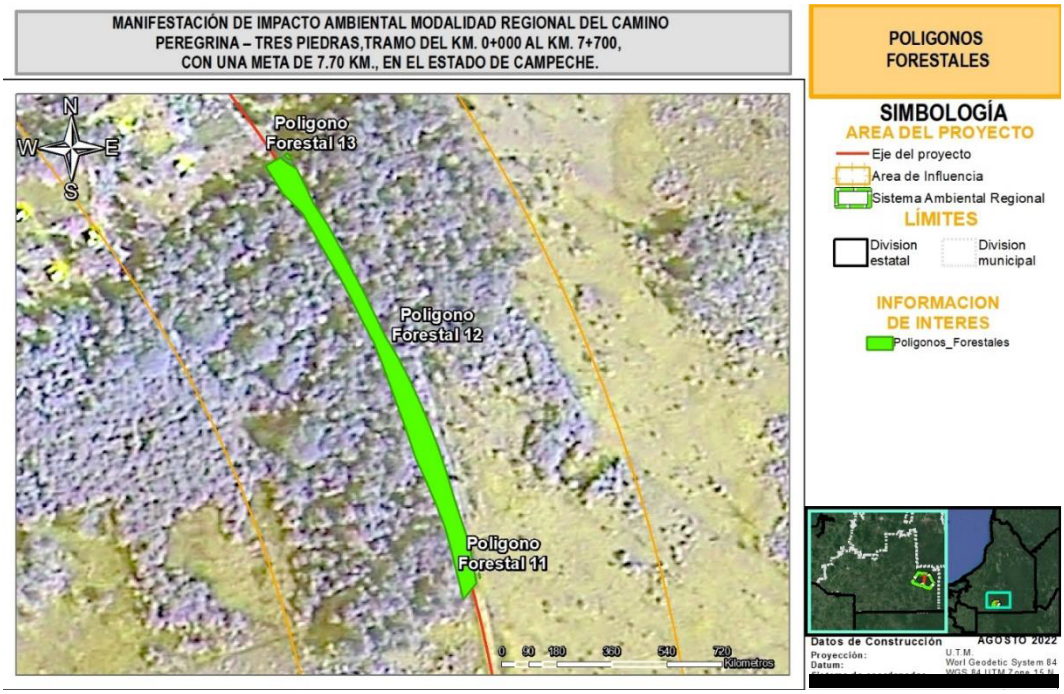


Figura 14. Ubicación polígonos 11,12 y 13 sujeto a CUSTF

Se anexan los vértices cada uno de los polígonos forestales en el archivo de Excel “Vértices de los polígonos”. Finalmente, en el siguiente cuadro se muestran las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 17. Características generales del proyecto

Especificaciones geométricas	Actual	Proyecto
Tipo de camino	E	D
Longitud (m)	7700	7700
Derecho de vía (m)	N/A	40
Ancho de línea de ceros (m)	N/A	14.02
Ancho de corona (m)	5.4274	7
Ancho de calzada (m)	5.4274	7
Número de carriles	1	2
Ancho de carriles	Variable	3.5
Superficie de Derecho de Vía (Ha)	N/A	30.7912
Superficie del área del proyecto (Ha)	N/A	10.9916
Superficie de corona (Ha)	N/A	6.941
Superficie de la calzada (Ha)	N/a	6.941
Superficie de obras permanentes (Ha)	N/A	6.941

Superficie de obras provisionales (m2)	N/A	400
Superficie de las obras complementarias (m2)	N/A	252.36

II.1.5 Inversión requerida

La inversión total requerida de la construcción del proyecto son en total, 108,032,307 pesos MX.

Cuadro 18. Inversión requerida para el proyecto.

Descripción	Monto
Terracerías	45,177,443
Bancos	14,357,964
Obras de drenaje	15,649,967
Pavimento	32,846,933
Señalamiento	1,334,806
TOTAL OBRAS	**108,032,307**

II.1.5.1 Catálogo de conceptos de los programas de ambientales.

La fianza que se determina mediante el costo real del cumplimiento de las condicionantes emitidas por la SEMARNAT y en su caso, la reparación del daño por situaciones de contingencia que sean directamente atribuibles al proyecto y que no hayan sido identificadas e incorporadas en alguna condicionante. Derivado de lo anterior, a continuación, se presenta el desglose del costo total para la ejecución de los programas ambientales que comprende el Proyecto en cuestión.

La ejecución de las medidas de mitigación, correspondiente a los programas ambientales anteriormente descritos, tendrá un costo total estimado en **$6,118,896.17 MXN**

Cuadro 19. Costo total de los programas ambientales

No.	Programa		Costo
1	Programa de rescate y reubicación de flora		**$2,245,000.00**
2	Programa de rescate y reubicación de fauna		**$969,033.00**
3	Programa de ubicación de pasos de fauna		**$210,354.00**
4	Programa de restauración integral	Programa de Reforestación	**1,434,767.62**
		Programa de conservación y restauración de suelos	**$312,185.55**
		Programa de conservación y protección a componentes hídricos	**$97,056.00**
5	Programa de Vigilancia Ambiental		**$850,500.00**

$6,118,896.17

II.2 Características particulares del Proyecto, Plan o Programa

II.2.1 Programa de Trabajo

El proyecto se prevé tenga una vida útil de 30 años misma que depende del mantenimiento correctivo y preventivo con el que cuente, pudiendo extender dicha vida útil. Para su construcción se prevé un tiempo estimado de 6 años, desde la etapa de preparación del sitio hasta su operación. Estos tiempos pueden variar de acuerdo con la realización de los trámites y obtención de los permisos correspondientes, así como a condiciones ajenas al proyecto, como condiciones naturales o sociales.

Cuadro 20. Programa de Trabajo (propuesta)

ACTIVIDADES	AÑOS																																	
	1						2						3						4				5						6 - 30					
	MESES																																	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	70	80	90	120	240	360
PREPARACIÓN DEL SITIO																																				
Instalación de Obras Provisionales																																				
Desmonte																																				
Despalme																																				
CONSTRUCCIÓN																																				
Realización de Cortes y Excavaciones																																				
Formación y compactación de terraplenes																																				
Mezclado, tendido y compactado de la subrasante																																				
Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base																																				
Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica																																				
Construcción de Obras de drenaje																																				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																				
Señalamiento																																				
Operación																																				
Mantenimiento del Proyecto																																				

II.2.2 Etapa de Preparación del sitio

II.2.2.1 Desmonte

El desmonte consiste en la remoción de la vegetación existente en la superficie que se va a afectar con el objetivo de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El desmonte se realizará exclusivamente del área indicada en el proyecto definitivo, es decir dentro de la línea de ceros del proyecto.

El desmonte comprende:

- Tala: Cortar árboles y arbustos
- Roza: Cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice: Sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpieza y disposición final: En caso de que el material vaya a ser aprovechado, posteriormente se trasladará al área de contenedores de residuos urbanos, de lo contrario se depositará en el banco de desperdicios establecido previamente.

El equipo que se utilice para el desmonte deberá ser el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, y se debe mantener en óptimas condiciones durante el tiempo que dure la obra. Los trabajos se realizarán evitando dañar vegetación fuera del área destinada para esta actividad.

II.2.2.2 Despalme

Se realizará un despalme de la capa superficial del terreno de al menos 30 cm por debajo del terreno natural, para eliminar la capa más superficial del terreno, generalmente compuesta por un alto porcentaje de materia orgánica, que será acamellonada con la ayuda de maquinaría, posteriormente, el suelo retirado se deberá almacenar al pe de los cerros de la sección para su posterior empleo en el arrope de taludes o si sus características lo permiten, para que sea utilizada para la conformación del terraplén.

II.2.3 Etapa de construcción

II.2.3.1 Cortes y excavaciones

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

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

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

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

II.2.3.2 Terraplenes

Sobre la superficie despalmada y compactada, se construirán los terraplenes en capas con espesor mínimo de 15 cm y humedad cercana a la óptima (+-2% de su P.V.S.M. calculado con la prueba AASHTO estándar) empleando materiales que cumplan con lo especificado en la norma Materiales para Terraplén N.CMT.1.01/02 de la SCT, del libro “Características de los Materiales de la normativa SCT.

II.2.3.3 Capa subrasante.

Sobre la capa tratada y debidamente terminada como anteriormente se indicó, construir una capa subrasante, con espesor de 30.0 cm de material compactado al 100 +- 2% de su P.V.S.M. calculado con la prueba AASHTO estándar, utilizando material de los bancos que más adelante se indican según la geotecnia anexa en este estudio y siguiendo el tratamiento indicado.

II.2.3.4 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 mezclaran en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Cada tapa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores a 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación

adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las irillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

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

II.2.3.5 Carpeta asfáltica.

Riego de impregnación. Sobre la superficie de la base hidráulica se aplicará un riego de impregnación con emulsión ECI-60 en una proporción 1.5 lt/m2, previo a la impregnación se barrera la superficie con barredora mecánica y aplicar un riego ligero muy ligero de agua (matapolvo). De acuerdo a lo indicado en las normas vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (N-CTR-CAR-1-04-004-00).

Posterior al riego de impregnación, se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido ECR-65 a razón de 1.2 lt/m2. De acuerdo a lo indicado en las normas vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (N-CTR-CAR-1-04-005-00).

En la aplicación de los riegos de impregnación y de liga, deberán emplear una petrolizadora que cuente con sistemas de control automático de temperatura y riego que garantice una correcta dosificación y uniformidad en toda el área.

Riego de liga. El riego de liga se aplicará una vez fraguado el riego de impregnación, con la superficie de la base seca, barrida, sin polvo, libre de materiales extraños y de encharcamientos de agua y sin deterioros.

Se aplicará uniformemente un riego de emulsión asfáltica de rompimiento rápido, tipo ECR-65 ó similar en una cantidad aproximada de 0.5 a 1.0 lts./m² o en su defecto de acuerdo a lo que indique la Secretaría.

La superficie cubierta por el riego de liga deberá permanecer cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que se construya la carpeta asfáltica.

Carpeta asfáltica. Una vez que se haya realizado el riego de liga se procederá con la construcción de la capa de carpeta asfáltica premezclada, con mezcla en caliente, elaborada en planta empleando cemento asfáltico AC20 y material pétreo con tamaño máximo de ¾”, compactada al 95 % de su peso volumétrico máximo Marshall, en un espesor de 5 cm, la cual se acarreará en camiones a la zona de obra, el material se descargará en la tolva de una pavimentadora autopropulsada tipo finisher.

La capa deberá compactarse inicialmente con un rodillo liso tipo tándem de tal manera que las partículas se acomoden, después se utilizará un compactador de neumáticos autopropulsado, finalmente pasando nuevamente el rodillo liso tipo tándem para borrar las huellas de los neumáticos del compactador.

La superficie de rodamiento deberá tener una textura y acabado uniformes. De acuerdo con lo indicado en las normas vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (N-CTR-CAR-1-04-006/14).

En caso de iniciarse la precipitación pluvial, el tendido deberá suspenderse inmediatamente SIN argumentar que se tiende bajo riesgo de la constructora.

Después de construidas las carpetas, deberán efectuarse pruebas de permeabilidad en ellas, si la permeabilidad resulta mayor de un 10%, deberá aplicarse un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-E y emulsión asfáltica de rompimiento rápido.

II.2.3.1 Construcción de obras de drenaje menor

Concluidos los trabajos de desmonte y despalme en cada una de las etapas de construcción de la obra, se deberá dar inicio con las excavaciones para alojar las obras de drenaje, cuyas dimensiones son suficientes por capacidad y mantenimiento. Para el proyecto se contempla la construcción de 18 obras de drenaje las cuales se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 21. Características generales de las obras de drenaje

Obra	km	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo
OD 1	0+770	778254.04	1999598.03	Tubo de concreto 1.20
OD 2	1+200	778428.476	2000992.99	Tubo de concreto 1.20
OD 3	1+450	778415.074	2000765.82	Tubo de concreto 1.20
OD 4	1+740	778428.708	2000518.06	Tubo de concreto 1.20
OD 5	2+000	778352.418	2000231.64	Tubo de concreto 1.20
OD 6	2+220	778327.949	1999985.65	Tubo de concreto 1.20
OD 7	3+100	778754.994	2001789.13	Cajón de concreto 2.0m x1.75m
OD 8	3+815	778938.926	2002481.29	Tubo de concreto 1.20
OD 9	4+200	778925.867	2002808.1	Tubo de concreto 1.20
OD 10	4+500	778911.354	2003163.61	Tubo de concreto 1.20
OD 11	4+580	778907.908	2003248.05	Tubo de concreto 1.20
OD 12	4+700	778903.005	2003368.14	Tubo de concreto 1.20
OD 13	5+000	778866.907	2003665.43	Tubo de concreto 1.20
OD 14	5+420	778788.759	2004076.18	Tubo de concreto 1.20
OD 15	6+120	778658.071	2004763.09	Tubo de concreto 1.20
OD 16	6+340	778602.125	2004980.41	Tubo de concreto 1.20
OD 17	6+620	778473.385	2005233.76	Tubo de concreto 1.20
OD 18	7+080	778192.2	2005609.56	Cajón de concreto 2.0m x1.75m

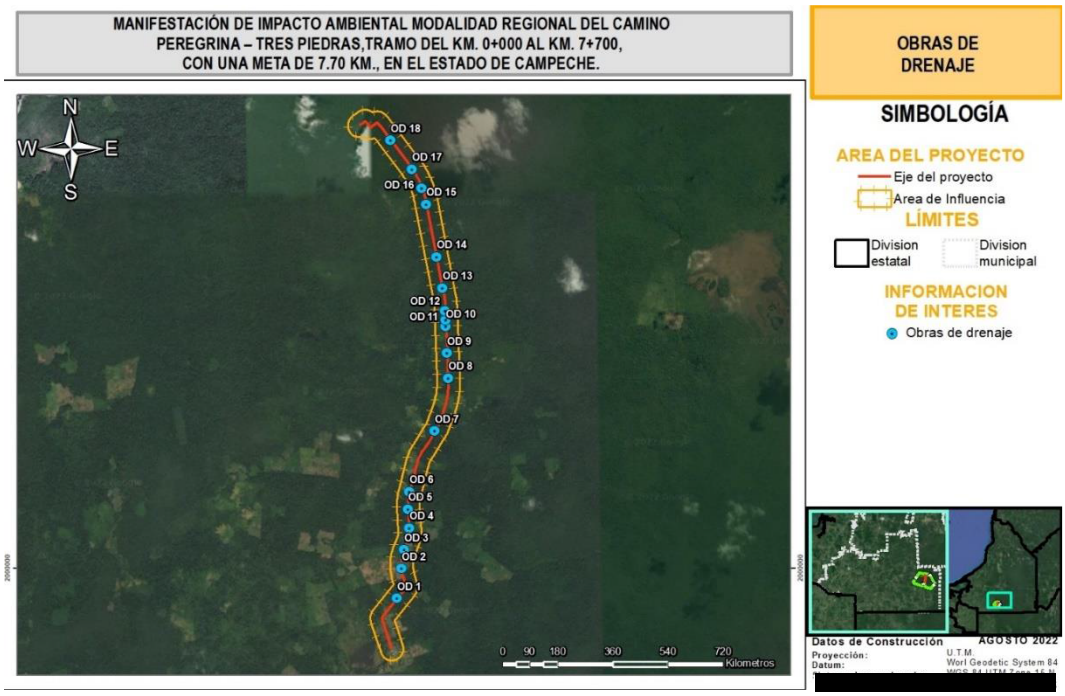


Figura 15. Ubicación de la sobras de drenaje para el proyecto.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

II.2.4.1 Colocación de la señalética.

Terminados los trabajos, se realizarán las limpiezas necesarias para continuar con el señalamiento operativo tanto horizontal como vertical de acuerdo con la norma NOM-034-SCT-2-2011 “Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas, normativa vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

II.2.4.2 Operación del proyecto

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.

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.2.4.3 Actividades de mantenimiento del proyecto

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

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

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

Además, se tiene contemplado lo siguiente:

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

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

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

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

Los equipos a utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes:

Camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador.

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

II.2.1 Etapa de abandono del sitio

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

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

II.2.2 Residuos

II.2.2.1 Residuos de las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

II.2.2.1.1 Despalme. Residuos sólidos- orgánicos- no peligrosos

Durante el desmonte del terreno se generarán residuos sólidos de tipo vegetal y orgánico (ramas, troncos, hojarasca). El procedimiento para reutilizar los componentes del árbol una vez derribado es recolectar la hojarasca, reducir el tamaño de las ramas y troncos, colocarlos en un sitio dentro del derecho de vía y que no vaya a tener movimiento de tierra. Realizar una composta o almacenar y confinar para reutilizarlo en la restauración o disponer en las áreas inertes cercanas al área del proyecto, con lo que se obtiene el mejor desarrollo del suelo fértil y así activar el desarrollo de la vegetación.

II.2.2.1.2 Desmonte- Residuos sólidos- orgánicos- manejo especial

Para el despalme, que consiste en las actividades de desbroce y retiro del suelo vegetal, se generan residuos de manejo especial (suelo orgánico) el cual se procederá a almacenar y confinar en un sitio cercano para su posterior empleo en las áreas de restauración.

II.2.2.1.3 Desmonte- residuos de manejo especial- no peligrosos

Material inerte (suelo, residuos de rocas): este tipo de material que se obtenga de la excavación y cortes, no se desperdiciará, puede utilizarse para nivelar el terreno en las zonas en donde se requiera construir terraplenes. El material producto de los cortes y excavaciones que no se utilice en los rellenos, deberá enviarse fuera del área de la obra, para ser destinados a los sitios que designen las autoridades competentes (bancos de tiro o desperdicios).

En caso de que el volumen de suelo desperdiciado sea mucho mayor al aprovechado, se tendrá que depositar previa autorización de las autoridades municipales, en bancos de tiro, preferentemente en zonas federales, que no afecten ni desvíen cursos de agua y que cuenten con autorización en Materia de Impacto Ambiental; los acarreos fuera del derecho de vía hacia el banco de tiro y los impactos que se deriven en los sitios destinados como bancos deberán ser considerados y mitigados en la MIA correspondiente.

II.2.2.1.4 Operación de maquinaria.

Para llevar a cabo las actividades correspondientes a la construcción es necesario utilizar maquinaria, equipos y vehículos que producirán principalmente:

- Emisiones a la atmósfera
- Partículas (PST)
- Bióxido de azufre (SO2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NOX)
- Ozono (O3)
- Hidrocarburos (CnHn)
- Metales

Para el control de emisiones se necesitarán afinaciones y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses.

II.2.2.1.5 Cortes y excavaciones- acarreos de material geológico

Durante esta actividad los residuos generados principalmente, se descargarán a la atmósfera en forma de:

- Emisiones atmosféricas: Los acarreos de material se llevan a cabo utilizando camiones de volteo, los cuales a su vez producto de la combustión interna durante su operación, producen emisiones de PTS, SO2, CO, NOx, O3 e Hidrocarburos a la atmósfera.
- Polvo: La producción de polvo se generará durante el acarreo de los materiales. Este tipo de emisiones se pueden controlar en su totalidad, cubriendo las cargas con lonas que cubran totalmente el material geológico, para evitar este tipo de emisiones.

Estas emisiones también se presentarán durante la conformación de los terraplenes.

II.2.2.1.6 Conformación de terracerías y subcapas

Al construir la base granular y la conformación de la subrasante se producirán emisiones de partículas de suelo en forma de polvo, por lo que se deberá humedecer el material de construcción de esta capa para evitar la formación de grandes cantidades de polvo.

Durante las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, la colocación de conformación de subcapas y la pavimentación se generará lo siguiente:

Generación de Residuos sólidos- Peligrosos

- Estopas y cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible.
- Botes vacíos de aceite, de grasas, de combustible, de solventes y pintura.
- Piezas inservibles de la maquinaria.

Todos estos residuos se colocarán en contenedores con tapa y bajo techo, y se procederá a entregar mediante el Manifiesto de Generador de Residuos Peligrosos a la empresa transportista y de disposición final; verificando que esta empresa cuente con las autorizaciones respectivas.

II.2.2.1.7 Generación de Residuos sólidos- No Peligrosos

Neumáticos. Estos residuos deberán ser acopiados en cada una de las áreas del taller, para un posterior traslado y venta. En caso de no ser viable esta alternativa, serán dispuestos en rellenos sanitarios o tiraderos autorizados

II.2.2.1.8 Generación de residuos líquidos- peligrosos

Aceites usados: Estos residuos deberán ser almacenados en contenedores que no permitan su contacto con el ambiente, al final de la construcción deberán ser entregados mediante un manifiesto generador de residuos peligrosos a empresas encargadas de recolectarlos.

Estará estrictamente prohibido hacer cualquier reparación mayor de la maquinaria en el frente de obra o fuera de talleres autorizados.

II.2.2.1.9 Señalamiento

Durante la colocación de señalamientos, se generarán residuos de pintura y solventes principalmente, los cuales deben ser tratados como residuos peligrosos y ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a una empresa autorizada.

Mano de obra

Se generarán durante toda la obra los siguientes residuos por parte de los trabajadores

Residuos sólidos- Orgánicos- No peligrosos

- Restos de alimentos en general
- Papeles y cartones

Residuos sólidos- inorgánicos. No peligrosos

- Vidrios
- Plásticos y latas
- Unicel

Residuos líquidos- orgánicos

II.2.2.1.10 Agua Residual

Para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas que laboren en la obra será necesario instalar servicios sanitarios portátiles.

El contratista debe tener en cuenta que todos los residuos sólidos y líquidos que por sus propiedades físicas y químicas cuenten con las características de peligrosidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser manejados de acuerdo a lo establecido en el Artículo 82 del Capítulo IV del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.2.2.2 Residuos de la etapa de Operación y mantenimiento del proyecto.

En esta etapa se consideran dos actividades fundamentales:

- Tránsito vehicular
- Mantenimiento

En la operación se estudiarán los impactos que produce la circulación, tales como contaminación del aire, ruido, basura que arrojan a la carretera, accidentes, entre otros.

Para el mantenimiento se analizaron los trabajos que llevan a cabo como son: bacheo, limpieza y desazolve de cunetas, riego de sello, chapeo, limpieza y reparación de señalamiento vertical, pintura de marcas de pavimento, etc.

Los materiales o agregados que se utilizarán para la conservación se almacenarán y confinarán en sitios de obras provisionales. De tener sobrantes como escombro o residuos no peligrosos tales como grava, arena, material de base, material de carpeta, material de sello, se precederá a reintegrarlo a la ampliación de terraplenes o en accesos.

El personal que laborará durante el mantenimiento generará basura (residuos no peligrosos), por lo tanto, es necesaria la recolección en contenedores y proceder a clasificar los materiales reciclables, cartón, vidrio y plástico, para que se guarden en contenedores o bolsas de plástico, bajo techo para entregarla a empresas recicladoras, el resto de los residuos no reciclables se deberá entregar al relleno sanitario más cercano.

El equipo de construcción generará emisiones a la atmósfera de: PTS, bióxido de azufre, óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos; para controlar las emisiones se necesitará emplear equipos afinados. Los materiales o contenedores impregnados de aceite, así como cartones de grasa, mangueras y estopas se colocarán en los contenedores con tapa y bajo techo para entregar mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a la empresa responsable de la recolección y transporte autorizada por la SEMARNAT.

II.2.3 Generación de gases de efecto invernadero

El IPCC define a los gases de efecto invernadero como el componente gaseoso de la atmósfera –ya sea de origen natural o antropogénico–, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad da lugar al efecto invernadero.

Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son:

- El vapor de agua (H_2O) producido por la evaporación del agua
- El bióxido de carbono (CO_2) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales

- El metano (CH4) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo
- El óxido nitroso (N2O) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica
- El ozono (O3) cuando resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno

Cabe destacar que los sistemas de energía actuales se mueven por la combustión de los combustibles fósiles, y es durante esta combustión que el carbono y agua contenida en estos combustibles se convierten principalmente en dióxido de carbono (CO2) y agua, que liberan la energía química del combustible en forma de calor.

Como parte del proceso de construcción del puente, 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.

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 18. Gases de efecto invernadero generados por el proyecto

Etapa	Actividad	Gases de efecto invernadero		
		Bióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso
Preparación del sitio	Derribo de arbolado	X	X	
	Despalme	X	X	X
Construcción	Realización de Cortes y Excavaciones	X	X	X
	Formación y compactación de terraplenes	X	X	X
	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	X	X	X
	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	X	X	X
	Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica	X	X	X
	Construcción de Obras de drenaje	X	X	
Operación y mantenimiento	Operación	X	X	X
	Mantenimiento	X	X	X

Considerando el *ACUERDO que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero,* para realizar el cálculo de la emisión directa de GEI derivada del consumo y combustión de este por la maquinaria, se aplicaran las siguientes formulas:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_CO_{2_i}$$

$$E_{CH_4} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_CH_{4_i}$$

$$E_{N_2O} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_N_2O_i$$

Donde:

E_{CO2} = $Emision\ de\ bioxido\ de\ Carbono\ (t\ CO2)$

E_{CH4} = $Emision\ de\ metano\ (kg\ CH4)$

E_{CH4} = $Emision\ de\ metano\ (kg\ CH4)$

VC_i = $Consumo\ del\ i-$ésimi $combustible\ (t\ o\ m3)$

PC_i = $Poder\ calorifico\ del\ i-$ésimi $combustible\ (MJ\ /\ m3\ o\ MJ/t)$

FE_CO2_i = $Factor\ de\ emsión\ de\ bioxido\ de\ carbono\ del\ i-$énesimo $combustible\ (t/MJ)$

FE_CH4_i = $Factor\ de\ emsión\ de\ metano\ del\ i-$énesimo $combustible\ (Kg/MJ)$

$FEN2O_I$ = $Factor\ de\ emsión\ de\ Oxido\ Nitroso\ del\ i-$énesimo $combustible\ (Kg/MJ)$

i = $El\ i-$ésimo $combustible\ empleado\ en\ año\ del\ reporte$

n = $El\ numero\ de\ combustibles\ que\ se\ empelaron\ en\ el\ año\ de\ reporte$

En los siguientes cuadros se presentan los factores de emisión para maquinaria de construcción, independientemente del uso, potencia de la maquinaria y fabricante; y poder calorífico de los combustibles.

Cuadro 23. Factores de emisión para maquinaria de construcción

Descripción	CO^2(t/MJ)	CH^4(kg/MJ)	N_2O (kg/MJ)
Diesel	0.000074100	0.000004150	0.000028600
Gasolinas y Naftas	0.000069300	0.000050000	0.000002000

Cuadro 19. Poder calorífico

Combustible	Poder calorífico neto[1]
Diesel	5,990
Gasolinas y naftas	5,269
Gasolina	4,781

Cuadro 25. Consumo de combustible efectivo

Consumo Diesel	Excavadora	Motoniveladora	Rodillo de camino	Pavimentadora de asfalto	Volteo
Consumo por hora efectiva de trabajo (litros)	39.00	54.30	19.50	11.50	45.00
Tonelada año	599.04	834.05	299.52	176.64	691.20

Considerando los valores anteriores y aplicando las fórmulas en el siguiente cuadro se muestran los valores de emisión de Gases d efecto invernadero, cabe aclarar que será responsabilidad de la constructora determinar las emisiones anuales.

Cuadro 26. Gases liberados por el proyecto

Maquinaria	CO^2(t/MJ)	CH^4(t/MJ)	N_2O (t/MJ)	GEI Totales Toneladas/año
Excavadora	265.8892954	0.014891236	0.102623939	**266.01**
Motoniveladora	370.1997112	0.020733182	0.142884099	**370.36**
Rodillo de camino	132.9446477	0.007445618	0.051311969	**133.00**
Pavimentadora de asfalto	78.40325376	0.004391005	0.030260905	**78.44**
Volteo	306.7953408	0.017182195	0.118412237	**306.93**

[1] Obtenido de Lista de combustibles y sus poderes caloríficos (CONUEE) que se utilizarán para el reporte al RENE 2022

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURIDCOS APLICABLES

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES 4
III.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos 4
III.1 Marco jurídico internacional 5
III.1.1 Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 5
III.1.2 Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas .. 5
III.2 Marco jurídico Nacional 6
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 6
III.2.2 Programa Nacional de Infraestructura 2018 2024 9
III.2.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Rcursos Naturales 2020-2024 9
III.2.4 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 10
III.3 Planes y programas de desarrollo de orden estatal 12
III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo del estado de Campeche 2019 – 2027 12
III.3.2 Plan Municipal de Desarrollo Candelaria 2021-2024 13
III.4 Vinculación con programas de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo 14
III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 14
III.4.2 Ordenamientos ecológicos Regionales 30
III.4.3 Vinculación con áreas de importancia para la conservación. 30
III.5 Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno. 36
III.5.1 Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional. 36
III.5.2 Vinculación con instrumentos jurídicos de nivel estatal. 54
III.5.3 Normas Oficiales Mexicanas. 55
III.5.4 Conclusiones 59

CUADROS

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con la Constitución 4
Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el convenio 169 5
Cuadro 3. Vinculación del proyecto con la declaración de la ONU sobre Derechos de los Pueblos Indígenas 6
Cuadro 4. Ejes, objetivos y estrategias del PND 2019-2024 7
Cuadro 5. Objetivos prioritarios del PROMARNAT 9
Cuadro 6. Temas del Plan Estatal que se vinculan 12
Cuadro 7. Temas del Plan Muncipal que se vinculan 14
Cuadro 8. Características de la UAB 137 15
Cuadro 9. Descripcion de la Estrategia 1 16
Cuadro 10. Descripcion de la Estrategia 2 17
Cuadro 11. Descripcion de la Estrategia 3 18
Cuadro 12. Descripcion de la Estrategia 4 19
Cuadro 13. Descripcion de la Estrategia 5 20
Cuadro 14. Descripcion de la Estrategia 6 21
Cuadro 15. Descripcion de la Estrategia 7 21
Cuadro 16. Descripcion de la Estrategia 8 22
Cuadro 17. Descripcion de la Estrategia 12 23
Cuadro 18. Descripcion de la Estrategia 14 24
Cuadro 19. Descripcion de la Estrategia 15 24
Cuadro 20. Descripcion de la Estrategia 15 Bis 25
Cuadro 21. Descripcion de la Estrategia 21 25
Cuadro 22. Descripcion de la Estrategia 22 26
Cuadro 23. Descripcion de la Estrategia 23 27
Cuadro 24. Descripcion de la Estrategia 24 28
Cuadro 25. Descripcion de la Estrategia 38 28
Cuadro 26. Descripcion de la Estrategia 44 29
Cuadro 27. Vinculación del proyecto con la LGEEPA. 36
Cuadro 28. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA 37
Cuadro 29. Vinculación del proyecto con la LGDFS 39
Cuadro 30. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS. 40
Cuadro 31. Vinculación del proyecto con la LGVS. 41
Cuadro 32. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS 42
Cuadro 33. Vinculación del proyecto con la LGPGIR 43
Cuadro 34. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR 47
Cuadro 35. Vinculación del proyecto con la LGCC. 49
Cuadro 36. Vinculación del proyecto con la LAN. 50
Cuadro 37. Vinculación del proyecto con la LFRA. 51
Cuadro 38.. Vinculación del Proyecto con LEEPA del estado de Campeche 54
Cuadro 39. Vinculación del Proyecto con LDCO de los Pueblos Indígenas del estado de Campeche 55

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT 16
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto a Programas de ordenamiento a nivel estatal 30
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP 32
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto al ANP estatal 32
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RTP 33
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a RHP 34
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a AICA. 35
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR 36

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

III.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos

Última Reforma DOF 28-05-2021

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, constituye el marco normativo que orienta la organización de los poderes del estado mexicano. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con la Constitución

Articulo	Vinculación con el proyecto
Artículo 4, **párrafo IV:** Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	De acuerdo con lo que dispone este artículo, y en observancia de las disposiciones legales aplicables en materia de evaluación del impacto ambiental; se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) sin actividad altamente riesgosa, para su evaluación ante la autoridad competente. El presente estudio propone medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto.
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 la competitividad, 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. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.	De acuerdo con lo que dispone este artículo, y en observancia de las disposiciones legales aplicables en materia de evaluación del impacto ambiental; se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) sin actividad altamente riesgosa, para su evaluación ante la autoridad competente. El presente estudio propone medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto.

III.1 Marco jurídico internacional

III.1.1 Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

El Convenio núm. 169 tiene dos postulados básicos: el derecho de los pueblos indígenas a mantener y fortalecer sus culturas, formas de vida e instituciones propias, y su derecho a participar de manera efectiva en las decisiones que les afectan. Estas premisas constituyen la base sobre la cual deben interpretarse las disposiciones del Convenio.

Aprobado por el senado el 11 de julio de 1990, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 24 de enero de 1991 (promulgación). Vinculante para México a partir del 5 de septiembre de 1991, la OIT ha prestado especial atención a la situación de los pueblos indígenas y tribales.

El convenio es vinculante con el presente MIA-R del PROYECTO, con relación a su importancia social sobre los derechos de los pueblos indígenas y el derecho de participación en las decisiones que les afecten. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto.

Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el convenio 169

Articulo	Vinculación
Artículo 6 1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán: a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente;	La Secretaria de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes desahogo el proceso de consulta, libre, previa, informada y culturalmente adecuada a los pueblos y comunidades indígenas en la zona de influencia del PROYECTO. El PROYECTO, cuenta con el consentimiento de las comunidades indígenas que participaron en el proceso de consulta, acorde al “Estudio de Impacto Social” cumpliendo con ello con esta disposición.

III.1.2 Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, adoptada con posterioridad al Convenio 169 (2007), también se refiere a los mecanismos de consulta y participación; y establece que el propósito de las consultas es alcanzar un consentimiento libre, previo e informado, tal como se señala en el **Artículo 3 y 19** que enseguida se cita.

La declaración es vinculante con el presente MIA-R del PROYECTO, con relación a su importancia social sobre los derechos de los pueblos indígenas y el derecho de participación en las decisiones que les afecten. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto.

Cuadro 3. Vinculación del proyecto con la declaración de la ONU sobre Derechos de los Pueblos Indígenas

Articulo	Vinculación
Artículo 3; "Los pueblos indígenas tienen derecho a la libre determinación. En virtud de ese derecho determinan libremente su condición política y persiguen libremente su desarrollo económico, social y cultural."	La Secretaria de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes desahogo el proceso de consulta, libre, previa, informada y culturalmente adecuada a los pueblos y comunidades indígenas en la zona de influencia del PROYECTO. El PROYECTO, cuenta con el consentimiento de las comunidades indígenas que participaron en el proceso de consulta, acorde al "Estudio de Impacto Social" cumpliendo con ello con esta disposición.
Artículo 19. Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.	

III.2 Marco jurídico Nacional

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Cámara de Diputaos del Honorable Congreso, martes 30 de abril de 2019

De acuerdo con lo dispuesto por el artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es obligación del Estado organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y democratización política, social y cultural de la nación. Asimismo, de acuerdo con el artículo 21 de la Ley de Planeación, el Plan Nacional de Desarrollo (PND): "precisará los objetivos nacionales, la estrategia y las prioridades del desarrollo integral, equitativo, incluyente, sustentable y sostenible del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social, ambiental y cultural, y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática".

Por su parte, el artículo 21 Bis de la citada Ley de Planeación, menciona que el PND considerará una visión de largo plazo de la política nacional de fomento económico, a fin de impulsar como elementos permanentes del desarrollo nacional y el crecimiento económico elevado, sostenido y sustentable, la promoción permanente del incremento continuo de la productividad y la competitividad, así como la implementación de una política nacional de fomento económico, que incluya vertientes sectoriales y regionales (Ley de Planeación, 1983).

El Plan Nacional de Desarrollo vigente, se estructura sobre 3 ejes generales: 1. Justicia y Estado de Derecho, 2. Bienestar, y 3. Desarrollo Económico. El PND plantea un objetivo para cada eje general, a su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a

los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

Estos objetivos atienden a los principales problemas públicos identificados en cada eje general. Asimismo, se plantean las estrategias de cada objetivo, que corresponden a los medios que son el instrumento que articula de manera lógica y consistente cada conjunto de líneas de acción que serán implementadas por las diferentes dependencias de la Administración Pública Federal (APF) en sus programas derivados. Aunado a lo anterior, el PND contiene los siguientes tres ejes transversales: 1. Igualdad de Género, no discriminación e inclusión, 2. Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública, y 3. Territorio y desarrollo sostenible (PND 2019-2024).

Con relación al Eje General 3 “Desarrollo Económico”, es importante mencionar que, en la introducción de este, el PND señala lo siguiente:

> *El fin último de la acción gubernamental es la mejora continua y sostenida de la calidad de vida y el bienestar de toda la población, la erradicación de la pobreza y de las condiciones que generan la desigualdad. El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad. El papel del Estado es propiciar este desarrollo cuidando que en este proceso no se margine a ninguna persona, grupo social o territorio, garantizando el ejercicio pleno de los derechos de los individuos. (PND, 2019: 133).*

También es importante mejorar la conectividad de las poblaciones y las vías de comunicación para el transporte de bienes y servicios, dentro y hacia afuera del país de manera rápida, segura y confiable. (PND, 2019: 135-136).

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los ejes, objetivos y estrategias del PND 2019-2024.

Cuadro 4. Ejes, objetivos y estrategias del PND 2019-2024

Eje – PND 2019 - 2024	Objetivo	Estrategia
Eje General 2: Bienestar Objetivo: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	**2.5** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales	**2.5.1** Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.

Eje General 3. Desarrollo Económico Objetivo: Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.	**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.	**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.
Eje General 3. Desarrollo Económico Objetivo: Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.	**3.10** Fomentar un desarrollo económico que promueva la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático para mejorar la calidad de vida de la población.	**3.10.1** Promover políticas para la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en sectores productivos, así como promover y conservar sumideros de carbono.

Vinculación con el Proyecto: Con relación a la estrategia 2.5.1, el proyecto contempla medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos que se prevé sean generados por el proyecto, en virtud de lo cual se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma dichas medidas, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, así como tampoco para la diversidad biológica que este alberga.

Por otro lado, en relación con las estrategias 2.5.6 y 3.10.1, y toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).

Finalmente, respecto a las estrategias 3.6.1 y 3.6.2, el proyecto se vincula de manera positiva con las mismas, toda vez que su ejecución contribuiría a mejorar el acceso a las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche

III.2.2 Programa Nacional de Infraestructura 2018 2024

El Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 fue publicado el 22 de diciembre de 2018 por el entonces secretario de Comunicaciones y Transportes, Javier Jiménez Espriú, y Cedric Iván Escalante Sauri, subsecretario de Infraestructura, quienes detallaron los objetivos de la estrategia nacional, entre los cuales se cita a continuación el siguiente objetivo, ya que se vincula con el proyecto:

Objetivos de la estrategia nacional: Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna.

Asimismo, el mencionado programa nacional plantea tres prioridades entre las que se encuentra la siguiente que se vincula con el proyecto:

Prioridad de la estrategia nacional: Conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura existente y terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto, se encuentra dentro de los planes de creación y modernización de infraestructura carretera para la comunicación entre las poblaciones, acercar a las poblaciones con las cabeceras municipales y centros económicos, además de generar empleos temporales durante la modernización del camino, toda vez que el proyecto pretende trabajos de modernización, conservación y mantenimiento del camino Peregrina – Tres piedras.

III.2.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

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

Cuadro 5. Objetivos prioritarios del PROMARNAT

OBJETIVOS PRIORITARIOS DEL PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2020-2024
Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

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

Vinculación con el Proyecto: En consideración a lo anteriormente expuesto, se establece que el presente proyecto no se contrapone con ningún lineamiento establecido en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Así mismo, es preciso mencionar que el proyecto pretende la modernización de una vía de comunicación existente, con el objetivo de contribuir al desarrollo económico y cultural de las localidades involucradas, apoyando el combate a la marginación en la que se encuentran, de una manera ambientalmente responsable, evitando en lo posible afectaciones drásticas al medio ambiente ocupando de base el camino de terracería actual, y considerando para la ejecución del proyecto diversos programas ambientales como el Programa de Reforestación, Conservación de Suelos, Programa de Rescate y Reubicación de Flora y de Fauna, Programa de Conservación de los Recursos Hídrico y Propuesta de Pasos de Fauna. Esto favorecerá la preservación de las condiciones naturales presentes en la zona donde éste se encuentra inmerso, y se espera que con la reforestación planeada se creen y amplíen nuevos espacios naturales que funjan como hogar de las especies que ahí se distribuyen, así como estimular la infiltración del agua hacia el subsuelo y el acuífero. De igual manera la realización de obras de conservación de suelos ayudará a disminuir el efecto erosivo presente en la zona por distintos agentes naturales.

III.2.4 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 1.2.1 Atender los puntos de conflicto en la Red Carretera Federal.
- 1.2.5 Establecer lineamientos y criterios para que los proyectos ejecutivos de construcción y modernización de carreteras se diseñen atendiendo la seguridad vial de todos los usuarios, desde la fase de anteproyecto.

- 1.2.7 Realizar campañas informativas para difundir entre la población los aspectos fundamentales de seguridad vial y crear progresivamente una cultura vial.

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

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

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

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

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

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización del camino actual, el cual se encuentra en condiciones de terracería, el proyecto tiene el objetivo mejorar el estado físico del camino, y establecer una ruta que permita transportar productos y servicios de manera segura y confortable a cortando los tiempos de transportación y que de esta manera se impulse el desarrollo regional.

III.3 Planes y programas de desarrollo de orden estatal

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo del estado de Campeche 2019 – 2027

El Plan Estatal de Desarrollo es un trabajo fundamentado con diagnósticos, análisis, debates y diálogos, en búsqueda de soluciones para los problemas específicos con el objetivo de contribuir a concretar la transformación de la vida pública del estado desde la realidad política, económica, cultural, científica, ambiental, de desarrollo social, equidad y de nuestros pueblos.

Para lo cual se definieron cinco misiones, transversales e interrelacionadas entre sí, en temas de eficiencia gubernamental, seguridad ciudadana, bienestar social y humano, desarrollo económico, arte, cultura y deporte, sustentabilidad, entorno urbano y servicios públicos. A continuación, se muestra la misión con la cual se vincula el proyecto:

Cuadro 6. Temas del Plan Estatal que se vinculan

Misión 4: Desarrollo económico con visión al futuro
ESTRATEGIA 2 ***Gestión estratégica para la conectividad, que favorezca la movilidad de pasajeros y el intercambio comercial.***
LÍNEAS DE ACCIÓN
1. Promover el desarrollo de la conectividad del estado de Campeche, propiciando que sea un polo atractivo para la actividad económica con una plataforma logística integral, que favorezca

la competitividad, productividad y el desarrollo económico sostenible, impulsando el intercambio comercial de productos y servicios a nivel estatal, regional, nacional y global.
2. Desarrollar infraestructura y equipamiento competitivos de los puertos de Campeche, con sostenibilidad económica y ambiental, incrementando la capacidad instalada, modernizando instalaciones y sistemas tecnológicos, mejorando la oferta de los servicios portuarios y procurando la conservación y mantenimiento óptimos de las instalaciones portuarias.
3. Impulsar el crecimiento de la operación portuaria de los puertos de Campeche, con productividad, eficacia y eficiencia, promoviendo un mayor uso y aprovechamiento de la infraestructura portuaria y de las áreas industriales de los recintos portuarios, fomentando el cabotaje y el transporte marítimo de corta distancia e impulsando el crecimiento de la actividad marítimo-portuaria de altura.
4. Concertar acciones para la optimización de la conectividad carretera, interestatal, peninsular y nacional, como factor de desarrollo económico del estado de Campeche, que agilice el tránsito de personas y mercancías entre los centros de población, de producción, de consumo, de atracción turística y con los puertos de Campeche.
5. Gestionar el mejoramiento y ampliación de la infraestructura y servicios aeroportuarios, para el incremento en la movilización de personas y carga.
6. Concertar el aprovechamiento integral de la construcción, puesta en marcha y operación del Tren Maya, considerándolo como detonante económico estatal y regional.
7. Apoyar el impulso al acceso a servicios de telecomunicaciones en el estado, con el aprovechamiento de tecnologías de la información y comunicación, para apoyar la integración y el desarrollo económico del estado de Campeche.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto se apega a los objetivos y líneas de acción del Plan estatal de desarrollo del estado de campeche 2019 – 2027, al tratarse de la modernización de un camino de terracería previamente existente con el cual mejorara la comunicación entre las localidades como lo son La Peregrina y Tres Piedras, las cuales cuentan con un grado muy alto de marginación, así mismo se proyecta que con la modernización de la vialidad se ofrecerá un servicio de transportación más seguro, confiable y accesible beneficiando de forma directa el desarrollo social mediante el acceso a los servicios básicos de salud, educación y, diversificando las actividades productivas de manera temporal.

III.3.2 Plan Municipal de Desarrollo Candelaria 2021-2024

El plan desarrollo del municipio tiene como objetivo Direccionar estratégicamente las acciones de gobierno, siendo el principal instrumento de planeación y gestión del desarrollo integral del municipio, de manera que se dé respuesta a las demandas prioritarias de la población, para propiciar su desarrollo armónico, distribuyendo de forma equitativa las oportunidades y beneficios que de este deriven, como la implementación de programas y proyectos en sus distintas vertientes, la ejecución de obras públicas y rehabilitación o modernización de la infraestructura urbana y de servicios.

El plan presenta los siguientes ejes de trabajo:

1. Administración austera, clara e integra
2. Gobierno eficiente y resiliente
3. Municipio inclusivo, vinculado y normativo
4. Política y desarrollo, compromiso con todos
5. Modernidad y sustentabilidad para el municipio

En el siguiente cuadro se muestra el eje de trabajo que se vincula con el proyecto.

Cuadro 7. Temas del Plan Muncipal que se vinculan

2. Gobierno Eficiente y Resciliente
Objetivo: Que el municipio prevea a través de la firma de convenios o acuerdos, la seguridad social, la prevención de riesgos y la atención a desastres; adoptando las políticas de eficiencia y resiliencia.
Estrategia: Fortalecer las acciones y actividades que prevean los problemas sociales críticos y los desastres naturales del municipio.
LINEA DE ACCION 6 Actualizar y/o considerar la señalización de calles, avenidas, carreteras, previene accidente e informa a la ciudadanía por lo que se crean dichos programas aplicados.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto se apega a los objetivos y líneas de acción del Plan estatal de desarrollo, al tratarse de la modernización de un camino de terracería previamente existente con el cual mejorara la comunicación entre las localidades como lo son La Peregrina y Tres Piedras, así mismo se proyecta que con la modernización de la vialidad se ofrecerá un servicio de transportación más seguro, confiable y accesible beneficiando de forma directa el desarrollo social mediante el acceso a los servicios básicos de salud, educación y, diversificando las actividades productivas de manera temporal.

III.4 Vinculación con programas de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo

III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

DOF 07-09-2012

De acuerdo a lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en los artículos 19, y 22 fracción primera, del Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; el POEGT es un programa de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, que vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal obligadas a observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. El objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación

ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. EL POEGT determina lineamientos y estrategias para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de las actividades productivas y asentamientos humanos. En la elaboración de dichos lineamientos y estrategias, el POEGT se basa en las características, disponibilidad y demanda de recursos naturales, así como en la ubicación de los asentamientos humanos existentes. Con base en lo anterior el área del proyecto se ubica en la **Región Ecológica: 5.32**, en la Unidad Ambiental Biofísica **UAB No. 137 Karst y lomeríos de Campeche.**

Cuadro 8. Características de la UAB 137

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
5.32	**137**	Karst y lomeríos de campeche	Preservación de flora y fauna	Forestal	Ganadería turismo	Minería Pueblos indígenas	Preservación, aprovechamiento sustentable y restauración	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 38, 44

Estado actual medio ambiente. Inestable. Conflicto Sectorial Medio. Baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 24.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición.

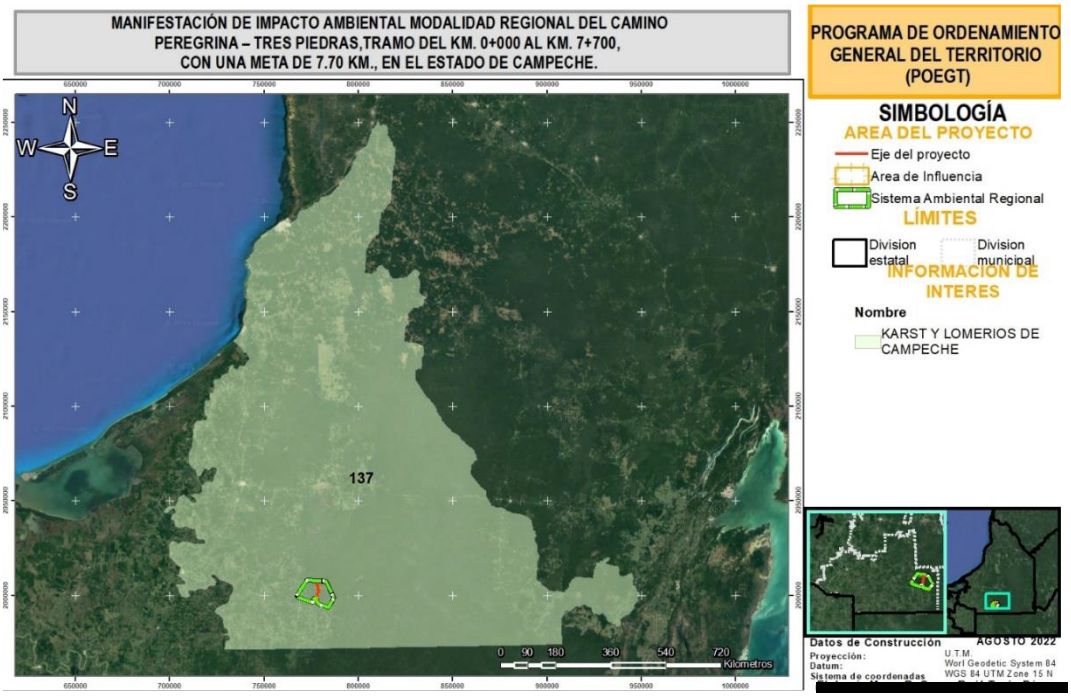


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT

A continuación, se citan los factores de desarrollo y estrategias sectoriales aplicables en la Unidad Ambiental Biofísica de interés:

Cuadro 9. Descripcion de la Estrategia 1

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
A. Dirigidas a la Preservación
Estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación in situ, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación. Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia. Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural. Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación. Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad.

Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos. Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional. Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático. Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo. Fomentar la creación y mayor cobertura de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional. Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales. Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación. Celebrar convenios de o concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados.

***Vinculación con el Proyecto**:* El proyecto, no se encuentra cercano a alguna Área Natural Protegida (ANP), sin embargo, para la ejecución del proyecto se considerara una evaluación a profundidad de los posibles impactos ambientales que se generarían a partir de la ejecución del mismo, destacando además que, en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional; con el fin obtener la autorización en materia ambiental por parte de la SEMARNAT se integran múltiples medidas de mitigación y/o programas ambientales con la finalidad de prevenir, minimizar y/o mitigar los impactos ecológicos que pudiera ocasionar la realización del proyecto. Así mismo, el proyecto contempla el desarrollo de actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, poniendo especial atención en aquellas especies que se encuentren listadas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 10. Descripcion de la Estrategia 2

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
A. Dirigidas a la Preservación
Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.
Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o

emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo). Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica. Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas. Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de traslocación y el movimiento de especies, y que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas. Llevar a cabo evaluaciones técnicas y científicas sobre el impacto que provoca la autorización para la traslocación e introducción de especies, sobre especies nativas y el ambiente en general. Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo. Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).

Vinculación con el Proyecto: El proyecto no se encuentra cercano a alguna Área Natural Protegida (ANP), sin embargo, dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto se integran múltiples medidas de mitigación y/o programas ambientales con la finalidad de prevenir, minimizar y/o mitigar los impactos que pudiera ocasionar la realización del proyecto, con el fin de obtener la autorización en materia ambiental por parte de la SEMARNAT. Así mismo, el proyecto contempla el desarrollo de actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, poniendo especial atención en aquellas especies que se encuentren listadas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 11. Descripcion de la Estrategia 3

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
A. Dirigidas a la Preservación
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad
Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad. Formular estrategias de apropiación y manejo de la biodiversidad, en diferentes escenarios ambientales y culturales, que deriven preferentemente en el diseño de mejores técnicas de uso y el desarrollo de nuevos procesos industriales, productos y mercados para definir esquemas de manejo que permitan la sostenibilidad de los aprovechamientos. Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.

Rescatar el manejo, formas de organización y valores derivados de los conocimientos empíricos o tradicionales, sean éstos etnobotánicos, entomológicos o de otro tipo. Incorporar en la investigación sobre la biodiversidad, aspectos sociales y culturales (valores de uso, religiosos, estéticos, etc.); económicos (valor de los servicios ecológicos, usos actuales y potenciales y su aplicabilidad comercial, etc.), y de manejo (tecnologías, propagación, rehabilitación, etc.), además de los aspectos ecológicos y biológicos (demografía, diversidad genética, aspectos reproductivos, estatus, etc.). Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos. Realizar esfuerzos de modelaje e investigación científica orientada a evaluar los impactos de las emisiones a la atmósfera y el efecto que produciría el cambio climático en las áreas naturales protegidas y en ecosistemas naturales, así como en la abundancia relativa de las especies que sean clasificadas como prioritarias para la conservación, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre), previendo los efectos que los cambios de unos acarrean para otros. Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad. • Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados. • Monitorear “puntos de calor” en tiempo real para detectar incendios. • Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento. • Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 12. Descripcion de la Estrategia 4

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.
Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, traslocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados. Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso. Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.

Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana. Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas, establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en torno al uso selectivo de la biodiversidad. Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o el secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).

Vinculación con el Proyecto: Durante el desarrollo del proyecto no se realizará el aprovechamiento de ningún tipo de recurso natural, fauna o flora silvestre. Con lo que respecta al material vegetal que resulte de las actividades de modernización, este será composteado y esparcido en las zonas propuestas para llevar a cabo las acciones de revegetación, así mismo, para la fauna silvestre se implementarán acciones de concientización ambiental al personal de la obra, con el objetivo de evitar la sustracción ilegal de cualquier especie de fauna silvestre.

Cuadro 13. Descripcion de la Estrategia 5

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable
Estrategia 5: Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad. Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos. Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno. Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal. Proteger los agostaderos con apoyos del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Usos Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria. Identificar proyectos prioritarios de tecnificación del riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar

la productividad por volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores. Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de los sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos. Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad. Apoyo del Programa de Activos Productivos para ganadería diversificada.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 14. Descripcion de la Estrategia 6

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable
Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas
Incrementar la productividad del agua en distritos de riego. • Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado. • Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego. • Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego. • Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 15. Descripcion de la Estrategia 7

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable
Estrategia 7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales
Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena.

• Mantener actualizada la zonificación forestal. • Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado. • Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS). • Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales. • Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal. • Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.

Vinculación con el Proyecto: Durante el desarrollo del proyecto no se realizará el aprovechamiento de ningún tipo de recurso natural, toda vez que no se afectará vegetación natural o forestal, con lo que respecta al material vegetal que resulte de las actividades de modernización, este será composteado y esparcido en las zonas propuestas para llevar las acciones de revegetación.

Cuadro 16. Descripcion de la Estrategia 8

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable
Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales
Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos. • Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores. • Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo. • Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales. • Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales. • Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP. • Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales. • Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable. • Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad. • Fortalecer el Sistema Nacional de Auditorías Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

• Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR. • Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que involucra a las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche, por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto. Sin embargo, dentro de la manifestación de impacto ambiental se realiza un análisis de la prospectiva ambiental del Sistema Ambiental Regional (SAR), en el que se menciona la alta degradación de la vegetación debido a actividades antropogénicas ya que la región se reconoce importante en la realización de actividades ganaderas y pecuarias, por lo que el proyecto en cuestión no será un factor determinante en la disminución de la calidad ambiental del SAR.

Cuadro 17. Descripcion de la Estrategia 12

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
C. Dirigidas a la Protección de los recursos naturales
Estrategia 12: Protección de los ecosistemas
• Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA. • Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería. • Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena. • Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección. • Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto. Sin embargo, contará con la implementación de acciones de conservación de suelos, rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación y protección del factor hídrico, como medidas compensatorias y de mitigación de los impactos ambientales negativos generados por la modernización del tramo carretero.

Cuadro 18. Descripcion de la Estrategia 14

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
D. Dirigidas a la Restauración
Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios
Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas. • 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 los mismos. • Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos. • Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos. • 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. • Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales. • Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción. • Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGAN. • Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto contará con la implementación de acciones de conservación de suelos, rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación con especies nativas de la región y protección del factor hídrico, como medidas compensatorias y de mitigación de los impactos ambientales negativos generados por la modernización del tramo carretero.

Cuadro 19. Descripcion de la Estrategia 15

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
Estrategia 15: Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
• Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.

• Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería. • Apoyar con información y conocimiento geo científico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 20. Descripcion de la Estrategia 15 Bis

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
Estrategia 15BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.
Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades. Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollen. Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 21. Descripcion de la Estrategia 21

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
Estrategia 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo
Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.

Impulsar la integración de circuitos y rutas temáticas y regionales donde se integren las diversas categorías de productos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional. Vincular de manera transversal todas las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva en las instancias de la SECTUR, FONATUR, Consejo de Promoción Turística de México (CPTM) y Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR). Integrar programas, acciones e instrumentos de fomento a la oferta como los programas tecnológicos, de asistencia técnica y financiamiento (MIPYMES). Sistematizar y socializar la información estratégica sobre el desarrollo turístico su evolución, perspectivas y competitividad entre otros. Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística. Gestionar infraestructura de bajo impacto acorde con el tipo de turismo (de naturaleza, de aventura, rural, de la salud e histórico cultural) y asegurar un mantenimiento periódico

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto. Sin embargo, la modernización del camino mejorara el acceso a los servicios básicos y la diversificación productiva. Debido a que el municipio de la Candelaria busca ser impulsado como destino turístico, el contar con una infraestructura moderna y en buenas condiciones permitirá la creación de condiciones para elevar la competitividad, sustentabilidad y diversificación de las actividades económicas, contribuyendo así a la generación de empleos mejor remunerados y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Cuadro 22. Descripcion de la Estrategia 22

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
Estrategia 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación. Identificar y priorizar inversiones y acciones de política con criterios regionales de impulso a zonas marginadas. Actualizar y ampliar el Programa Agenda 21 para el Turismo Mexicano, mediante la evolución de la metodología de indicadores y el desarrollo de la capacidad de respuesta in situ para el seguimiento, verificación del cumplimiento de metas y su integración a los planes de desarrollo de los destinos turísticos.

Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas. Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país. Mejorar los criterios de operación de los Convenios de Coordinación en materia de reasignación de recursos, de manera que se apoyen proyectos que obedezcan a esquemas de planeación o de prioridades estratégicas regionales. Fomentar que se generen las sinergias con el CPTM y FONATUR, para evaluar y en su caso rediseñar sobre la base de su evolución, cobertura geográfica y desempeño en los mercados, los programas regionales “Centros de Playa”, “Mundo Maya”, “Tesoros Coloniales”, “Ruta de los Dioses”, “Frontera Norte” y “En el Corazón de México”.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto. Sin embargo, debido a que el municipio Candelaria es considerado un lugar turístico, el contar con una infraestructura moderna y en buenas condiciones permitirá la creación de condiciones para elevar la competitividad, sustentabilidad y diversificación de las actividades económicas, contribuyendo así a la generación de empleos mejor remunerados y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. Así mismo, permitirá la inclusión de las localidades en alto grado de marginación como es el caso de las localidades de la Peregrina y Tres Piedras.

Cuadro 23. Descripcion de la Estrategia 23

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 1.Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
Estrategia 23: Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Identificar segmentos de mercado nacionales e internacionales no atendidos y/o emergentes, así como sus necesidades de accesibilidad por infraestructuras, equipamientos y de financiamiento al consumo. Cartografiar y monitorear segmentos y nichos de mercado convencionales y especializados; actuales y emergentes. Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales. Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico. Impulsar programas de turismo para segmentos especializados del turismo doméstico: adultos mayores, jóvenes, estudiantes, discapacitados y otros que se consideren pertinentes. Fomentar programas de financiamiento a la demanda de turismo doméstico, incluyendo equipamiento especializado para la accesibilidad de los discapacitados.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 24. Descripcion de la Estrategia 24

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS
Grupo 2. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.
A. Suelo Urbano y Vivienda.
Estrategia 24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
Mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario. Generar las condiciones para que las familias mexicanas de menores ingresos tengan acceso a recursos que les permitan contar con una vivienda digna. Apoyar a las familias en condiciones de pobreza para que puedan terminar, ampliar o mejorar su vivienda y, de esta forma, tengan posibilidad de incrementar su patrimonio y mejorar sus condiciones de vida. He de asegurar que las viviendas tengan acceso a la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos. Regular la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como a zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, áreas naturales protegidas y zonas de riesgo. Promover que la creación o expansión de desarrollos habitacionales se autoricen en sitios con aptitud para ello e incluyan criterios ambientales que aseguren la disponibilidad y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, además de sujetarse a la respectiva manifestación de impacto ambiental.

Vinculación con el Proyecto: La modernización del tramo carretero en las localidades La Peregrina y Tres Piedras permitirá mejorar las condiciones sociales y económicas hasta ahora existentes, contribuyendo así de manera indirecta a la mejora de las condiciones de vivienda y reducirá el rezago social y económico que se presenta en la región.

Cuadro 25. Descripcion de la Estrategia 38

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 2. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.
E. Desarrollo social
Estrategia 38: Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
He de asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.

Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre. Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo. Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso. Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

Cuadro 26. Descripcion de la Estrategia 44

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS UAB 137
Grupo 3. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.
B. Planeación del Ordenamiento Territorial
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.
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. Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional. Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria. Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada. Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.

Vinculación con el Proyecto: El proyecto consiste en la modernización de un tramo carretero que comprende las localidades La Peregrina y Tres Piedras en el estado de Campeche por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto.

III.4.2 Ordenamientos ecológicos Regionales

Los ordenamientos ecológicos regionales tienen como objetivo orientar el desarrollo de los programas sectoriales hacia los sitios, con mayor aptitud y menor impacto ambiental, identificar áreas de atención prioritaria, optimizar el gasto público, asegurar la continuidad de las políticas ambientales locales. Son de observancia obligatoria.

El área que comprende el proyecto se localiza fuera de algún programa de ordenamiento territorial, el más cercano se ubica a 7.45 km de distancia y se trata del Ordenamiento ecológico del territorio del Municipio de Calakmul, el cual es parte de las metas planteadas por el Proyecto PROSURESTE, que se realiza en los Estados de Campeche y Chiapas con las poblaciones de las comunidades que rodean las Áreas Naturales Protegidas de Calakmul y La Sepultura. Tiene como objetivo fomentar los espacios locales donde los actores relevantes toman acuerdos para el desarrollo sustentable de los recursos naturales. Este programa es auspiciado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Agencia Alemana de Cooperación, GTZ (PROSURESTE, 2006).

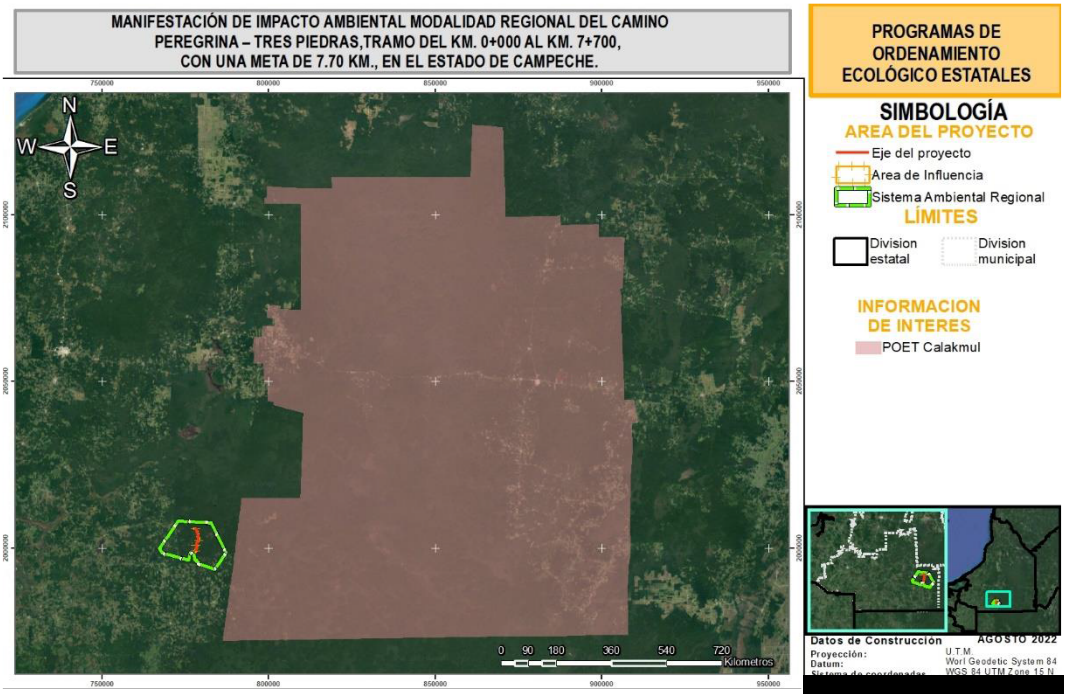


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto a Programas de ordenamiento a nivel estatal

III.4.3 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)
- Sitios Ramsar

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

III.4.3.1 Áreas naturales protegidas

En México existen áreas naturales protegidas de diversos tipos: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas, todas ellas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), y son grandes espacios geográficos en las que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque algunas veces también conjuntamente culturales o históricos.

Campeche cuenta con la mayor superficie bajo protección (2, 278,765.59 ha) a través de ANP´s en la península de Yucatán, lo que representa el 40% de la superficie del estado. La Reserva de la Biosfera Calakmul, junto con las Zonas Sujetas a Conservación Ecológica Balam-ku y Balam-kin integran el macizo forestal más grande de México (1, 242,385 ha), que junto con otras áreas del sureste de México, Belice y Guatemala representan el segundo macizo forestal más grande de América, después del Amazonas (Galindo-Leal 1999, Semarnap 2000, Secol 2009). El tamaño, el buen estado de conservación y la conectividad de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, con las selvas Guatemala y Belice en Centroamérica, hacen de las selvas de Campeche una de las únicas esperanzas para la sobrevivencia de especies amenazadas y en peligro de extinción con altos requerimientos espaciales como los felinos (jaguar y puma), o que realizan “migraciones” locales (como aves o mariposas).

La situación en Campeche con respecto a las áreas naturales protegidas es relevante. Hasta la fecha hay cinco áreas naturales decretadas como protegidas, cuatro de competencia federal y una de competencia estatal. En conjunto equivalen aproximadamente a 35 por ciento de la superficie total del territorio del estado.

Expuesto lo anterior, se identifica que el proyecto NO incide en superficies que correspondan a polígonos de algún área natural protegida de competencia federal, la más cercana está a 29.87 km de distancia y es el ANP Calakmul. Así mismo, a nivel estatal y municipal el más cercano está a 10.97 km y es el ANP Balam-Ku, tal y como se muestra en las siguientes figuras.

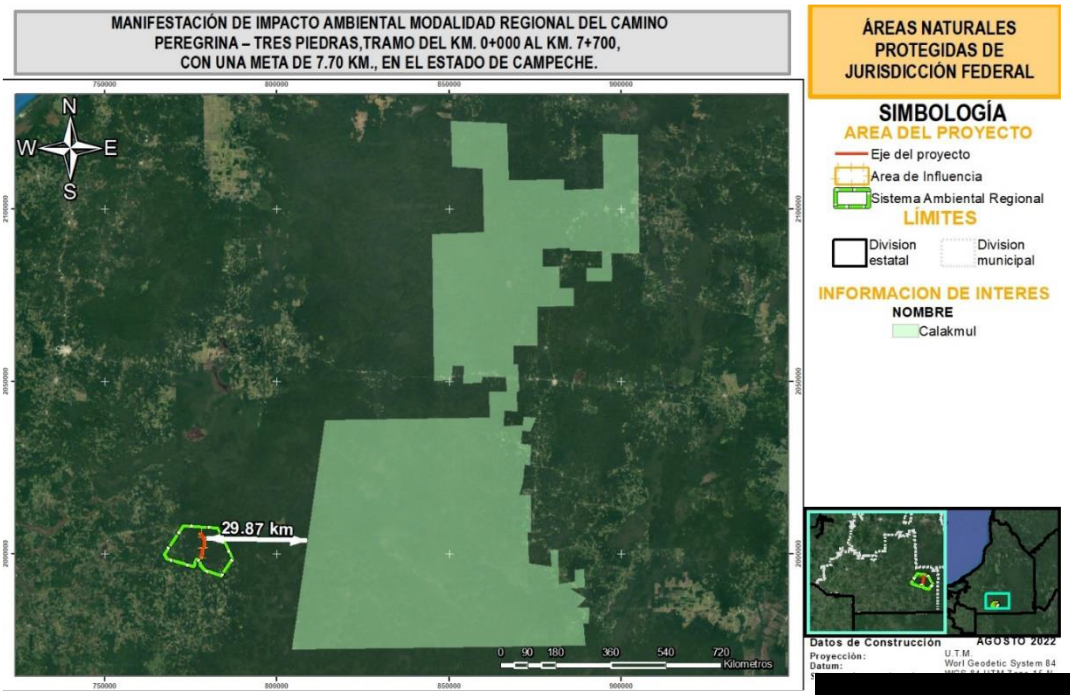


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP

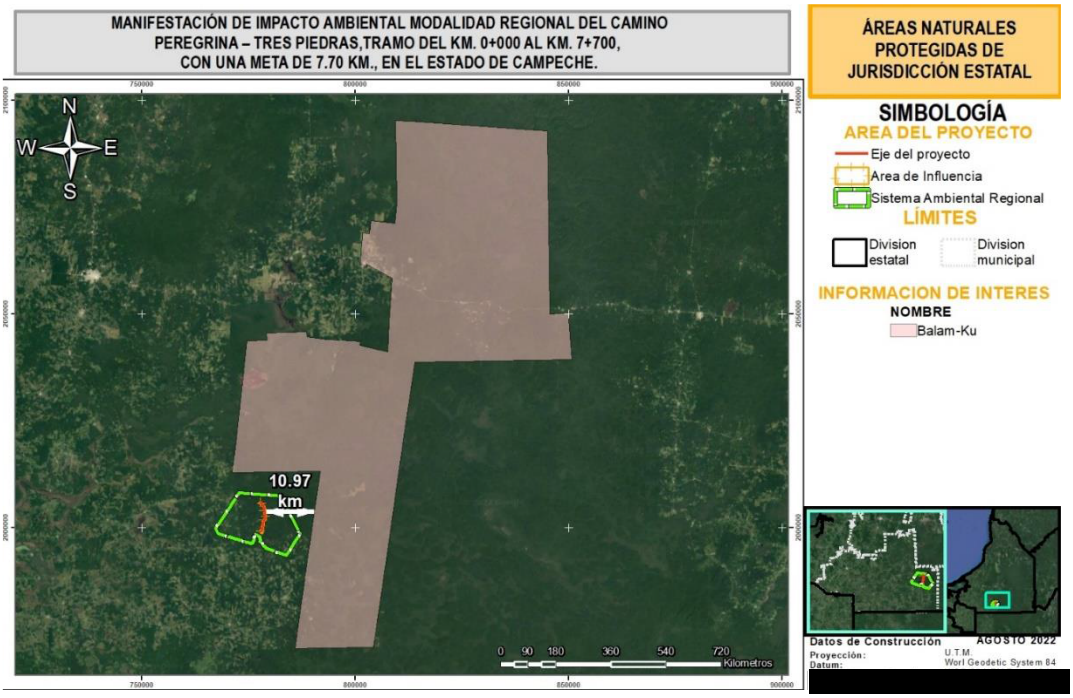


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto al ANP estatal

III.4.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Ante la acelerada perdida y modificación de los ecosistemas en México, se hace urgente el fortalecimiento en los esfuerzos de conservación de aquellas regiones que presentan alta biodiversidad y ofrecen diversos servicios ecosistémicos. El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Como se mención, son unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

El proyecto se encuentra dentro de Región Terrestre Prioritaria **(RTP) 151 Silvituc-Calakmul,** Esta región incluye a una de las mayores extensiones de selvas tropicales del país, así como parte de la selva maya en México. Abarca el ANP de Calakmul, las últimas selvas altas de la península de Yucatán y posiblemente las mayores poblaciones en México de muchos vertebrados como el jaguar, el tapir, el pavo ocelado y el pecarí de labios blancos. Existen poblaciones de especies amenazadas y en peligro. Posee una topografía bastante homogénea. Una de las problemáticas que presenta esta región es la presencia de carreteras que actúan como barrera para el flujo genético de la fauna.

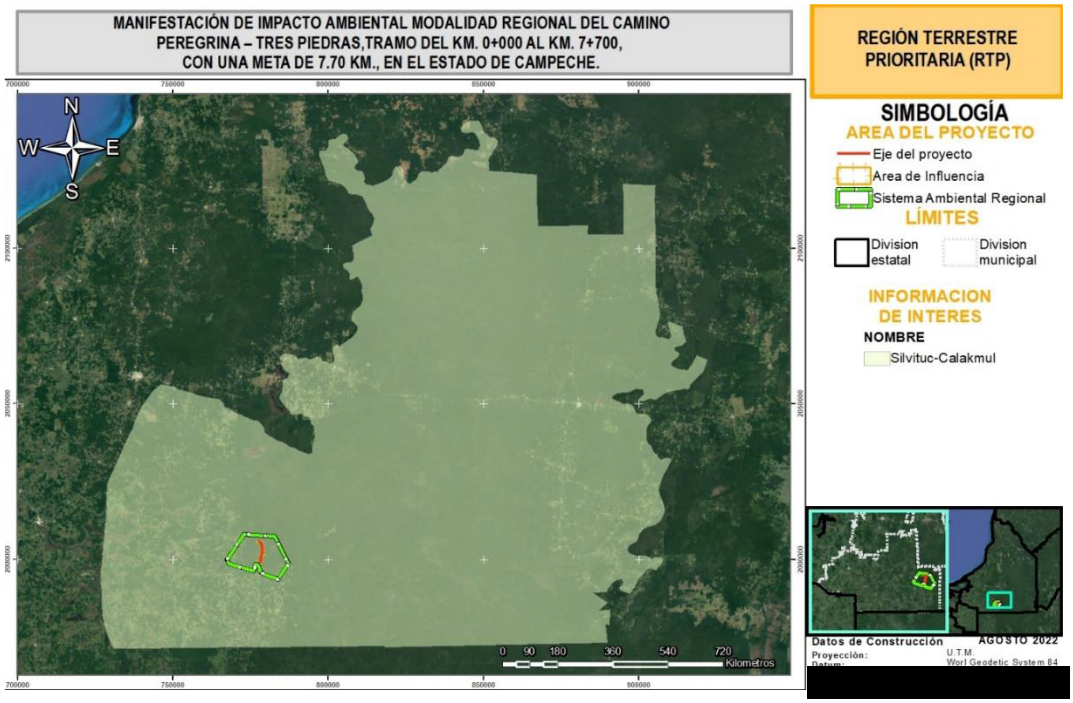


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RTP

III.4.3.3 Regiones Hidrológico-Prioritarias (RHP).

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México. El proyecto se encuentra inmerso en la RHP 95 Sur de Campeche.

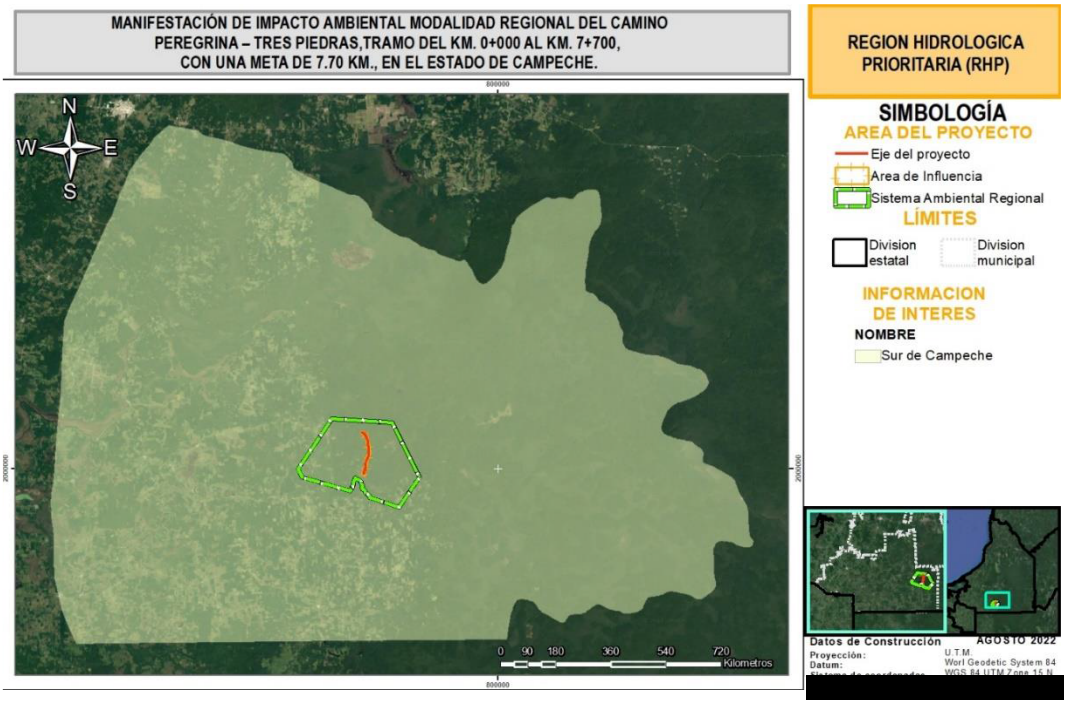


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a RHP

III.4.3.4 Áreas de importancia para la conservación de las aves.

A principios de los años ochenta surge la idea del programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS) por parte de BirdLife International y la Oficina Internacional para la Investigación de los Humedales (IWRB, por sus siglas en inglés). En México este programa surge como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International en 1996, con el objetivo de crear una red regional de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos.

Las AICAS se sustenta en sólidos principios biológicos, siendo muchas de estas áreas sitios valiosos para la preservación de las especies que dependen de los hábitats que en ellos se encuentran; por lo que la protección y preservación de estos lugares resulta crucial, constituyendo así una alternativa de conservación para numerosas especies de aves, contribuyendo así a la supervivencia de muchos taxones. El proyecto no se encuentra dentro de alguna AICA, la más cercana se localiza a 29.55 km y se trata de la AICA.

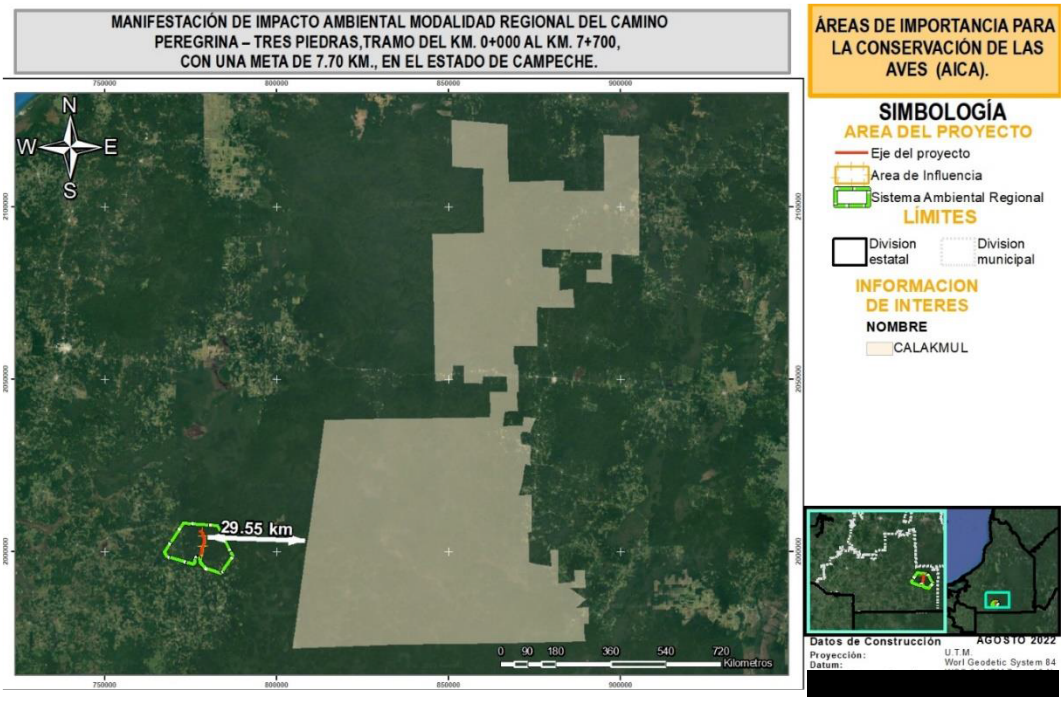


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a AICA.

III.4.3.5 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. México tiene actualmente 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8,657,057 hectáreas. 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, se determinó que el área del proyecto no recae en alguno de ellos, ya que el más cercano es el Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de términos.

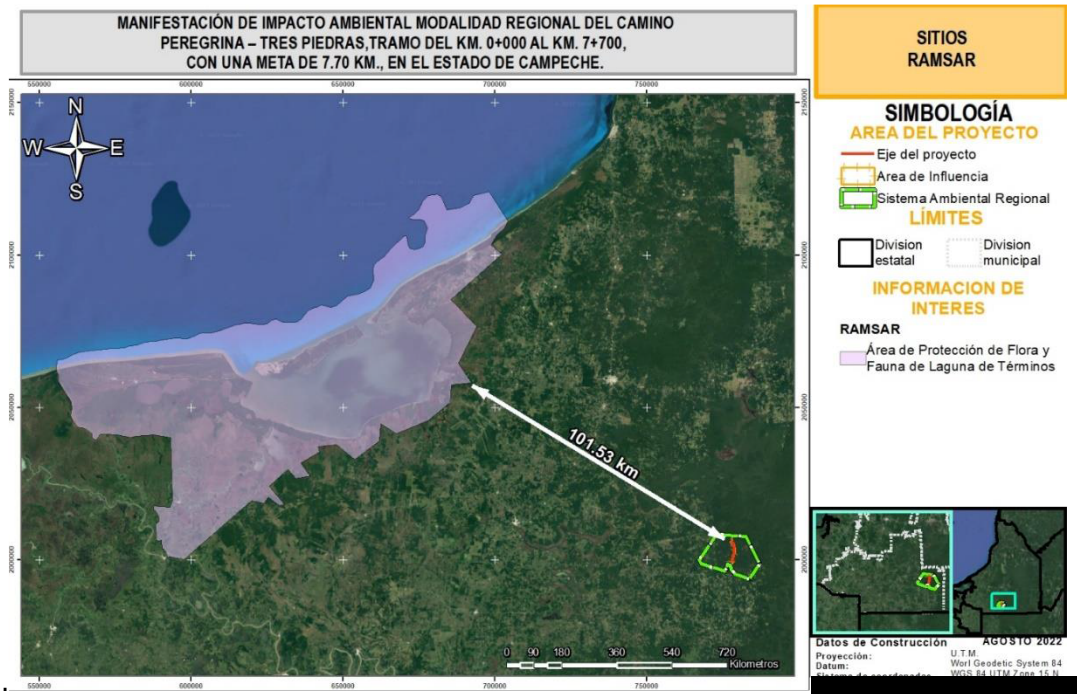


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR

III.5 Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno.

III.5.1 Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional.

III.5.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental

Última Reforma DOF 11-04-2022

ARTÍCULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Cuadro 27. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

Fundamento jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el	Con lo que respecta al presente proyecto, al tratarse de la construcción de una vía de comunicación, se deberá solicitar previamente la autorización en materia de Impacto Ambiental a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que el efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.	
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, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En virtud de que se trata de una obra de infraestructura vial, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental (PEIA) a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental; para su análisis y dictamen correspondiente en materia de Impacto Ambiental. En cumplimiento al principio de política ambiental establecido en el artículo 15 fracción IV de la LGEEPA, en el contenido del capítulo VI del presente manifiesto se describen un conjunto de medidas de mitigación que se ejecutaran con el fin de evitar o reducir al mínimo las posibles afectaciones sobre el medio ambiente, las cuales son de acuerdo con la identificación de los impactos ambientales que podrían presentarse durante la ejecución del proyecto.

III.5.1.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental

Última Reforma DOF 31 de octubre de 2014

Cuadro 28. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA.

Fundamento jurídico
Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Artículo 2. La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia.
Artículo 4. Compete a la secretaría: Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento,
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.
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 la que se solicita autorización.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: **I.** Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; **II.** Un conjunto de proyectos de obra y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y **III.** Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: **I.** La manifestación de impacto ambiental. **II.** Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentando en disquete, y **III.** Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.
Vinculación con el proyecto
El proyecto se vincula con este reglamento por tratarse de obras y/o actividades que pretenden la mejora de un camino existente, que por las acciones que requieren para su ejecución y en cumplimiento a lo que establece este reglamento, se presenta a la autoridad correspondiente una Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional para su análisis y dictaminación correspondiente. Por la interacción del proyecto con los diferentes componentes ambientales, como son: suelo, agua, flora, fauna, etc., durante la ejecución y operación de este se presentan impactos ambientales los cuales, se sumarán a los que ya se están dando en el área a intervenir, sin

embargo, en el contenido de capítulo VI del presente manifiesto, se desarrollarán un conjunto de medidas de mitigación, con la finalidad de evitarlos, atenuarlos o compensarlos.

III.5.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento

Última reforma DOF 11 – 04 – 2022.

Cuadro 29. Vinculación del proyecto con la LGDFS.

Fundamento jurídico
Artículo 1. La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
Artículo 2. Son objetivos generales de esta Ley: I. Conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, en las cuencas hidrográficas, con un enfoque ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables.
Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: **VI.** Cambio de uso de suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; **LXXI.** Terreno forestal: el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas. **LXXII.** Terreno preferentemente forestal: aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente; **LXXX.** Vegetación forestal: 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.
Artículo 14. La secretaria ejercerá las siguientes atribuciones: **XI**. Expedir, por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales;
Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:

I. Autorización de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.
Vinculación con el proyecto
Para cumplir con la vinculación con esta Ley, 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. 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. 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. 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. Particularmente para el proyecto se considera necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.4693 ha, cabe destacar que se aprovechara el camino existente y la superficie requerida adicional estar en función de la ampliación y corrección de curvas.

Cuadro 30. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS.

Fundamento jurídico
Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Artículo 139. Para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida l Secretaría, el cual deberá contener: I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar., conforme a la clasificación del uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. 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; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital. Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.
Vinculación con el proyecto
Se hace la observancia del presente Reglamento para que la autoridad ambiental, en base a lo mencionado y a la información plasmada en la MIA-R del proyecto determine lo conducente, toda vez, que las disposiciones de estos preceptos tienen por objeto regular y fomentar la conservación, protección, ordenación, restauración, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

III.5.1.3 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento.

Última Reforma del 20 de Mayo de 2021.

Cuadro 31. Vinculación del proyecto con la LGVS.

Fundamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 1. La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y	Se realizó visita al sitio del proyecto para realizar un diagnóstico de las especies de vida silvestre que pudieran encontrarse en el área de estudio, a fin de poder identificar y/o descartar las especies de flora y fauna establecidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. (Las especies identificadas en la visita de campo se describen de forma específica en el contenido del capítulo IV de la presente MIA-R).

aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.	Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto pretende la modernización de un camino de terracería existente. No obstante, éste contempla el desarrollo de diversas medidas de prevención, compensación, minimización y/o mitigación ambiental de los posibles impactos que se generen debido a la ejecución del proyecto, tales como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Rescate y Reubicación de Fauna y Programa de Restauración Integral. Dichos programas estarán dirigidos principalmente hacia aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o aquellos lugares ambientalmente degradados y/o susceptibles a degradación. Es importante mencionar que el proyecto no pretende el aprovechamiento extractivo de especies silvestre, únicamente propone obras y actividades para la mejora de un camino existente y en operación.
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre, queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación en perjuicio de los intereses de la Nación	
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	

Cuadro 32. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.

Fundamento jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.	Como se ha indicado el proyecto llevará a cabo medidas que ayuden a minimizar el impacto hacia la flora y fauna del lugar, siendo importante mencionar que la ejecución de estas medidas de mitigación tienen como finalidad que durante la realización de los trabajos propuestos se respete la integridad funcional1 y la capacidad de carga2 del ecosistema que forman parte de los recursos naturales existentes en la zona de estudio, lo anterior, en términos del conjunto de ellos (integridad funcional y capacidad de carga), se refiere a “la función de soporte que tiene el territorio y los ecosistemas que lo forman
Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo con el orden de prelación que se indica. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el	

[1] Integridad Funcional: Conjunto de mecanismos que permiten el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema, entendiendo como mecanismos los sucesos intermedios entre causa y efecto. Fuente: http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/impactoambiental/Paginas/criterios.aspx

[2] Capacidad de carga: es la medida que posee un componente ambiental (agua, aire, suelo, flora o fauna) para depurar, dispersar, absorber o soportar vertidos, emisiones o residuos sin afectar su calidad, estructura o función. Fuente: http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/impactoambiental/Paginas/criterios.aspx

hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación. VI. Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.	para las actividades humanas en términos de vocación y compatibilidad". Dentro de las medidas más importantes a ejecutarse están: • Programa de Rescate y Reubicación de flora y fauna. • Propuesta para la ubicación y dimensiones de obras de drenaje como pasos de fauna. Lo cual ayudara a promover el cuidado de las especies de flora y fauna que conforman el ecosistema del área de influencia del proyecto.

III.5.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento.

Última Reforma del 18 de enero de 2021

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen 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.

Cuadro 33. Vinculación del proyecto con la LGPGIR

Fundamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Los residuos peligrosos que se generen durante las distintas fases del proyecto se deberán identificar y clasificar de acuerdo con lo establecido por este artículo.
Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	Se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos.
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su	

Fundamento	Vinculación con el proyecto
Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las NOM. De la misma manera, siempre que se contraten los servicios de un gestor de residuos peligrosos, se deberá asegurar que éste cuente con la debida autorización vigente por parte de la Secretaría para proveer tal servicio.
Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	Siempre que se contraten los servicios de empresas o gestores para el manejo de residuos peligrosos, se deberá cerciorar que dichas empresas cuentan con la debida autorización vigente expedida por la Secretaría, para llevar a cabo ese servicio.
Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	Se deberá notificar a la Secretaría o a las autoridades estatales correspondientes cuando se generen o manejen residuos peligrosos.

Fundamento	Vinculación con el proyecto
Artículos 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	De acuerdo con las características del proyecto, se podrán generar residuos considerados como peligrosos, en el rango de volumen que corresponde a un microgenerador (entre 1 y 400 kg anuales). En este sentido, se deberá atender a las obligaciones que a esta clasificación corresponden.
Artículos 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	En lo que respecta a la identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos que se generen se atenderá a estos artículos. Asimismo, al término de la actividad generadora de residuos peligrosos, se deberá dejar libres de residuos peligrosos y contaminación aquellas instalaciones en donde se hubieren generado y almacenado temporalmente dichos residuos.
Artículo 48. Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.	En función de que la generación de residuos peligrosos durante el proyecto se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el Artículo 42, Fracción III del Reglamento de la presente Ley, el Proyecto se categoriza como microgenerador, en función de lo cual, puede transportar los residuos peligroso que genera, debidamente embalados, a el centro de acopio autorizados, de acuerdo con lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivo ante las autoridades competentes.
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir	En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.

Fundamento	Vinculación con el proyecto
para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	
Artículo 55. La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo. Asimismo, dichos envases y embalajes deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos cuando ya no se utilicen.
Artículo 56. La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	El almacén temporal de residuos peligrosos deberá cumplir con las características que menciona el presente artículo. Asimismo, no deberá excederse el tiempo máximo de 6 meses que los residuos pueden permanecer en el almacén temporal, contados a partir de su generación.
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.	En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que dispone este artículo respecto a la atención de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales.

Cuadro 34. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR

Artículo-reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el proyecto
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 especifica; 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, y b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	Se deberán identificar los residuos peligrosos de acuerdo con lo que establece el presente artículo.
Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y	Toda vez que el volumen previsto de generación de residuos peligrosos es menor a los 400kg anuales, el proyecto se categoriza como microgenerador, en función de lo que establece este artículo.

Artículo-reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el proyecto
III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	
Artículo 68. Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información: I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones. Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.	Cuando se dejen de generar residuos peligrosos se deberá presentar ante la Secretaría el aviso correspondiente.
Artículo 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.	Cuando se generen residuos peligrosos y deban ser almacenados temporalmente, se deberá atender a los tiempos máximos y condiciones de almacenamiento que establece estos artículos.
Artículo 84.	El almacenamiento de residuos peligrosos de forma temporal

Artículo-reglamento de la LGPGIR	Vinculación con el proyecto
Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	no deberá exceder un periodo de 6 meses.
Artículo 85. Los microgeneradores que decidan transportar en sus propios vehículos los residuos peligrosos que generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar claramente los residuos peligrosos, envasándolos o empaquetándolos en recipientes seguros que eviten cualquier tipo de derrame. El embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador, los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.	Como microgenerador de residuos peligrosos se podrán transportan los residuos peligrosos en vehículos propios hacia un centro de acopio autorizado, debidamente envasados y etiquetados en recipientes seguros, sin exceder los 200 kilogramos por viaje.
Artículo 87. Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.	Los envases utilizados para el manejo y transporte de los residuos peligrosos generados se reutilizarán siempre y cuando mantengan las características indispensables para evitar la liberación de los materiales y/o residuos peligrosos que debieran contener. Una vez terminada su vida útil, dichos envases deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos.

III.5.1.5 Ley General de Cambio Climático (LGCC).

Última Reforma DOF 13 de junio de 2018.

De acuerdo con lo que establece en su artículo 1, la presente Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. El objeto de esta Ley es establecer las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Asimismo, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Cuadro 35. Vinculación del proyecto con la LGCC.

Artículo-LGCC	Vinculación con el proyecto
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	El proyecto ejecutará diversas medidas de prevención, mitigación y de compensación, para evitar o minimizar los

Artículo-LGCC	Vinculación con el proyecto
VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.	impactos sobre el medio ambiente a intervenir, cumpliendo de esta forma, con los principios que señala la política nacional de cambio climático, los cuales son: de precaución, prevención y de responsabilidad ambiental; toda vez que, el proyecto tiene como finalidad la mejora de un camino existente y que actualmente se encuentra en operación, como puede evidenciarse en el capítulo II y IV del presente estudio ambiental. Así mismo plantea la ejecución de los siguientes programas (Para mayor detalle de estas medidas consultar capítulo VI del presente estudio ambiental).

III.5.1.1 Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Última Reforma del 11 de Mayo de 2022.

ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable

Cuadro 36. Vinculación del proyecto con la LAN.

Artículo-LAN	Vinculación con el proyecto
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en	En observancia de lo que establece este artículo, como medidas para prevenir la contaminación del agua, se contemplan distintas acciones, entre las que se encuentra la colocación de contenedores con tapa en los frentes de trabajo, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en las áreas de generación, y la capacitación del personal a pie de obra, para que deposite en dichos contenedores los residuos sólidos urbanos que genere, y de esta manera se evite que por efecto de disolución o arrastre dichos residuos pudieran contaminar los escurrimientos y cauces hidrológicos de la zona. Asimismo, es importante señalar, que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales, en este sentido, se contratarán los servicios de sanitarios portátiles, contratando a un proveedor de dicho servicio

Artículo-LAN	Vinculación con el proyecto
términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	que garantice dar una adecuada disposición final a los desechos. Aunado a lo anterior, durante la ejecución del proyecto se instruirá al personal involucrado, para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria.
Articulo 100 **"La Comisión"** establecerá las normas o realizará las acciones necesarias para evitar que la construcción u operación de una obra altere desfavorablemente las condiciones hidráulicas de una corriente o ponga en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes o de los ecosistemas vitales.	

III.5.1.2 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Última Reforma DOF 07 de junio de 2013.

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

Cuadro 37. Vinculación del proyecto con la LFRA.

Fundamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 2. Para los efectos de esta Ley, se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por: I. Criterio de Equivalencia: Lineamiento obligatorio para orientar las medidas de reparación y compensación ambiental, que implica restablecer los elementos y recursos naturales o servicios ambientales por otros de las mismas características. II. III. Daño al ambiente: pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6º. de esta Ley	Se hace la vinculación a estas definiciones por el tipo de obra a realizar y por la ubicación de este. Es importante mencionar que la fracción II de criterio de equivalencia tiene relación con el artículo 51 del REIA de la LGEEPA debido a que se podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto al cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando se ocasionen daños graves a los ecosistemas

Fundamento	Vinculación con el proyecto
XVI. Servicios ambientales: las funciones que desempeña un elemento o recurso natural en beneficio de otro elemento o recurso.	
Artículo 5. Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.	El proyecto se somete al procedimiento de Evaluación de Impacto ambiental, por medio de esta MIA-R donde se da a conocer el proyecto y los posibles impactos negativos y positivos que se ocasionará con la ejecución del proyecto, a su vez también se da a conocer las medidas preventivas, de mitigación y en su caso de compensación de los posibles impactos que se ocasionarían con el proyecto. Expuesto lo anterior no habrá dolo por la ejecución del proyecto.
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.	Previo a la realización del presente estudio de impacto ambiental, se desarrollaron trabajos de campo con la finalidad de conocer las condiciones ambientales que presenta la zona de estudio, y con base en ello diagnosticar posibles conflictos ambientales que generaría la ejecución del proyecto y proponer las medidas de mitigación adecuadas para prevenir y mitigar las afectaciones sobre el medio ambiente. Expuesto lo anterior el proyecto no contraviene y se ajusta a lo que dictaminan los limites previstos en las Leyes ambientales y normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto.
Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	El proyecto presenta ante la autoridad ambiental (SEMARNAT), las obras y actividades la modernización de un camino existente y en operación, para ser evaluada en materia de impacto ambiental, y obtener la autorización

Fundamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica. Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.	correspondiente para la ejecución de los trabajos proyectados; resolución que habrá que acatar el promovente del proyecto de conformidad con lo dispuesto en los Términos y Condicionantes establecidos en ella. Además de que el PROMOVENTE y en su caso la CONTRATISTA deberá presentar una fianza derivado de un ETE que garantice cubrir los daños que de manera directa o indirecta ocasionen un daño al ambiente, según lo establecido en el Capítulo Segundo “Obligaciones derivada de los daños ocasionados al ambiente”
Artículo 13. La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño (…)	
Artículo 14. La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos: I. Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes: • Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales; • Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental (…)	
Artículo 15. La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la	

Fundamento	Vinculación con el proyecto
proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.	
Artículo 16. Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstas en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base	
Artículo 17. La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño. Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño (…)	
Artículo 24. Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas.	

III.5.2 Vinculación con instrumentos jurídicos de nivel estatal.

III.5.2.1 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche

DECRETO 80, P.O. 27/JUN/2022

Cuadro 38.. Vinculación del Proyecto con LEEPA del estado de Campeche

Descripción	Vinculación
ARTÍCULO 8.- Corresponde al Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría Estatal: XIV. Evaluar la manifestación del impacto ambiental, previamente a la realización de las obras o actividades, en los casos de competencia estatal;	Como bien indica este articulo al ser este un proyecto de índole federal queda excluido de presentar la Manifestación de Impacto Ambiental ante el estado de Campeche, sin embargo, el presente Estudio será ingresado ante la autoridad en este caso SEMARNAT, para ser evaluado acorde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de impacto ambiental

III.5.2.2 Ley de Derechos, Cultura y Organización de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Campeche.

Esta ley del estado de Campeche es aplicable a la presente MIA-R, relación a su alcance y objeto, el cual se encuentra en su artículo primero, que dice lo siguiente:

[…] tiene por objeto el reconocimiento, preservación y defensa de los derechos, cultura y organización de los pueblos y comunidades indígenas asentados en el Estado de Campeche, así como el establecimiento de las obligaciones de los Poderes del Estado y las autoridades municipales, en lo relativo a sus relaciones con los pueblos y comunidades indígenas, para elevar el bienestar social de sus integrantes, promoviendo su desarrollo a través de planes, programas y accione específicas. (Ley de Derechos, Cultura y Organización de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Campeche, 2000)

Cuadro 39. Vinculación del Proyecto con LDCO de los Pueblos Indígenas del estado de Campeche

Descripción	Vinculación
Artículo 3.- Esta ley reconoce los derechos sociales del pueblo maya, así como los de las demás etnias indígenas que, provenientes de otros Estados de la República o de otro país, ya residen en forma temporal o permanente dentro del territorio del Estado de Campeche, y que tienen derecho a conservar sus costumbres, usos, tradiciones, lengua, religión, indumentaria y en general todos aquellos rasgos culturales que los distingan, de conformidad con los principios que establece esta ley.	El promovente reconoce y respetará en todo momento a las autoridades tradicionales de las comunidades indígenas, nombradas por sus integrantes de acuerdo con sus propias costumbres.

III.5.3 Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo con la fracción XVI del Artículo 4 de la Ley de Infraestructura de la Calidad, se entiende por Norma Oficial Mexicana a la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las Autoridades Normalizadoras competentes cuyo fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público previstos en este ordenamiento, mediante el establecimiento de reglas, denominación, especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquéllas relativas a terminología, marcado o etiquetado y de información. Las Normas Oficiales Mexicanas se considerarán como Reglamentos Técnicos o Medidas Sanitarias o Fitosanitarias, según encuadren en las definiciones correspondientes previstas en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es Parte.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables:

III.5.3.1 Ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994: Norma Oficial Mexicana 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.

Esta norma oficial mexicana 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 presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo con su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

Para el control de la emisión de ruido se propone la realización de acciones de afinación y mantenimiento periódico de vehículos y maquinaria que operen en los frentes de trabajo durante la construcción del proyecto, esto, para minimizar la generación de niveles altos de ruidos. También se plantea trabajar en horarios diurnos para evitar afectación a la fauna silvestre y a las localidades cercanas al sitio del proyecto.

III.5.3.2 Emisiones a la atmosfera

NOM-041-SEMARNAT-2015: 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.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda.

Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

Para reducir la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustibles, se propone llevar a cabo acciones de afinación y mantenimiento periódico a vehículos y maquinaria que operen en los frentes de

trabajo. El mantenimiento rutinario de los vehículos y el control de sus emisiones permitirá reducir las molestias e impactos que se derivan de la quema de combustibles fósiles.

NOM-045-SEMARNAT-2017: Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Para reducir las emisiones por coeficiente de absorción de luz y por ciento de opacidad provenientes del escape de vehículos automotores que usan diésel como combustibles, se propone llevar a cabo, durante la construcción de la obra, acciones de afinación y mantenimiento de vehículos y maquinaria que operen en los frentes de trabajo.

III.5.3.3 Residuos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos

Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

Al respecto, el proyecto propone la ejecución de diversas medidas de mitigación para evitar o reducir al mínimo las afectaciones en el medio ambiente que deriven por los residuos peligrosos, entre las que se encuentra:

- Manejo y disposición adecuada de residuos y sustancias peligrosas y de manejo especial. Para realizar la separación de los residuos peligrosos y de manejo especial se deberá contar con contenedores de una capacidad mínima de 200L, estos deberán estar rotulados de manera distinta a los contenedores destinados para los residuos sólidos urbanos, y se colocarán en los sitios en los que se genere una mayor cantidad de este tipo de residuos, es decir, talleres, patios de maquinaria, almacenes y bodegas.

- Instalación de almacén temporal de residuos sólidos y peligrosos. Todos los residuos sólidos urbanos y peligrosos, así como los residuos de construcción deberán ser depositados en el almacén temporal hasta su recolección para su disposición final. En el caso de los residuos peligros la disposición final deberá ser realizada por una empresa que se encuentre debidamente acreditada para el manejo y traslado de residuos peligrosos por la SEMARNAT.
- Limitar actividades a la línea de ceros. Para evitar la afectación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 tanto de flora como de fauna que se encuentren fuera de la línea de ceros, todas las actividades se deberán limitar a dicha superficie, con lo cual se evitará aumentar la fragmentación del hábitat y que se presente la muerte de organismos durante la realización de obras en áreas no contempladas.

Los desechos contaminantes de hidrocarburos provenientes de maquinaria en campo deberán ser trasladados inmediatamente al almacén de Residuos Peligrosos.

III.5.3.4 Flora y fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010: Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

Esta norma 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, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta norma.

De acuerdo con la información documental y las visitas de campo realizadas, se encontraron las siguientes especies de flora y fauna silvestres incluidas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARANT-2010

Es importante mencionar que, el estado actual del sitio para la flora y la fauna silvestre donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra alterado a nivel del eje del proyecto. Esto se ocasionó en principio por las actividades antropogénicas que se desarrollan en el sitio y por los asentamientos humanos del lugar, no obstante, a nivel del SAR aún se conservan muchas superficies que presentan un estado medio de conservación, las cuales, en un futuro podrían verse impactadas por la expansión y requerimiento de superficies para las actividades humanas.

El proyecto, sin duda generará impactos hacia la fauna silvestre, de modo que las medidas ambientales que se proponen en la presente MIA-R no solo se limitan a la prevención y mitigación de impactos, si no también, se plantean medidas de compensación que beneficien y garanticen la protección de la vida silvestre. Por todo lo anterior se considera que el proyecto **NO afectara permanentemente los patrones de distribución, alimentación, reproducción y**

comportamiento de fauna silvestre, incluidas aquellas bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para proteger a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el proyecto contempla diversas acciones con el objetivo de prevenir, reducir al mínimo, mitigar y en su caso compensar los impactos negativos sobre el ecosistema y la biodiversidad, que se prevé sean generados por la ejecución del proyecto. Entre dichas acciones se encuentra la ejecución de los siguientes programas: rescate y reubicación de especies de flora y fauna (en los cuales se pondrá especial atención en el rescate de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y reforestación con especies nativas. Cabe mencionar que, con la ejecución de los programas antes mencionados, se contribuirá a generar hábitats susceptibles de ser aprovechados por la fauna de la zona. Al mismo tiempo, se prevé la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna y la instalación de señalética para que los usuarios de la vía de comunicación moderen su velocidad para prevenir atropellamientos de fauna. Asimismo, se evitará realizar trabajos en época de reproducción, sobre todo en casos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, también se considera la capacitación de la planta laboral en temas de educación ambiental, a través de la cual serán instruidos para evitar todo acto de caza, captura, daño, comercialización y aprovechamiento o perturbación de fauna silvestre existente en el área del proyecto. Al mismo tiempo se promoverá el conocimiento entre los trabajadores de las sanciones y disposiciones que las leyes ambientales establecen para la protección de la fauna.

En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como las condiciones actuales del ecosistema en el que se inserta; y derivado del análisis de los impactos ambientales, se considera que, llevando a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones tanto preventivas, como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se encuentran detalladas en el capítulo VI de la Manifestación de Impacto Ambiental la ejecución del proyecto no representaría una amenaza para la capacidad de los ecosistemas de soportar los impactos ambientales que se generarían, y no compromete la supervivencia de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.5.4 Conclusiones

Una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental, así como con los instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que resultaron aplicables; se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las características del ecosistema en que se inserta; el proyecto no contraviene estrategia o criterio alguno establecido en los ordenamientos ecológicos del territorio e instrumentos de política ambiental. Por otro lado, el proyecto presenta congruencias con el Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024, así como con el Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018 – 2024 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con el Plan Estatal de Desarrollo de Campeche

Lo anterior se debe a que el proyecto representa una obra de beneficio social y seguridad vial, toda vez que las condiciones actuales del camino no resultan favorables, en este sentido, la modernización propuesta contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las localidades que usan este camino (La Peregrina, Tres Piedras) ya que se tendrá una vialidad debidamente conformada, con un ancho homogéneo y suficiente para albergar dos carriles de circulación, se tendrán obras de drenaje suficientes para permitir el libre flujo hidrológico y obras complementarias de drenaje para mantener en buenas condiciones la superficie de rodamiento .

Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos ecológicos aplicables (POEGT y POETES), se encontró que el mismo no presenta controversia alguna con la normatividad aplicable, siempre y cuando se ejecuten en tiempo y forma las medidas tanto preventivas, como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, las cuales se detallan en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Asimismo, el proyecto deberá ajustarse a los límites y condiciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas, así como las disposiciones de la legislación aplicable a las distintas actividades que lo conforman.

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

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 1
IV.1 Delimitación del Área de Influencia (AI) 1
IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 2
IV.2.1 Delimitación del área de estudio 2
IV.2.2 Metodología 3
IV.2.3 Delimitación analítica y gráfica 4
IV.2.4 Resultado 7
IV. 1. Medio abiótico 10
IV. 1.1 Clima 10
IV. 1.2 Precipitación 11
IV. 1.3 Temperatura 13
IV. 1.4 Fenómenos meteorológicos 14
IV. 1.5 Grado de riesgo por bajas temperaturas 14
IV. 1.6 Grado de riesgo por ciclones tropicales 15
IV. 1.7 Grado de riesgo por sequias 16
IV. 1.8 Grado de riesgo por inundaciones 17
IV. 1.9 Fisiografía 18
IV. 1.10 Geología y geomorfología 20
IV. 1.11 Susceptibilidad 22
IV. 1.11.1 Susceptibilidad de la zona por sismicidad 22
IV. 1.11.2 Susceptibilidad de la zona a derrumbes, flujos y deslizamientos 24
IV. 1.12 Sistema de topoformas 26
IV. 1.13 Suelos 27
IV. 1.13.1 Estado de conservación del suelo 28
IV. 1.14 Hidrología superficial y subterránea 29
IV. 1.1.1 Acuífero 29
IV. 1.14.1 Región hidrológica y Cuenca 32
IV. 1.1.2 Escurrimientos y cuerpos de agua 35

IV.3 Medio biótico 37
IV.3.1 Vegetación 37
IV.3.2 Caracterización de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área de Influencia (AI). 59
IV.3.3 Caracterización de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el Área del Proyecto (AP) 82
IV.3.4 Análisis comparativo de la Vegetación de selva mediana subperennifolia entre el Sistema Ambiental Regional y el Área de del Proyecto 1
IV.3.5 Estimación de individuos a remover en el área del proyecto con vegetación de selva mediana subperennifolia. 20
IV.3.6 Fauna 23
IV.3.7 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área de Influencia (AI) 61
IV.3.8 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área del Proyecto (AP) 67
IV.3.9 Medio socioeconómico 82
IV.4 Diagnostico ambiental 88
IV.4.1 Valoración de los componentes 88
IV.5 Conclusiones 98

CUADROS

Cuadro 1. Propiedades del SAR delimitado 8
Cuadro 2. Coordenadas de los vértices que delimitan la poligonal del SAR 9
Cuadro 3. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto al clima 11
Cuadro 4. Datos de la estación meteorológica consultada 12
Cuadro 5. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana 12
Cuadro 6. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al riesgo por baja temperatura 15
Cuadro 7. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales 16
Cuadro 8. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al riesgo por sequias 17
Cuadro 9. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al riesgo por inundaciones 18
Cuadro 10.Provincia y subprovincia presente en el SAR, AI y AP 18
Cuadro 11. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al tipos de roca 21

Cuadro 12. Superficies en el SAR, AI y AP respecto a las unidades de suelo presentes 27
Cuadro 13. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al tipo y grado de degradación del suelo 28
Cuadro 14. Superficies en el SAR, AI y AP respecto a las subcuencas presentes 33
Cuadro 15. Superficies en el SAR, AI y AP respecto a las microcuencas presentes 34
Cuadro 16. Características del escurrimiento 36
Cuadro 17. Uso del suelo y vegetación presente en el SAR, AI y AP. 37
Cuadro 18. Coordenadas generales del proyecto 39
Cuadro 19. Características particulares del camino existente 40
Cuadro 20. Superficie actual que formara parte de la línea de ceros del Proyecto 40
Cuadro 21. Dimensiones del proyecto 40
Cuadro 22. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del proyecto 41
Cuadro 23. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del proyecto con relación al camino existente 41
Cuadro 24. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la DDV del proyecto, según INEGI 42
Cuadro 25. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la superficie en la Línea de ceros del proyecto, según INEGI 42
Cuadro 26. Distribución del uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo 45
Cuadro 27. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 46
Cuadro 28. Polígonos de CUSTF para el proyecto 47
Cuadro 29. Numero de sitios de muestreo levantados en el Área del Proyecto 51
Cuadro 30. Número de sitios de muestreo levantados en el SAR y AI 52
Cuadro 31. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación. 52
Cuadro 32. Coordenadas de los sitios de muestreo de flora 55
Cuadro 33. Composición florística selva mediana subperennifolia en el SAR y AI. 59
Cuadro 34. Listado florístico selva mediana subperennifolia en el SAR y AI 60
Cuadro 35. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbóreo del SAR y AI. 65
Cuadro 36. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato Arbóreo del SAR y AI. 67
Cuadro 37. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbustivo del SAR y AI. 72

Cuadro 38. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato arbustivo del SAR y AI. 74

Cuadro 39. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato palmeras del SAR y AI. 79

Cuadro 40. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato palmeras del SAR y AI. 79

Cuadro 41. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato enredaderas del SAR y AI. 81

Cuadro 42. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato enredaderas del SAR y AI. 81

Cuadro 43. Índice de Shannon para la vegetación se selva mediana subperennifolia del SAR y AI. 82

Cuadro 44.. Composición florística selva mediana subperennifolia en el AP. 83

Cuadro 45. Listado florístico de selva mediana subperennifolia en el AP 83

Cuadro 46. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbóreo del AP. 87

Cuadro 47. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato arbóreo del AP. 88

Cuadro 48. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbustivo del AP. 93

Cuadro 49. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato arbustivo del AP 94

Cuadro 50. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato palmeras del AP 98

Cuadro 51. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato palmeras del AP 98

Cuadro 52. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato enredaderas del AP. 100

Cuadro 53. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato enredaderas del AP 100

Cuadro 54. Índice de Shannon para la vegetación se selva mediana subperennifolia del AP 1

Cuadro 55. Comparación de la flora en el estrato arbóreo 2

Cuadro 56. Comparación de la flora en el estrato arbustivo 10

Cuadro 57. Comparación de la flora en el estrato palmeras 17

Cuadro 58. Comparación de la flora en el estrato enredaderas 18

Cuadro 59. Listado de individuos a remover 20

Cuadro 9. Mamíferos de potencial distribución en el Estado de Campeche, México. 24

Cuadro 10. Herpetofauna de potencial presencia en el estado de Campeche. 29

Cuadro 11. Especies de Ornitofauna de potencial presencia en el estado de Campeche 33
Cuadro 63. Información de los sitios de muestreo de Fauna 51
Cuadro 64. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Sistema Ambiental Regional (SAR) 52
Cuadro 65. Especies de aves identificadas en el SAR 54
Cuadro 66. Densidad y abundancia proporcional de aves presente en el SAR 54
Cuadro 67. Índices de diversidad calculados para el grupo de aves presente en el SAR 57
Cuadro 68. Especies de herpetofauna identificadas en el SAR 57
Cuadro 69. Densidad y abundancia proporcional de herpetofauna presente en el SAR 57
Cuadro 70. Índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna presente en el SAR 58
Cuadro 71. Especies de mamíferos identificadas en el SAR 59
Cuadro 72. Densidad y abundancia proporcional de mamíferos presente en el SAR 59
Cuadro 73. Índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos presente en el SAR 60
Cuadro 74. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área de influencia 62
Cuadro 75. Especies de aves identificadas en el AI 63
Cuadro 76. Densidad y abundancia proporcional de aves presente en el AI 63
Cuadro 77. Índices de diversidad calculados para el grupo de aves presente en el AI 64
Cuadro 78 especies de mamíferos identificados en el AI 65
Cuadro 79. Densidad y abundancia proporcional de mamíferos presente en el AI 65
Cuadro 80. Índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos presente en el AI 65
Cuadro 81. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área del Proyecto 67
Cuadro 82. Especies de aves presentes en el AP 68
Cuadro 83. Densidad y abundancia proporcional de aves presente en el AP 68
Cuadro 84. Índices de diversidad calculados para el grupo de aves presente en el AP 70
Cuadro 85 especies de mamíferos presentes en el AP 70
Cuadro 86. Densidad y abundancia proporcional de mamíferos presente en el AP 70
Cuadro 87. Índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos presente en el AP 71
Cuadro 88. Especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de importancia para el Proyecto debido a su registro en SAR y AP 73
Cuadro 89. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto 77

Cuadro 90. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto. 80
Cuadro 91. Clasificación de la calidad del paisaje 81
Cuadro 92. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje 82
Cuadro 93. Población total del municipio 83
Cuadro 94. Viviendas y servicios 83
Cuadro 95. Población con servicio de salud 84
Cuadro 96. Asistencia escolar en el municipio. 84
Cuadro 97. Características sociodemográficas de la población indígena del municipio de Candelaria 85
Cuadro 98.Componentes ambientales susceptibles a ser impactados 88
Cuadro 99. Rangos de calidad de los componentes 89
Cuadro 100. Valoración de los componentes ambientales 90
Cuadro 101. Unidades de Importancia 95
Cuadro 102. Unidades de Importancia 96
Cuadro 103. Valoración de la calidad por componente 97
Cuadro 104. Rangos de calidad 97
Cuadro 105. Calidad de cada componente 98

FIGURAS

Figura 1. Visualización del área de influencia (AI) 1
Figura 2. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG 4
Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al AP y AI 5
Figura 4. Sitios de importancia ecológica más cercanos al AP y AI 6
Figura 5. Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca en la que recae el sitio del proyecto. 6
Figura 6. Capa vectorial de edafología, geología y uso de suelo y vegetación de INEGI 7
Figura 7. Delimitación preliminar del SAR 7
Figura 8. Unidad delimitada como Sistema ambiental regional (SAR) 8
Figura 9. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Clima 11
Figura 10. Estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto. 12

Figura 11. Precipitación en el SAR, AI y AP 13
Figura 12. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR 14
Figura 13. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Riesgo por bajas temperaturas 15
Figura 14. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al riesgo por ciclones tropicales 16
Figura 15. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al riesgo por sequias 17
Figura 16. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al riesgo por inundaciones 18
Figura 17. Provincia presente en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto. 19
Figura 18. Ubicación del SAR, AI y AP respecto a la subprovincia presentes. 20
Figura 19. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al geología 22
Figura 20. Regionalización sísmica en el SAR, AI y AP 24
Figura 21. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las zonas potenciales a deslizamiento 25
Figura 22. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al topoformas 26
Figura 23. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al unidades de suelo presentes 27
Figura 24. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Hidrología subterránea 29
Figura 25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Región Hidrológica 32
Figura 26. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Cuenca Hidrológica 33
Figura 27. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Subcuenca Hidrológica 34
Figura 28. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al microcuencas Hidrológica 35
Figura 29. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Hidrología superficial 36
Figura 30. Usos del suelo y vegetación en el SA, AI y AP 38
Figura 31. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con INEGI 43
Figura 32. Uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo 45
Figura 33. Porcentaje de ocupación par al condición de uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo 46
Figura 34. Ubicación polígono 1 sujeto a CUSTF 47
Figura 35. Ubicación polígonos 2 y 3 sujetos a CUSTF 48
Figura 36. Ubicación polígonos 4, 5, 6 y 7 sujeto a CUSTF 48
Figura 37. Ubicación polígonos 8 y 9 sujeto a CUSTF 49
Figura 38. Ubicación polígono 10 sujeto a CUSTF 49

Figura 39. Ubicación polígonos 11,12 y 13 sujeto a CUSTF 50
Figura 40. Forma y tamaño de las unidades de muestreo 51
Figura 41. Aplicación de la metodología para muestreó 54
Figura 42. Ubicación de los sitios de muestreo de flora 55
Figura 43. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato Arbóreo del SAR y AI 64
Figura 44. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbustivo del SAR y AI. 71
Figura 45. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbóreo en el AP 86
Figura 46. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbustivo en el AP. 92
Figura 47. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato palmeras en el AP. 97
Figura 48. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato enredaderas en el AP 99
Figura 49. Distribución de Psidium guajava en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 4
Figura 50. Distribución de Lonchocarpus rugosus en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 5
Figura 51. Distribución de Maclura tinctoria en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 6
Figura 52. Distribución de Terminalia buceras en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 6
Figura 53. Distribución de Lonchocarpus castilloi en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 7
Figura 54. Distribución de Celtis trinervia en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 8
Figura 55. Distribución de Coccoloba spicata en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 8
Figura 56. Distribución de Semialarium mexicanum en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 9
Figura 57. Distribución de Swietenia macrophylla en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 10
Figura 58. Distribución de Thevetia ahouai en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 13
Figura 59. Distribución de Annona reticulata en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 14
Figura 60. Distribución de Hamelia patens en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 14
Figura 61. Distribución de Chrysophyllum mexicanum en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 15
Figura 62. Distribución de Lonchocarpus rugosus en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 16
Figura 63. Distribución de Psidium sartorianum en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 16

Figura 64. Distribución de Acacia gaumeri en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 17
Figura 65. Distribución de Paullinia cururu en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 19
Figura 66. Distribución de Paullinia cururu en México (Fuente: Enciclovida CONABIO) 19
Figura 67. Esquema del método de observación por puntos de radio fijo, tomando de Sahagún-Sanches et al 2014. 49
Figura 68. Ubicación de los sitios de muestreo de Fauna 52
Figura 69. Representación gráfica riqueza por grupo en el SAR 53
Figura 70. Riqueza y abundancia de aves en el SAR 56
Figura 71. Riqueza y abundancia de herpetofauna en el SAR 58
Figura 72. Riqueza y abundancia de mamíferos en el SAR 59
Figura 73. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en el SAR 60
Figura 74. Curva de acumulación de especies de herpetofauna identificadas en el SAR 61
Figura 75. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en el SAR 61
Figura 76. Representación gráfica riqueza por grupo en el AI. 62
Figura 77. Riqueza y abundancia de aves en el AI 64
Figura 78. Riqueza y abundancia de mamíferos en el AI 65
Figura 79. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en el AI 66
Figura 80. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en el AI 66
Figura 81. Representación gráfica riqueza por grupo en el AP 67
Figura 82. Riqueza y abundancia de aves en el AP 69
Figura 83. Riqueza y abundancia de mamíferos en el AP 71
Figura 84. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en el AP 72
Figura 85. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en el AP 72
Figura 86. Fotografías de algunas especies de fauna avistadas en el SAR, AI y AP 74
Figura 87. Metodología de evaluación de calidad del paisaje 75
Figura 88. Fotografías de algunos puntos de observación 81
Figura 89. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones Indígenas 87

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

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

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

IV.1 Delimitación del Área de Influencia (AI)

El *área de influencia (AI)* se define por los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto.

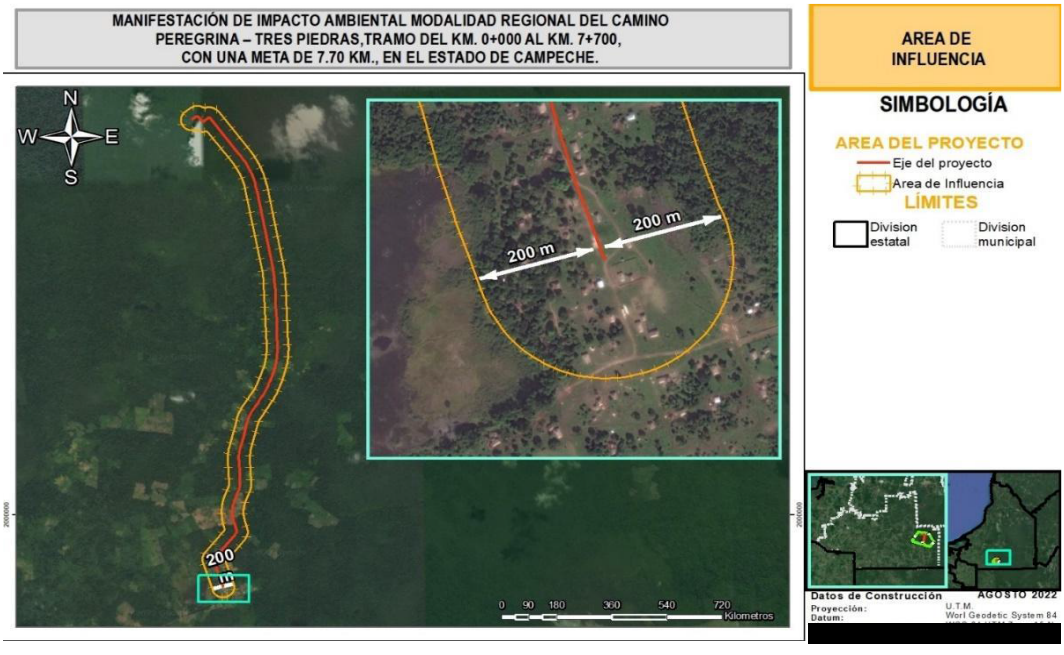


Figura 1. Visualización del área de influencia (AI)

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

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

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

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

IV.2.1 Delimitación del área de estudio

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

- ✓ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- ✓ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- ✓ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- ✓ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- ✓ Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
- ✓ Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección México (CIPAMEX)
- ✓ Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

- ✓ Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)
- ✓ Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial (SIGA)
- ✓ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

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

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

IV.2.2 Metodología

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

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

1) Se reunió y cargó la información cartográfica obtenida de las fuentes antes referidas y la información vectorial del proyecto (eje del proyecto lineal y/o puntos de inflexión) en un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente en el software ArcMap 10.8

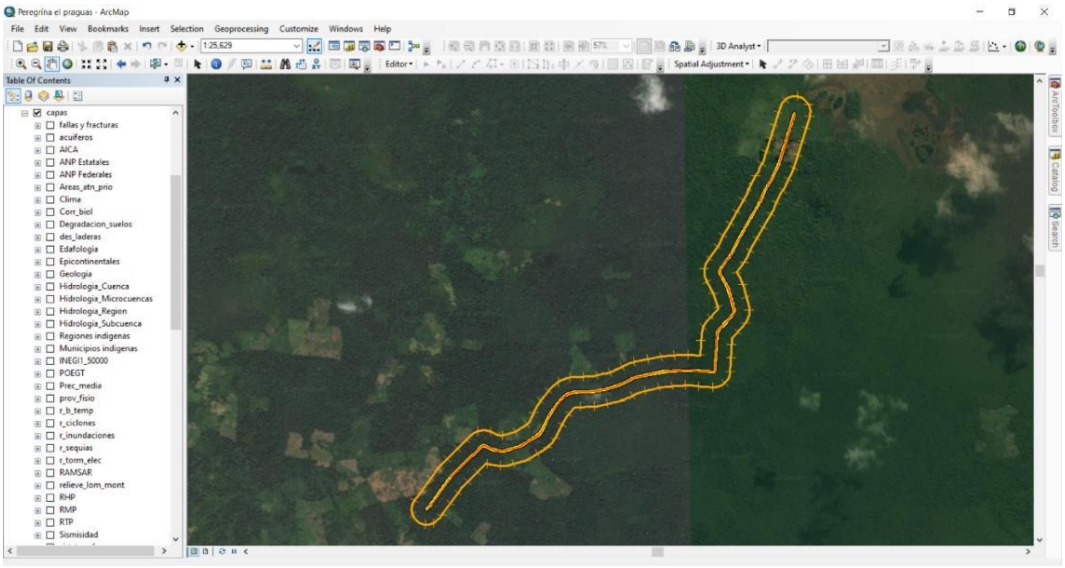


Figura 2. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG

2) Una vez visualizado el proyecto dentro del SIG, se procedió a delimitar analítica y gráficamente el sistema ambiental de la región de estudio, considerando el *AI* de 200 metros con respecto al *área del proyecto (AP)*. En primera instancia se realizó el análisis de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, las áreas de importancia ecológica y, posteriormente se analizó la uniformidad y la continuidad de los componentes y de sus procesos ambientales significativos (hidrología, edafología, USV, límites político-administrativos, etc.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo.

IV.2.3 Delimitación analítica y gráfica

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

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

Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el AP y AI se encuentran inmersos en su totalidad en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 67

denominada “Karst Y Lomeríos De Campeche”, aunque debido a que sus dimensiones son mucho mayores que el AP y AI no se considera como límite preliminar del SAR

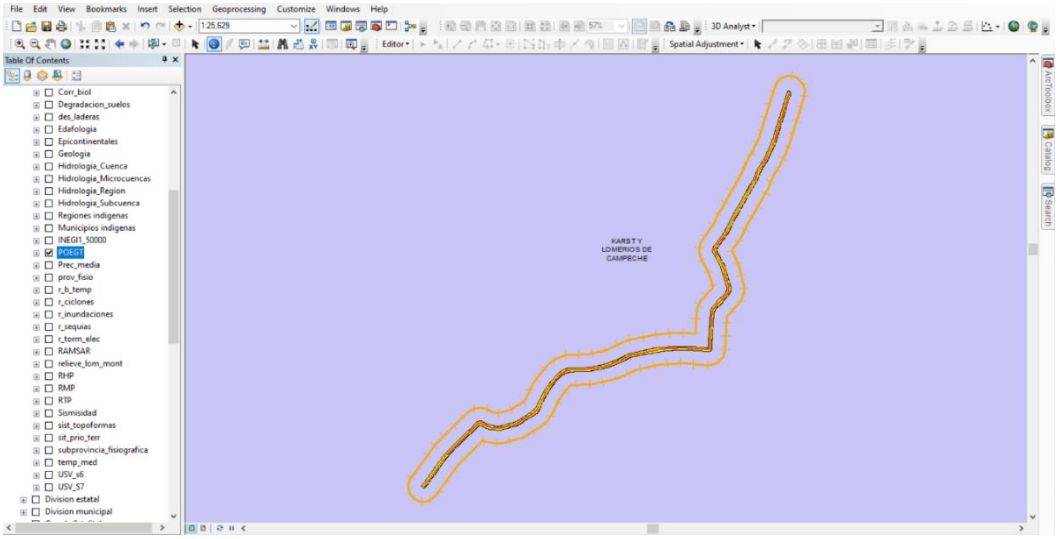


Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al AP y AI

IV.2.3.2 Sitios de importancia ecológica (ANP´s, AICA´s, RTP´s, RHP´s, RMP´s, y Sitios RAMSAR)

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

- ✓ **Área Natural Protegida (ANP)** de tipo Estatal denominada “Balam-Ku” ubicada a 8.23 km
- ✓ **Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)** denominada “Calakmul” ubicada a 26.88 km.
- ✓ **Sitio RAMSAR** denominado “*Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos*” ubicada a 104.23 km
- ✓ **Región Terrestre Prioritaria (RTP)** de nombre “*Silvituc-Calakmul*” ubicada en el area del proyecto
- ✓ **Región Hidrológica Prioritaria (RHP)** denominada “*Sur de Campeche*” ubicada en el area del proyecto.
- ✓ **Región Marina Prioritaria (RMP)** denominada “*Pantanos de Centla-Laguna de Términos*” ubicada aproximadamente a 85.93 km.

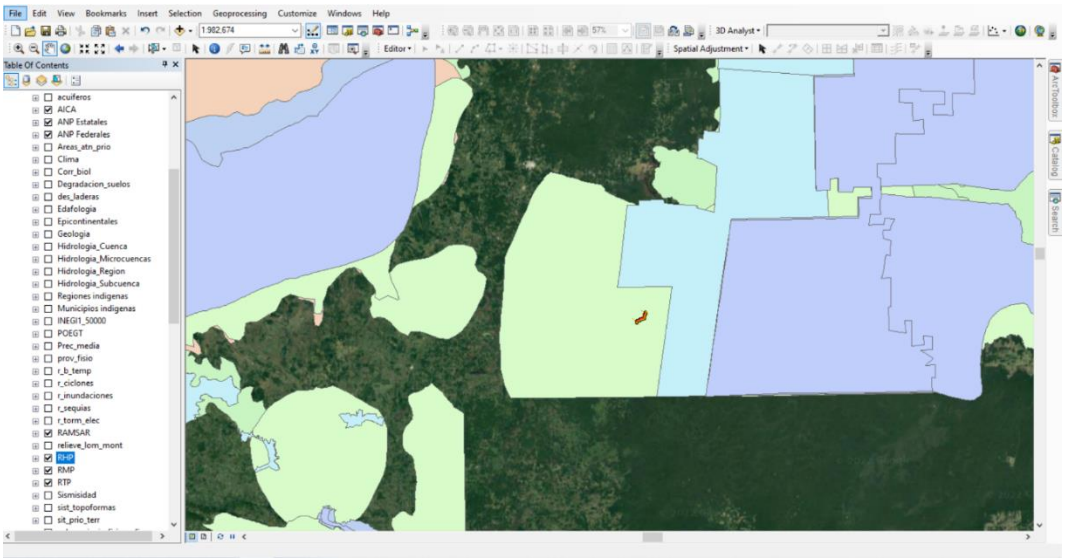


Figura 4. Sitios de importancia ecológica más cercanos al AP y AI

IV.2.3.3 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, Subcuenca y Microcuenca correspondiente. Se identificó que el proyecto recae en la RH denominada “Grijalva - Usumacinta”, en la cuenca “*L. de Términos*”, en la subcuenca “*Varias”* y en las microcuencas *“Nuevo Comalcalco”* y *“La Misteriosa”.* Derivado de lo anterior, se creó conveniente considerar las microcuencas como límite preliminar del SAR debido a su cercanía con la zona de interés.

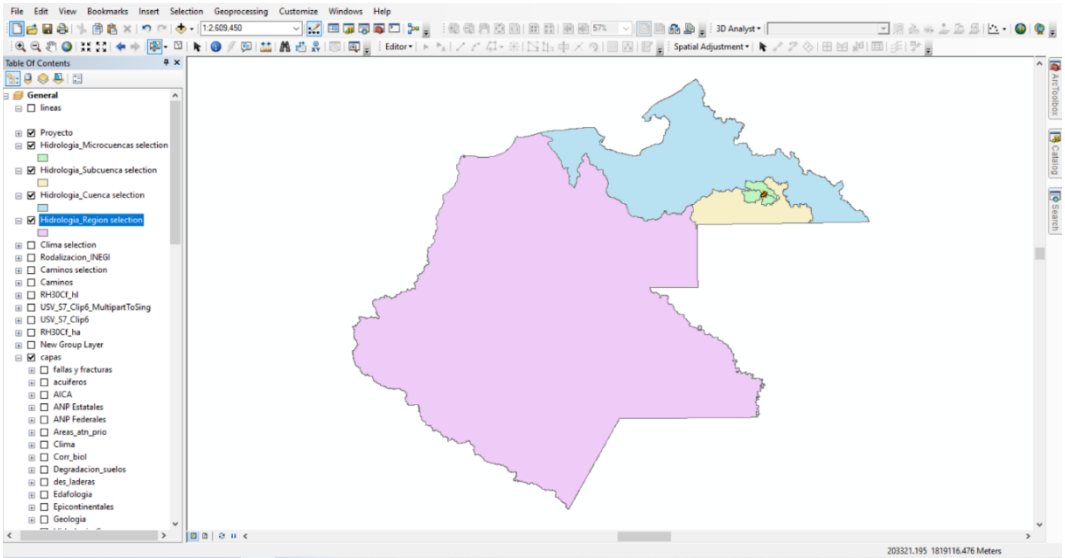


Figura 5. Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca en la que recae el sitio del proyecto.

IV.2.3.4 Otros factores

Otros factores que se visualizaron para diagnosticar el área fue el conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación serie VII de INEGI y la capa vectorial de Edafología y Geología de INEGI. Encontradose que la capa de Edafología con el tipo de suelo “Litosol” es relevante pasa ser considerado como límite del SAR.

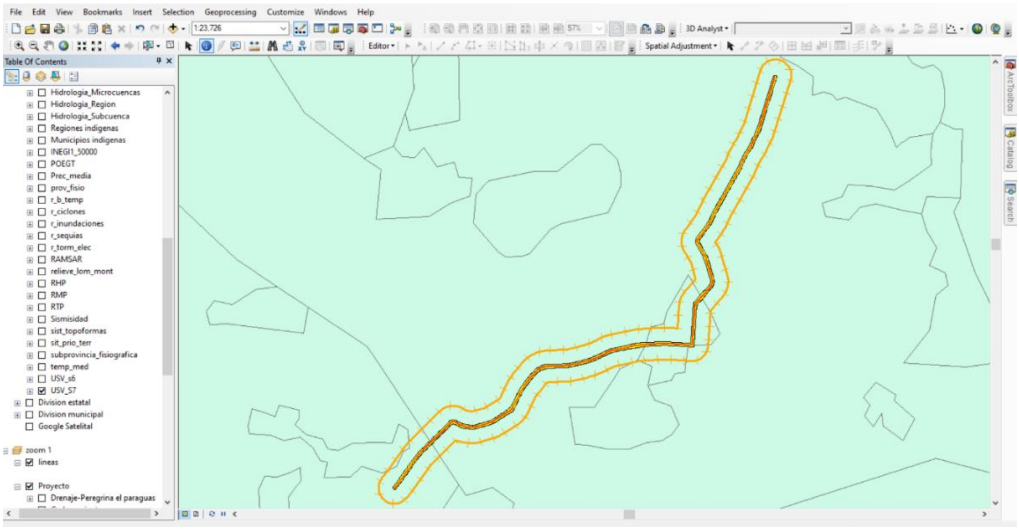


Figura 6. Capa vectorial de edafología, geología y uso de suelo y vegetación de INEGI

IV.2.4 Resultado

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



Figura 7. Delimitación preliminar del SAR

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

Cuadro 1. Propiedades del SAR delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
18,276.8 hectáreas	18.27 kilómetros	UTM Zona 15 Q	WGS 1984	56

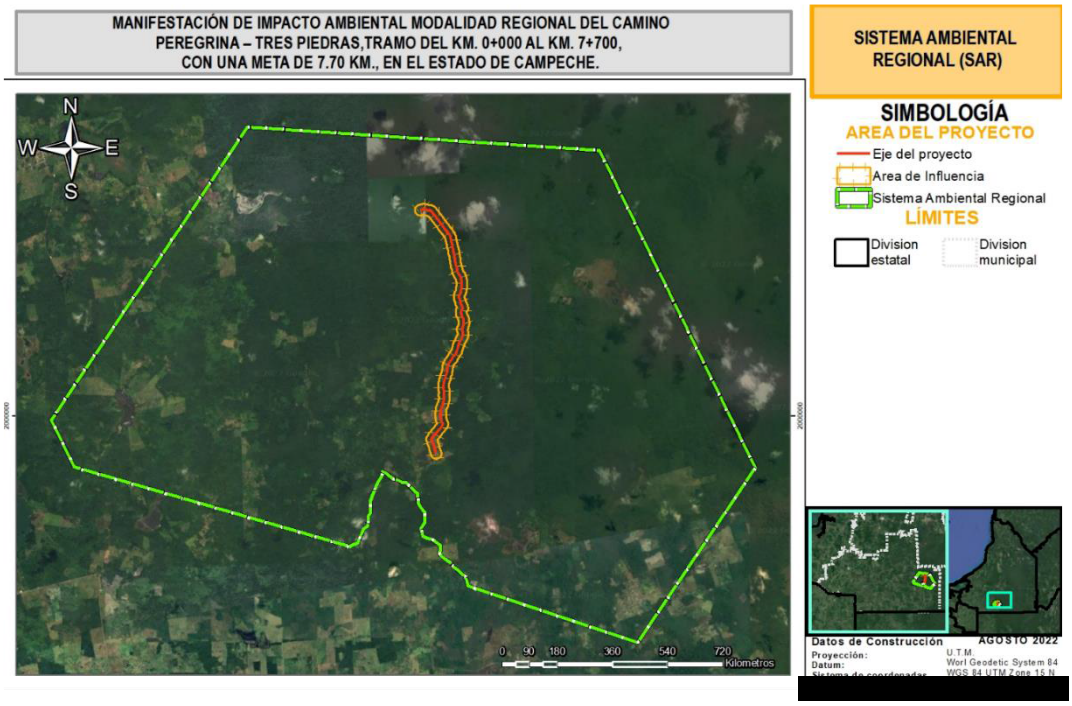


Figura 8. Unidad delimitada como Sistema ambiental regional (SAR)

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

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

ID	Coordenada X	Coordenada Y	ID	Coordenada X	Coordenada Y
1	787135.27	1998544.97	**29**	777054.8	1998187.36
2	783828.42	1993612.22	**30**	776895.91	1998228.86
3	783804.65	1993621.75	**31**	776750.98	1998363.85
4	779025.38	1995213.67	**32**	776635.99	1998427.85
5	779000.94	1995358.67	**33**	776586.48	1998268.16
6	778972.9	1995421.5	**34**	776484.08	1998102.46
7	778978.01	1995469.34	**35**	776448.09	1998010.61
8	778886.48	1995520.29	**36**	776409.9	1997921.26
9	778741.57	1995655.29	**37**	776290.63	1997582.67
10	778651.78	1995722.17	**38**	776286.54	1997432.49
11	778524.56	1995879.36	**39**	776279.96	1997370.87
12	778447.97	1995921.99	**40**	776276.83	1997255.96
13	778290.93	1996033.22	**41**	776234.61	1997157.19
14	778240.13	1996096	**42**	776233.33	1997110.26
15	778256.13	1996245.7	**43**	776210.37	1996895.34
16	778258.75	1996342.01	**44**	776086.3	1996794.91
17	778040.19	1996504.82	**45**	776048.24	1996672.17
18	777900.39	1996548.17	**46**	775975.02	1996523.11
19	777766.36	1996593.05	**47**	775930.89	1996410.49
20	777713.36	1996809.82	**48**	775746.83	1996338.23
21	777815.21	1996974.61	**49**	775741.16	1996299.88
22	777823.47	1997277.61	**50**	767940.4	1998562.62
23	777709.11	1997398.73	**51**	767296.38	1999872.81
24	777632.56	1997536.72	**52**	770869.88	2005206.48
25	777613.7	1997809.66	**53**	772830.07	2008132.19
26	777523.91	1997876.54	**54**	782750.82	2007468.67
27	777286.67	1998111.85	**55**	786705.64	1999419.41
28	777171.94	1998114.97	**56**	787135.27	1998544.97

IV. 1. Medio abiótico

Los factores abióticos pueden ser definidos como todos aquellos relacionados con el ambiente físico.

Todos los sistemas biológicos o comunidades se ven afectados e inclusive se mantienen vivos gracias a la energía proveniente del Sol. Al mismo tiempo, se sabe que la distribución de esta radiación solar con respecto a la latitud determina en gran medida la localización de las principales zonas climatológicas que son la polar, templada y tropical y en las cuales se distribuyen diferencialmente los distintos organismos que habitan la Tierra. Así pues, de estos factores destaca el clima como el factor abiótico más importante ya que a su vez es el principal determinante de la disponibilidad de agua y de la temperatura del lugar (CONEVyT, 2019).

También se sabe que el clima determina otro componente abiótico muy importante que es el tipo y composición del suelo, y todos a su vez (agua, temperatura y suelo) son determinantes de la vegetación.

Por otra parte, se reconoce que la principal causa de la existencia de todos los sistemas biológicos es la disponibilidad de agua que incluye la cantidad de lluvia, la temperatura, humedad atmosférica, etc.

El suelo y las rocas sobre las que se encuentra (sustrato geológico) son otros factores abióticos fundamentales en determinar la disponibilidad de agua y de minerales que son esenciales para el crecimiento de las plantas.

Si la disponibilidad de agua y minerales es abundante habrá bastantes plantas y por tanto también mucha fauna, siempre y cuando se sumen a ellos los demás factores que se mencionan.

De acuerdo con la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), se describen a continuación las características del medio abiótico de este polígono, incluyendo su ubicación y la de sus elementos.

IV. 1.1 Clima

El clima es aquel fenómeno natural que se da a nivel atmosférico y que se caracteriza por ser una conjunción de numerosos elementos tales como la temperatura, la humedad, la presión, la lluvia, el viento y otros. De acuerdo con las condiciones de cada lugar, varía y presenta notorias diferencias entre un lugar y otro.

De acuerdo con la carta de Climas del INEGI (en una escala de 1:250,000) en el Sistema Ambiental Regional (SAR), área de influencia (AI) y Área del proyecto (AP) se presentan el clima Aw1.

AW1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. En el siguiente cuadro y figura se muestra la distribución del clima en el SAR, AI y el AP.

Cuadro 3. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto al clima

Clave	Tipo	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Aw1	Cálido subhúmedo	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100%
Total		**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

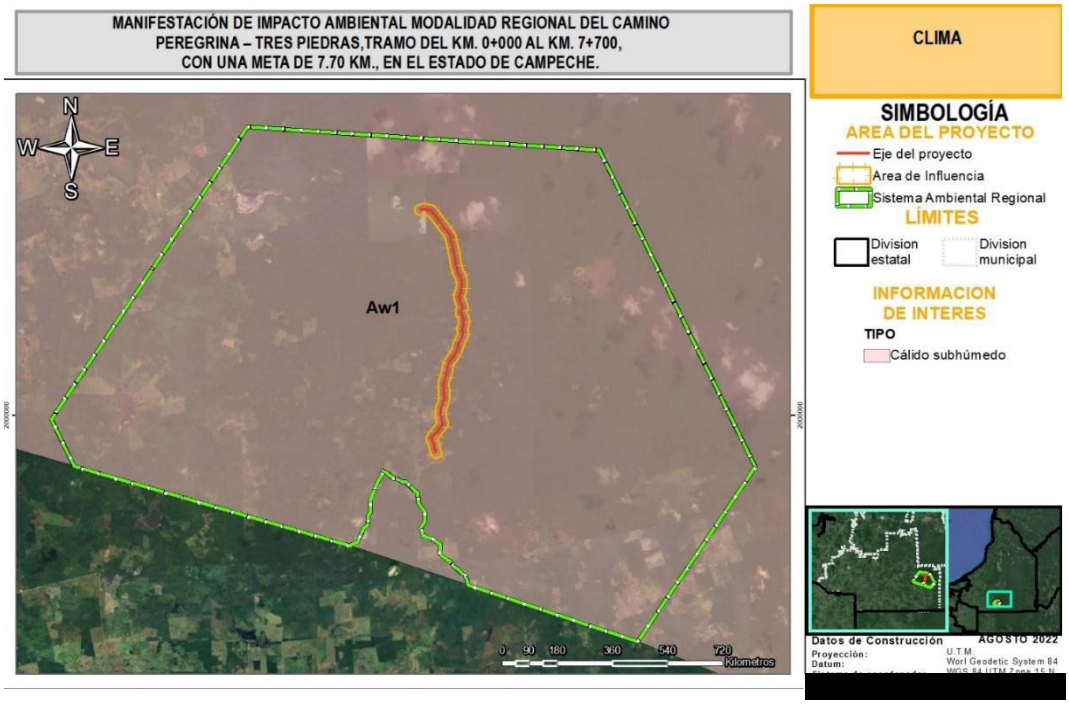


Figura 9. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Clima

IV. 1.2 Precipitación

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

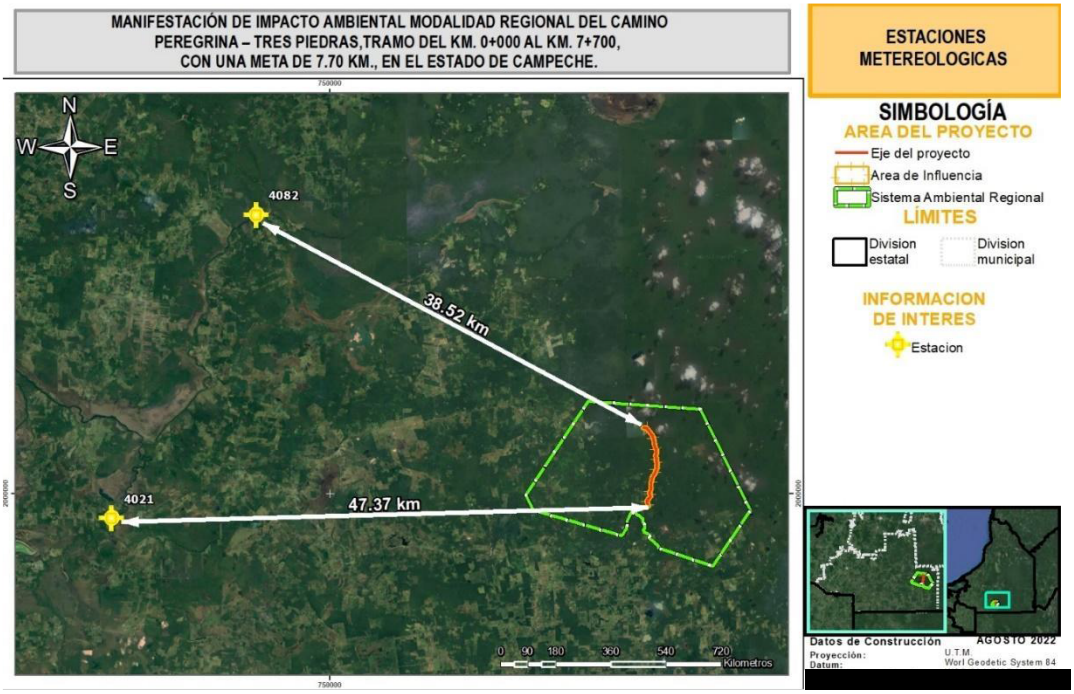


Figura 10. Estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.

Cuadro 4. Datos de la estación meteorológica consultada

No.	Nombre	Estado	Distancia respecto al DDV
4082	Pablo T. Burgos	Operando	39.05 km
4021	Monclova	Operando	47.46 km

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

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic
Máxima Normal	29.1	30.8	33.6	35	35.8	34.2	33.5	33.7	33.1	32	30.7	28.9
Media Normal	23.5	24.5	26.6	27.7	28.4	27.6	27.3	27.3	27	26.1	24.8	23
Mínima Normal	17.8	18.1	19.6	20.5	21	21.1	21.1	20.9	20.8	20.3	18.9	17.5
Precipitación normal	18	38.9	27.1	9.1	81.1	210.9	153.1	182.7	164.2	112.9	53.6	38

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic
Precipitación máxima mensual	52	153.5	108	20.5	222	494	316.6	328	283.5	222.5	143.5	88
Precipitación máxima diaria	16	54.5	80	19	80	94.5	60	68	43	65	51	29.5
Número de días con lluvia	13	13	13	13	13	12	13	13	11	13	13	13

Así, de acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 1086.6 ml, la precipitación mínima mensual se registra en el mes de enero y la mayor durante septiembre. De tal manera que, la temporada con mayor registro de precipitaciones se encuentra entre los meses de mayo a octubre. Para mayor detalle ver la siguiente figura.

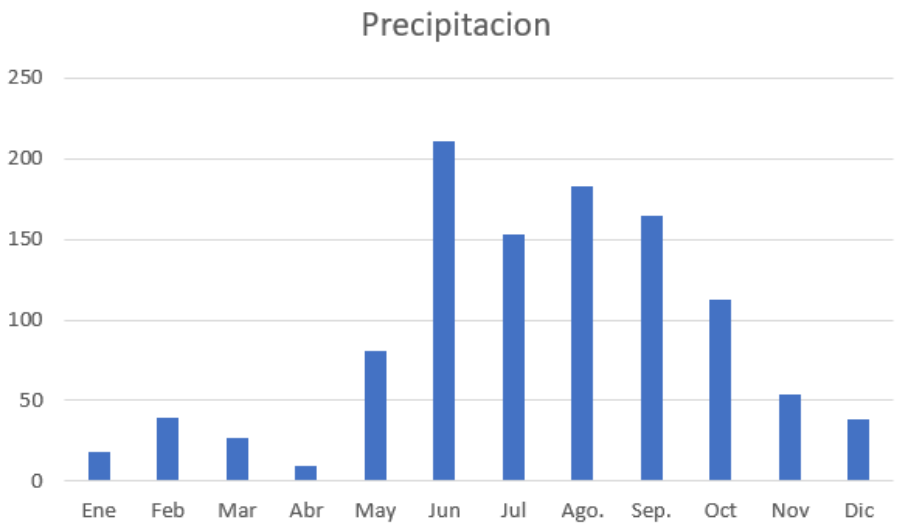


Figura 11. Precipitación en el SAR, AI y AP

IV. 1.3 Temperatura

Por otra parte, de acuerdo con el promedio de las normales climatológicas de la estación meteorológica antes referidas se tiene que el registro de variación térmica reporta que las temperaturas más bajas se presentan en el mes de diciembre y enero (23.5°C y 23 °C). A partir del mes de marzo comienzan a incrementar hasta tener el mayor registro en el mes de mayo (28.4°C). 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.

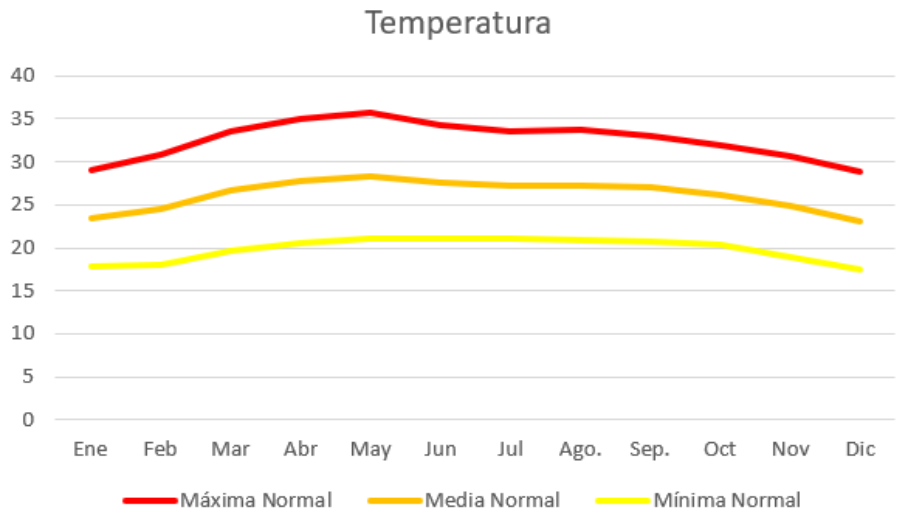


Figura 12. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR

IV. 1.4 Fenómenos meteorológicos

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

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

IV. 1.5 Grado de riesgo por bajas temperaturas

De acuerdo con el Glosario Meteorológico, la temperatura está definida como la medida del movimiento molecular. Se mide usando escalas arbitrarias a partir del cero absoluto (-273 °C) donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Así, para definir las bajas

temperaturas se describe la temperatura mínima como la temperatura más baja en el transcurso de un intervalo de tiempo determinado.

Con base en el Atlas nacional de riesgos elaborado por CENAPRED, la superficie total del SAR presentara grado muy bajo de riesgo. En la siguiente cuadro se presenta la distribución del grado de riesgo en el SAR, Área de Influencia y DDV.

Cuadro 6. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al riesgo por baja temperatura

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Muy Bajo	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100%
Total	**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

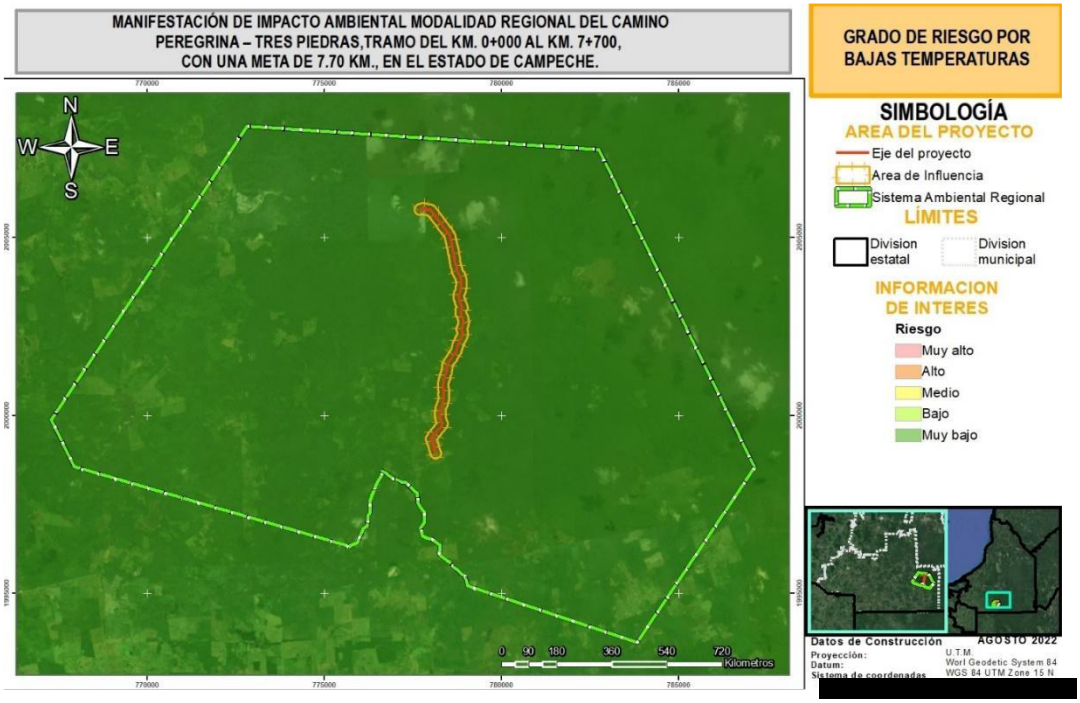


Figura 13. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Riesgo por bajas temperaturas

IV. 1.6 Grado de riesgo por ciclones tropicales

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, se denomina ciclones tropicales a aquellos fenómenos tropicales que se caracterizan por producir vientos

fuertes, oleaje elevado, una sobreelevación del mar y lluvia abundante teniendo un impacto económico importante a escala mundial.

Con base a la clasificación anterior, el 100 % de la superficie del SAR tendrá un riesgo bajo. En el siguiente cuadro y figura se presenta la distribución espacial del grado de Riesgo por en SAR, AI y AP.

Cuadro 7. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100%
Total	**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

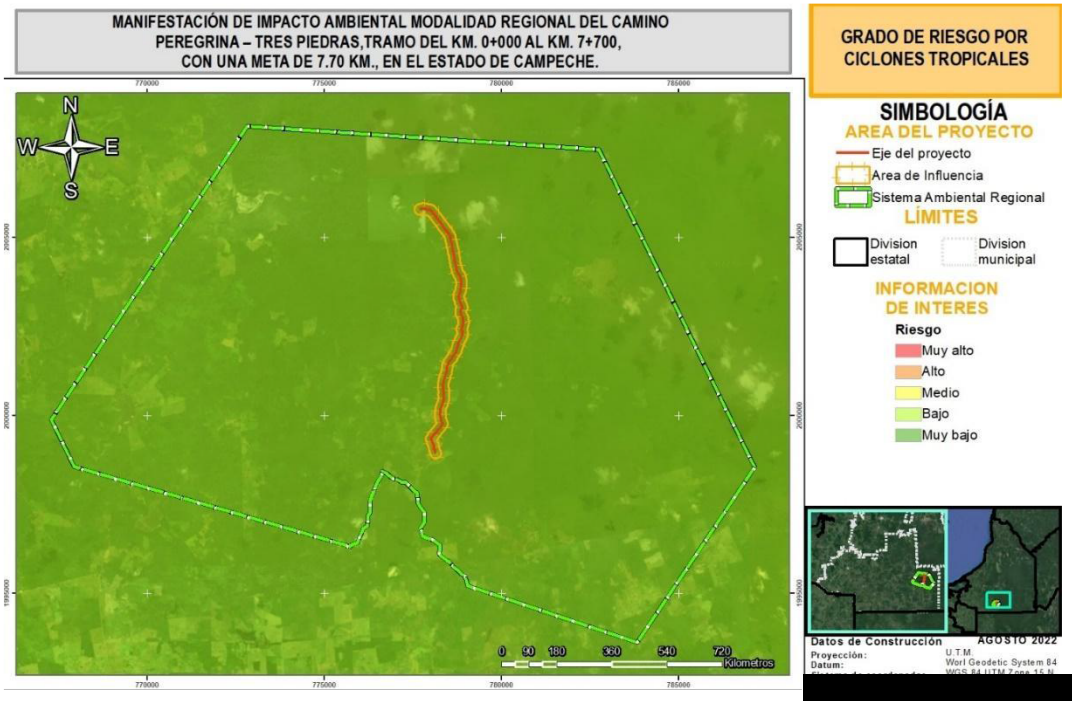


Figura 14. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al riesgo por ciclones tropicales

IV. 1.7 Grado de riesgo por sequias

De acuerdo con el CENAPRED, no existe una definición de sequía que sea aceptada universalmente. Sus definiciones dependen del enfoque científico (meteorológico, hidrología, geografía, etc.), por lo que, desde el punto de vista meteorológico, la sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente

más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación. Con base en el Mapa de Grado de Riesgo por Sequías del CENAPRED, se puede observar que el SAR, presenta un nivel de riesgo bajo para estos eventos, tal como se puede observar en el cuadro y figura siguientes.

Cuadro 8. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al riesgo por sequias

Peligro	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100%
Total	**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

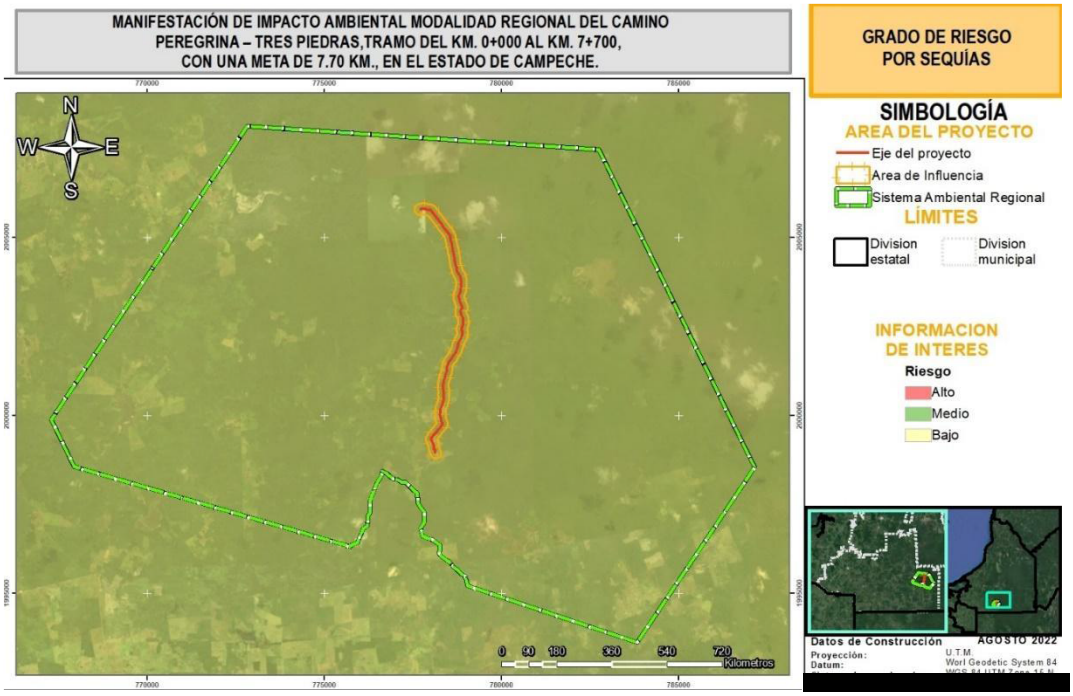


Figura 15. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al riesgo por sequias

IV. 1.8 Grado de riesgo por inundaciones

Las lluvias pueden provocar que el agua conducida por los cauces de los ríos alcance niveles con los que se lleguen a inundar poblaciones, campos de cultivo o lugares donde se realizan diversas actividades económicas. En cualquier época del año y lugar del país pueden presentarse algún evento de lluvia con potencialidad de afectar a la población o a sus bienes. Por lo anterior, es posible estimar el grado de peligro al que está expuesto cierto

sitio, en particular un municipio. Con base a lo anterior la CONAPRED desarrolló un Mapa de grado de riesgo por inundación, en el cual es posible visualizar el índice de peligro para diferentes zonas. El método consiste en un análisis del índice inundación para el periodo de retorno de cinco años, construido con diversos factores que intervienen en este fenómeno y de las condiciones naturales determinantes de los escurrimientos (tales como el relieve del terreno, el tipo y uso del suelo entre otros). De acuerdo con esta zonificación, el SAR presenta riesgo de grado “Muy Alto” (Ver Figura y Cuadro siguientes).

Cuadro 9. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al riesgo por inundaciones

Riesgo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Muy Alto	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100%
Total	**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

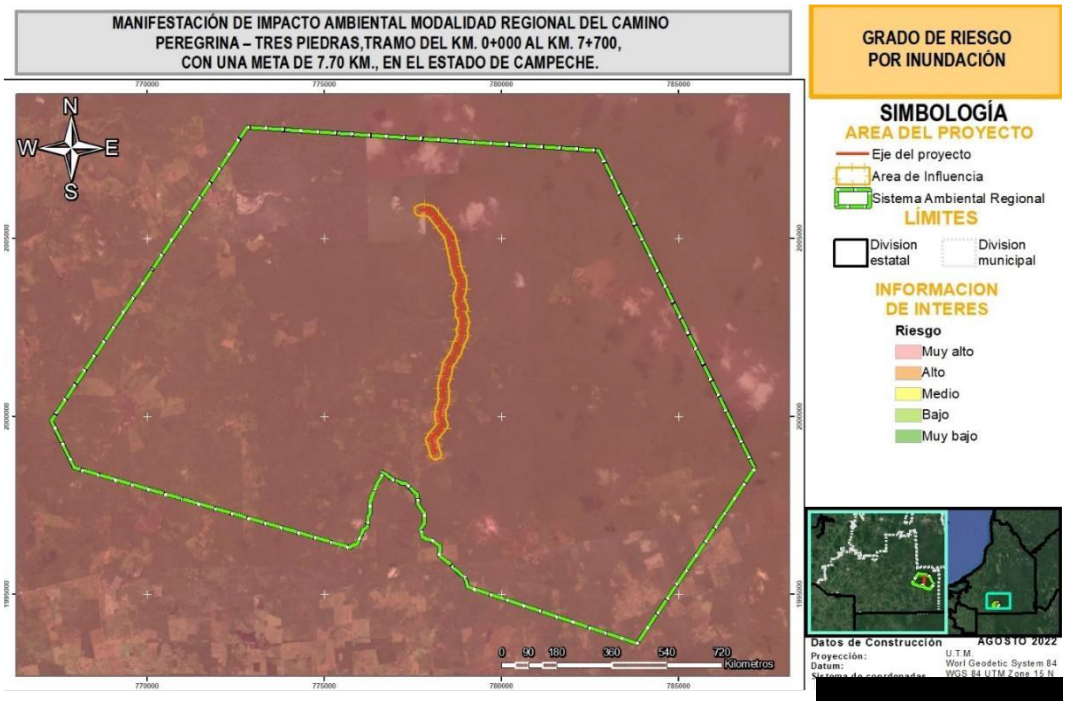


Figura 16. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al riesgo por inundaciones

IV. 1.9 Fisiografía

Respecto a la fisiografía del Sistema Ambiental Regional se señala que recae en la Provincia Fisiográfica “Península de Yucatán” como se muestra en el siguiente Cuadro y igura.

Cuadro 10.Provincia y subprovincia presente en el SAR, AI y AP

Provincia	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Península de Yucatán	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100.00%
Subprovincia	**SAR**		**AI**		**AP**	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Carso y lomeríos de Campeche	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100.00%

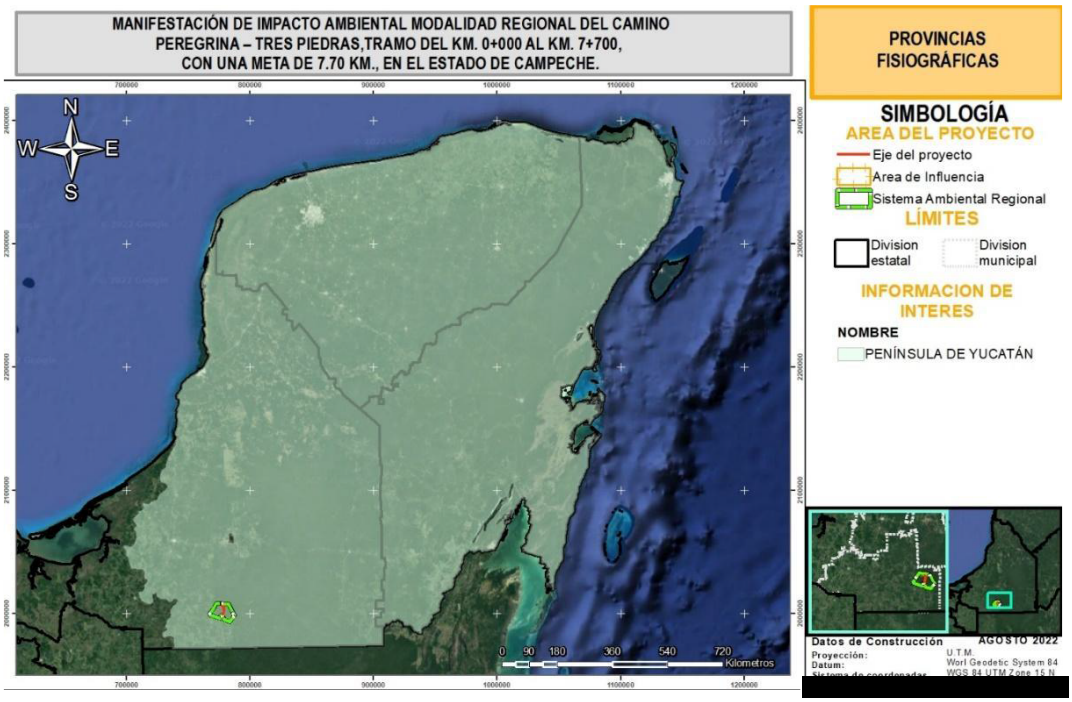


Figura 17. Provincia presente en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

A continuación, se describen las características de la provincia basado en el Documento de INEGI “Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México”.

Península de Yucatán: está formada por una plataforma calcárea de origen marino, que empezó a emerger desde hace aproximadamente 26 millones de años, la parte norte es la más reciente; se trata de terreno plano con una delgada alineación de lomas y cerros bajos que se le conoce como Sierrita de Ticul, este grupo de unidades litológicas de edad terciaria, ha desarrollado una red subterránea cavernosa por donde fluyen corrientes de agua, es común la presencia de estructuras colapsadas inundadas a las que se les conoce como cenotes (del maya ts’ono’ot ó d’zonot, “caverna con depósito de agua) y la presencia de hondonadas que se anegan principalmente en la época de lluvias, a las cuales se les conoce localmente como “aguadas”. Estas estructuras suelen representar el antecedente a

la formación de cenotes, toda vez que, al acumularse periódicamente agua superficial, se incrementan las condiciones favorables para la disolución de la roca y pueden incluso, ser manifestaciones de colapso en el subsuelo de la roca caliza. Esta provincia comprende tres subprovincias: Carso Yucateco, incluida en su totalidad en la zona de estudio y localizada en la parte norte; Carso y Lomeríos de Campeche, ubicada en la porción suroeste y en menor proporción la subprovincia Costa Baja de Quintana Roo, que se localiza al extremo sureste del área de trabajo y de la Península de Yucatán.

Así mismo, el SAR y proyecto recaen en la subprovincia “Carso y Lomeríos de Campeche”, tal y como se muestra en al siguiente figura

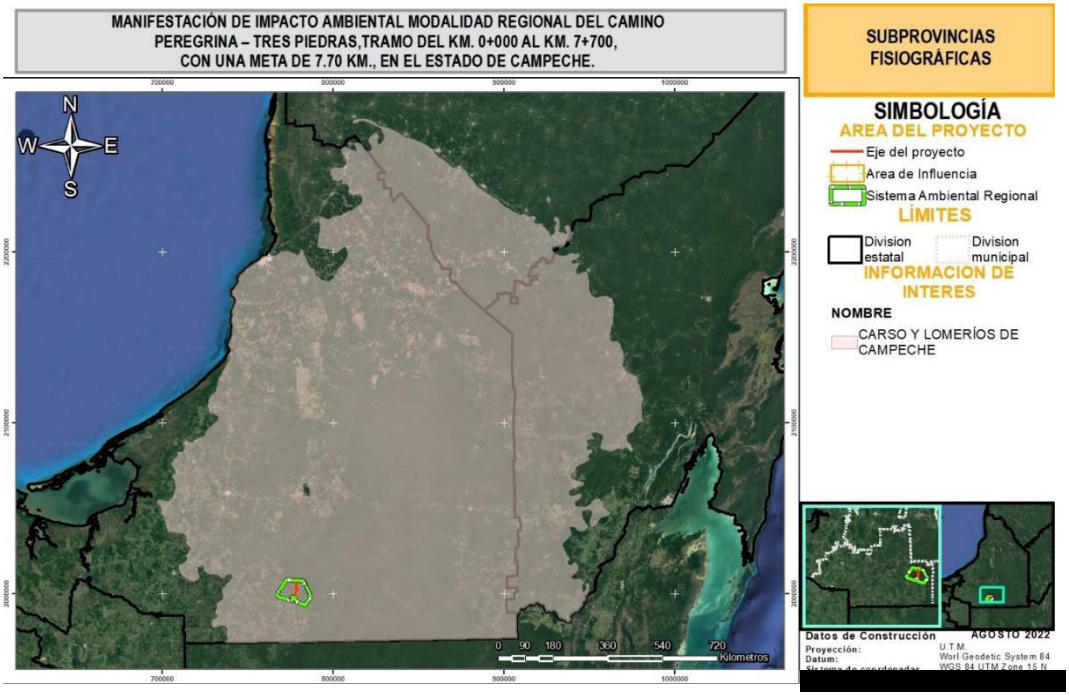


Figura 18. Ubicación del SAR, AI y AP respecto a la subprovincia presentes.

Carso y Lomeríos de Campeche: Se localiza en la porción suroeste de la zona de estudio, presenta relieve ligeramente ondulado debido a la presencia de lomeríos que alternan con hondonadas o llanuras que lo distinguen de las zonas aledañas, está constituida mayormente por calizas cársticas del Paleoceno y Eoceno. Dentro de esta subprovincia se localiza el rasgo fisiográfico más preponderante de la zona de estudio, que corresponde a la Sierrita de Ticul, donde la mayor elevación es de 210 msnm y se ubica en el Cerro Benito Juárez.

IV. 1.10 Geología y geomorfología

En cuanto a la geología, de acuerdo con la carta geológica del INEGI, el Sistema Ambiental Regional (SAR) está representada por rocas de las clases Sedimentaria con algunas zonas cubiertas por cuerpos de agua, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al tipos de roca

Clase	Tipo	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Sedimentaria	Caliza-Marga	17872.1670	97.79%	235.07	100.00%	10.9916	100.00%
	Aluvial	137.6769	0.75%		0.00%		
No aplicable	Cuerpo de Agua	266.9608	1.46%	1.58	0.67%		
Total	**18009.8439**	**18,276.80**	**100.00%**	**235.0669**	**100.00%**	**10.9916**	**100.00%**

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

- **Rocas sedimentarias**: (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.
- **Caliza-Marga**: es un tipo de roca sedimentaria, formada por la mezcla por el carbonato cálcico (CaCO3) y arcilla. Presentan por lo general un color ocre blancuzco y es un material fácilmente deleznable.
- **Aluvial**: Los suelos aluviales son depósitos transportados por el agua en movimiento y depositados cuando la velocidad del agua ha disminuido; estos materiales pueden ser de origen fluvial o lacustre y pueden contener partículas finas, gruesas o entremezcladas. Los depósitos aluviales generalmente, son estratificados y la permeabilidad en la dirección horizontal es mayor que en la dirección vertical. Los suelos aluviales, compuestos por arcilla tienden a ser blandos y los de arena tienden a ser sueltos. Debido a su poca cementación, los materiales aluviales son propensos a erosión y deslizamientos. En ocasiones, los suelos aluviales presentan una matriz de arcilla cementando los granos de arena, grava y limos. Estos cementantes son generalmente, óxidos de hierro o arcillas. Los suelos

aluviales cementados forman, en ocasiones, terrazas altas con niveles freáticos colgados muy susceptibles a los deslizamientos.

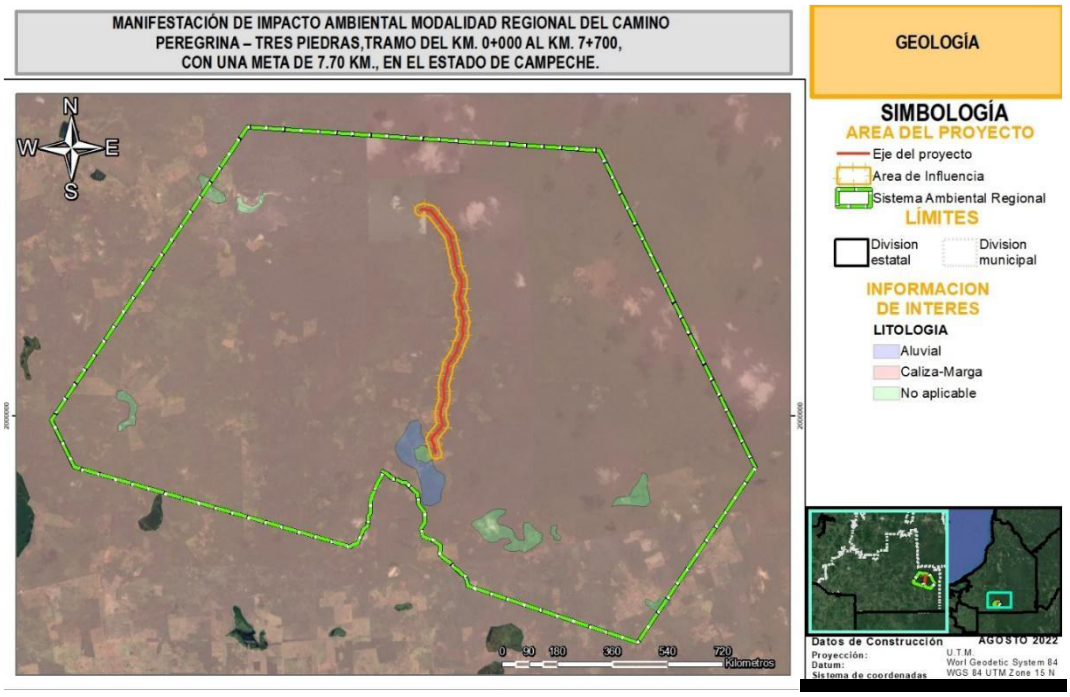


Figura 19. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al geología

IV. 1.11 Susceptibilidad

IV. 1.11.1 Susceptibilidad de la zona por sismicidad

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

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

plataforma continental y provocando que se mueva la superficie de la corteza terrestre, este movimiento es lo que conocemos como temblor.

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

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

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

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

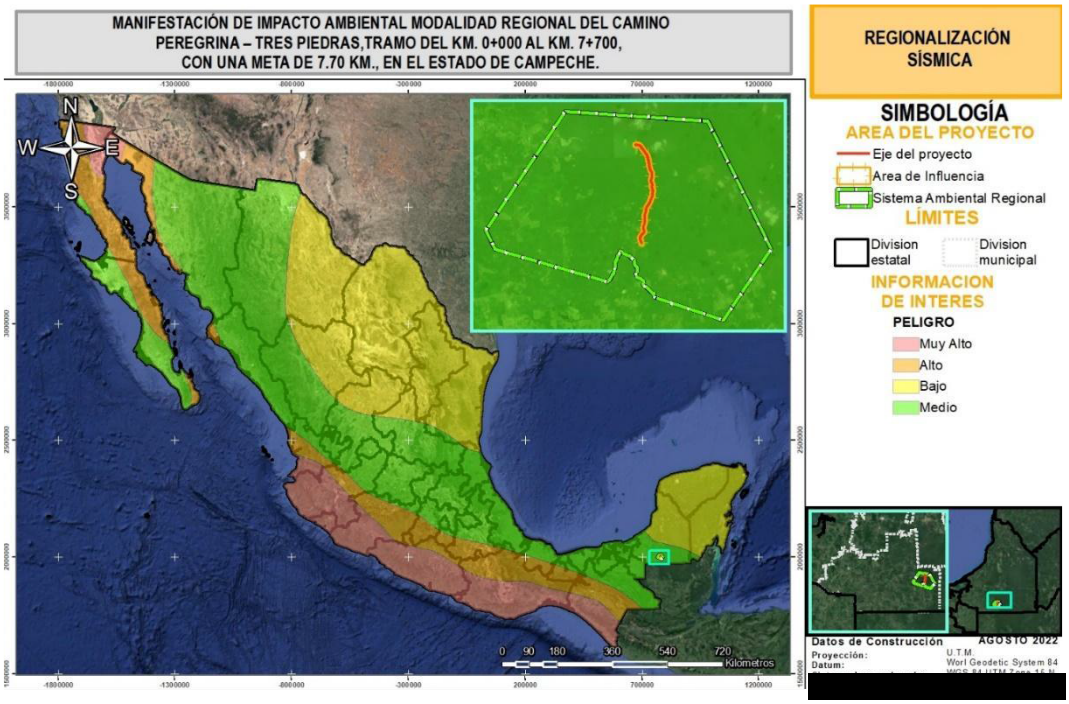


Figura 20. Regionalización sísmica en el SAR, AI y AP

IV. 1.11.2 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 la totalidad del SAR no recae en ninguna zona potencial a deslizamiento de laderas, siendo la más cercana la región denominada como “Pacifico Sur” estando a 303.69 km del área del proyecto.

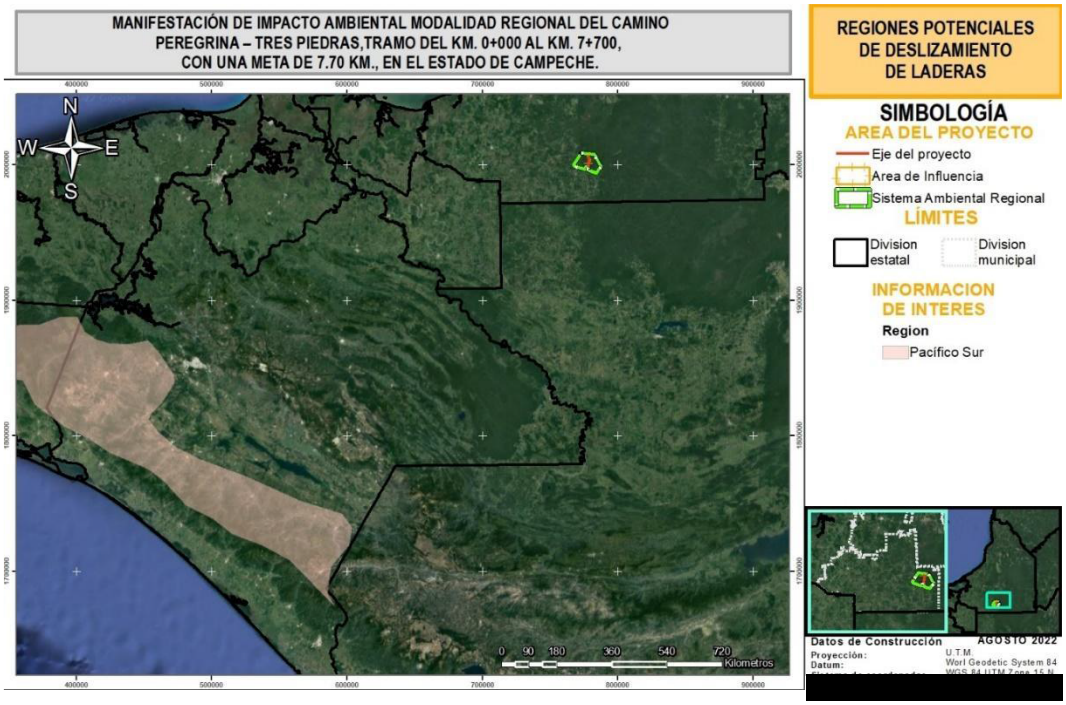


Figura 21. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las zonas potenciales a deslizamiento

IV. 1.12 Sistema de topoformas

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

De acuerdo con la categorización antes descrita, el SAR, AI y AP se encuentran en el sistema de topoformas “Llanura De Depósito Lacustre De Piso Rocoso O Cementado “, tal y como se muestra en la figura.

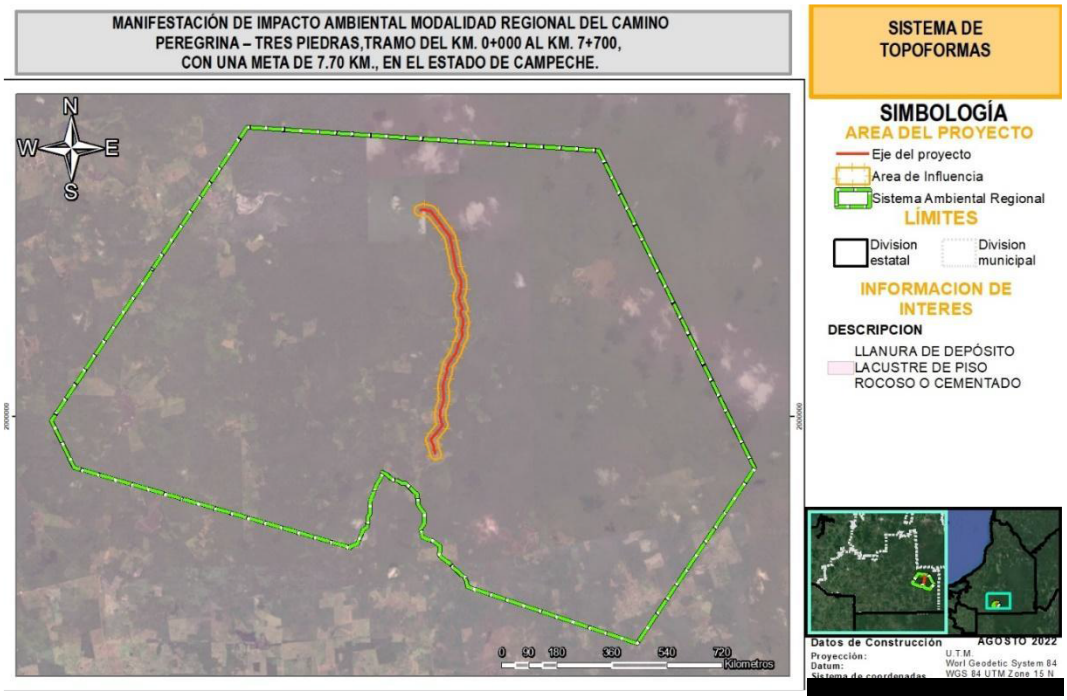


Figura 22. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al topoformas

Depósito lacustre de piso rocoso o cementado: Se localiza en el sector suroeste y colinda con la zona de Pantanos de Campeche, está conformada por una serie de penillanuras formadas por sedimentos de origen lacustre, pero que no han tenido el suficiente desarrollo para formar suelos profundos, de tal forma que se puede apreciar el piso rocoso formado por roca caliza, se distribuye en la parte sur de la zona de estudio.

IV. 1.13 Suelos

Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), el Sistema Ambiental Regional está representada por las siguientes unidades de suelos: Rendzina, Gleysol vertico y zonas con cuerpos de agua

Cuadro 12. Superficies en el SAR, AI y AP respecto a las unidades de suelo presentes

Clave	Edafología	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
H2o	Cuerpo de Agua	285.072757	1.56%		0.00%		0%
Gv	Gleysol Vertico	1869.82818	10.23%	67.12	28.36%	2.4489	22.28%
E	Rendzina	16121.9038	88.21%	169.52	71.64%	8.5427	77.72%
Total		**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

A continuación, se enuncian las características de los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR.

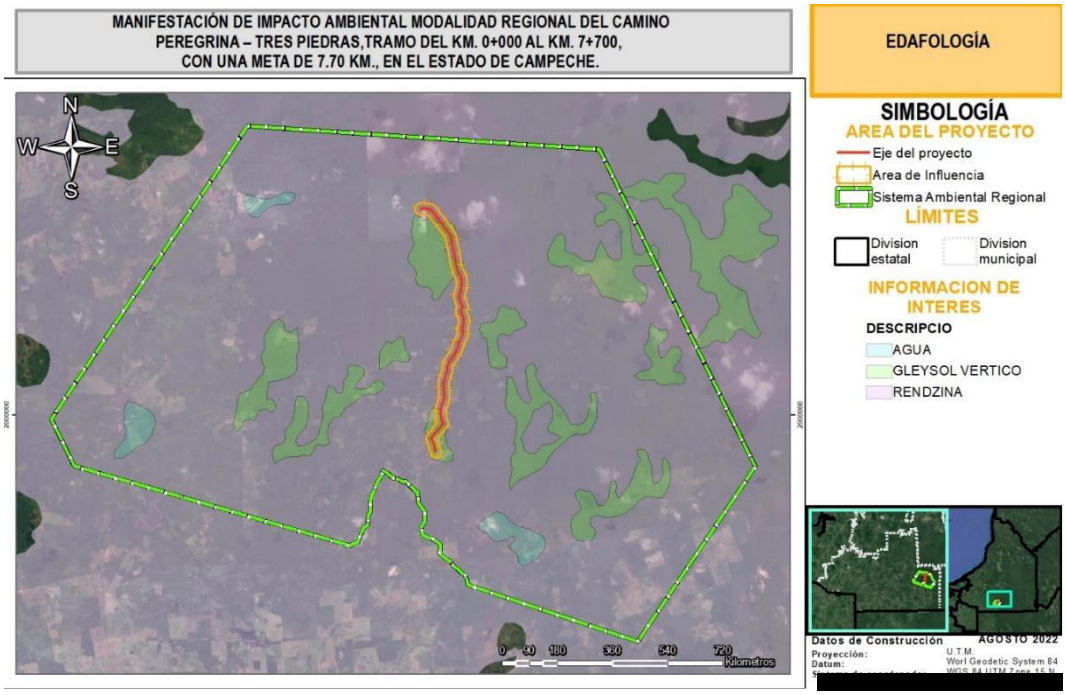


Figura 23. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al unidades de suelo presentes

A continuación, se enuncian las características de los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR, de acuerdo con la “Guía para la interpretación de cartografía: edafología, 2004”:

Gleysol Vertico: El Gleysol vértico presenta en todas sus capas u horizontes A y C el proceso de gleyzación, y se les denomina horizontes gléyicos. Sus características diferenciadoras son: la presencia de grietas mayores de 1 cm de ancho en la época de secas dentro de los 50 cm superficiales, debido a que contiene más de 35% de arcilla colapsable; el contenido de nutrientes. Sustenta principalmente pastizales cultivados e inducidos; sin embargo, también existen áreas con selvas (alta perennifolia, mediana subperennifolia, baja perennifolia y baja subcaducifolia); y en menor escala, áreas dedicadas a la agricultura de temporal con cultivos anuales que toleran la inundación y la necesitan, como el arroz.

Rendzina: Son poco profundos y desarrollo moderado, tienen limitante física a menos de 50 cm de profundidad, lítica o petrocálcica (caliche), así como un horizonte superficial (horizonte A mólico) que descansa sobre material calcáreo. Presentan color oscuro o pardo rojizo, con alto contenido de materia orgánica y pH ligeramente alcalino, con predomino de la textura fina (arcillosa) y algunos con textura media.

IV. 1.13.1 Estado de conservación del suelo

La degradación del suelo se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica y su capacidad actual o futura para sostener la vida humana. Resulta de la interacción de factores ambientales, como el tipo de suelo, la topografía y el clima, y de factores humanos, como la deforestación, el sobrepastoreo y el uso de los recursos naturales. En un esfuerzo por caracterizar este fenómeno dentro de territorio nacional, INEGI genero un mapa de degradación del suelo, en el cual se cuantificaba que 44.9% del territorio nacional presentaba evidencias de degradación en 2002, mientras que en el 55.1% restante no mostraba indicios de degradación aparente. Dicho estudio además divide la degradación en procesos (es decir, degradación química y física y erosión hídrica y eólica), en tipos específicos dentro de cada proceso, niveles (ligero, moderado, fuerte y extremo) y causas de la degradación.

Dentro del SAR, según el Mapa de Degradación de INEGI, no se identifica degradación en el suelo ya que no hay información disponible, como se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro 13. Superficies en el SAR, AI y AP respecto al tipo y grado de degradación del suelo

Tipo	Grado	Causa	SAR		AI		AP	
			Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Sin información	Sin información	Sin información	18,276.80	100.00%	236.64	100.00%	10.9916	100%
Total			**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100%**

IV. 1.14 Hidrología superficial y subterránea

IV. 1.1.1 Acuífero

Los acuíferos son formaciones geológicas conectadas de manera hidráulica por las que se Además de los aspectos hidrológicos superficiales también es importante conocer la hidrología subterránea en el área de estudio, especialmente lo relacionado con los acuíferos. Un acuífero es una formación geológica, o grupo de formaciones o parte de una formación, capaz de acumular una significativa cantidad de agua subterránea, la cual puede brotar o extraerse para consumo. En el caso del SAR, este se encuentra inmerso dentro del acuíferos “Península de Yucatán”.

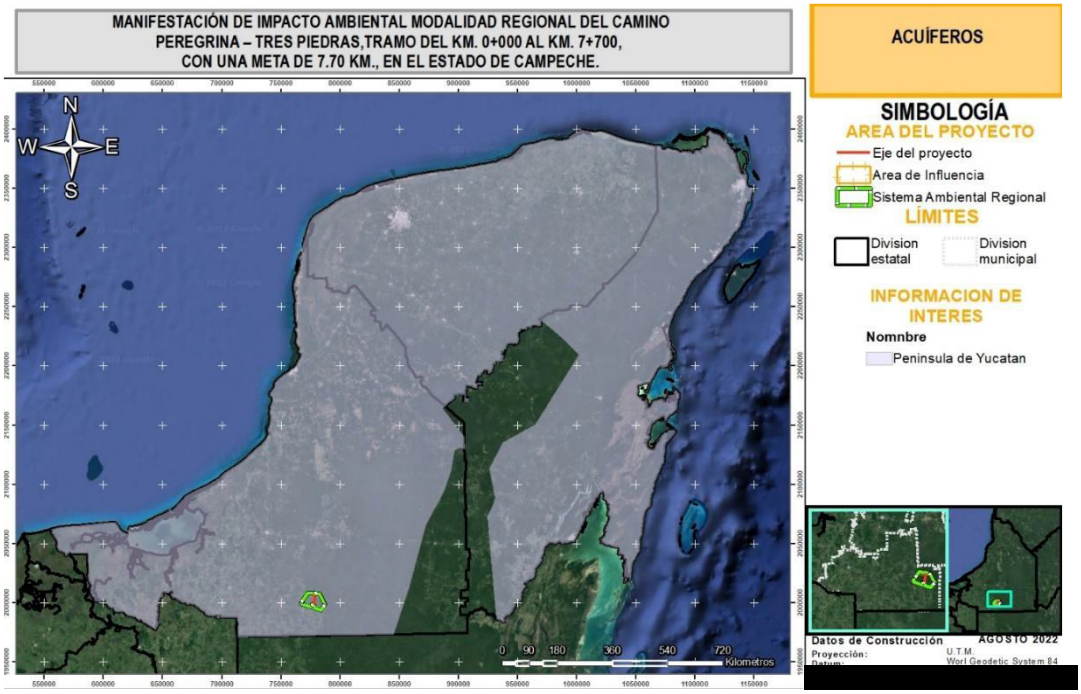


Figura 24. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Hidrología subterránea

El acuífero **Península de Yucatán** pertenece al Organismo de Cuenca XII “Península de Yucatán”. El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se localiza en la porción sureste de los Estados Unidos Mexicanos, abarca una superficie de 124,409 kilómetros cuadrados, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles del Estado de Quintana Roo y Xpujil, del Estado

de Campeche. El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, abarca totalmente los siguientes municipios del Estado de Campeche: Calkiní, Campeche, Candelaria, Carmen, Champotón, Escárcega, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada y Tenabo, así como la porción occidental del Municipio de Calakmul

En el acuífero, existen varios miles de captaciones de agua subterránea, ya que ésta es la única fuente de abastecimiento para todos los usos en la región. El volumen de extracción total asciende a 1,313.3 millones de metros cúbicos anuales. Del total de la extracción, 816.06 millones de metros cúbicos, que corresponde al 62.1 por ciento se destinan al uso agrícola, 432.14 millones de metros cúbicos, que corresponde al 32.9 por ciento para abastecimiento público urbano, 52.17 millones de metros cúbicos, que representa el 4 por ciento para uso industrial y 12.98 millones de metros cúbicos, es decir, sólo el 1 por ciento para uso doméstico y de abrevadero.

La salinidad total del agua subterránea se incrementa a lo largo del patrón de flujo desde tierra adentro y hacia la costa. La calidad del agua subterránea es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera, ya que el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y por tanto a sus caudales de extracción. Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable. La operación de las captaciones provoca el ascenso de agua salobre contenida en esa zona de mezcla, pudiendo aumentar con ello la salinidad del agua subterránea hasta altas concentraciones, que rebasen el límite máximo permisible para consumo humano. En la porción costera del acuífero, este fenómeno inutiliza, temporal o permanentemente, a los pozos que no son adecuadamente diseñados y operados, considerando el reducido espesor de agua dulce.

El acuífero, es sumamente vulnerable a la contaminación, es decir, por sus características, es muy susceptible a ser adversamente afectado por contaminantes que causen cambios químicos, físicos o biológicos y que consecuentemente las concentraciones de distintos parámetros rebasen los límites máximos permisibles para consumo humano establecidos en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre del 2000. La vulnerabilidad a la contaminación está dada por la facilidad de acceso de los contaminantes por tratarse de un acuífero libre y kárstico de muy alta conductividad hidráulica, tanto en la zona no saturada, como en la zona saturada, así como por la poca profundidad del nivel de agua subterránea, por lo que se determina que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es en general extremadamente alta, como es el caso determinado en las zonas específicas de los municipios de Benito Juárez, Isla

Mujeres, Tulum, Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo y en la Zona Metropolitana de Mérida, en el Estado de Yucatán.

En el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se afronta el problema de la eliminación de las aguas negras, ya que la dureza y la pequeña pendiente topográfica de la roca calcárea, hacen prácticamente imposible o elevadamente costosa la instalación de redes de alcantarillado en muchos núcleos de población. Por lo que las aguas residuales domésticas son descargadas directamente al terreno, o a fosas sépticas de deficiente construcción, o se infiltran crudas al subsuelo, a través de pozos de absorción, provocando la contaminación de la única fuente de abastecimiento de agua para consumo humano, principalmente por agentes patógenos. Por lo tanto, el principal foco de contaminación al agua subterránea en el acuífero es la falta de sistemas de alcantarillado sanitario, así como las bajas eficiencias de las actuales plantas de tratamiento.

En la superficie del acuífero existen otras fuentes potenciales de contaminación puntual como granjas, en las que se vierte al subsuelo el estiércol de los animales, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras y gaseras; así como fuentes de contaminación difusa que abarcan áreas más extensas, como zonas con carencia de drenaje y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego. De acuerdo con la Secretaría de Salud, el Estado de Yucatán presenta la incidencia más alta de enfermedades gastrointestinales a escala nacional, mientras que los estados de Campeche y Quintana Roo reportan tasas de incidencia superiores al promedio nacional; las enfermedades parasitarias son el principal problema de salud pública de origen hídrico, a causa de altos niveles de contaminación bacteriana.

La recarga del acuífero se estimó al aplicar la ecuación del Balance de Aguas Subterráneas, cuya expresión es: Entradas o Recarga total â Salidas o Descarga total = Cambio de almacenamiento La recarga total del acuífero es de 21,830.4 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 1,462.29 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo y 20,350.85 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical proveniente del agua de lluvia. La salida subterránea hacia el mar se estimó en 19,121.2 millones de metros cúbicos anuales, la descarga hacia el Río Hondo se estima en 1,395.9 millones de metros cúbicos anuales y la extracción de agua subterránea es de 1,313.3 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento del acuífero es nulo. La Disponibilidad Media Anual fue determinada conforme al método establecido en la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril del 2002, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad

d media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas.

Disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero 3105 Península de Yucatán

CXCII	REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "PENINSULA DE YCUATAN"						
CLAVE	**ACUÍFERO**	**R**	**DNCOM**	**VCAS**	**VEXTET**	**DAS**	**DÉFICIT**
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
3105	Península de Yucatán	21,813.4	14,542.2	2,265.595234	1,313.3	5,005.604766	0.0000

R: *recarga media anual;* ***DNCOM:*** *descarga natural comprometida;* ***VCAS:*** *volumen concesionado de agua subterránea;* ***VEXTET:*** *volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos;* ***DAS:*** *disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.Fuente: DOF publicado 20/04/2015.*

IV. 1.14.1 Región hidrológica y Cuenca

De acuerdo con el Mapa de Regiones Hidrológicas de México (RH), la totalidad del SAR se encuentra inmerso en la RH 30 denominada “Grijalva - Usumacinta”. La Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, se localiza al Sureste de nuestro país, está limitada al Norte por el Golfo de México; al Este por la República de Guatemala, al Noreste por la Región Hidrológica No. 31 Yucatán Oeste, al Sur por la Región Hidrológica No. 23 Costa de Chiapas y al Oeste por la Región Hidrológica No. 29 Coatzacoalcos. Geográficamente está comprendida entre los paralelos 14°55´ y 18°35´ de latitud Norte y los meridianos 91° 20´ y 94° 15´ de longitud Oeste. Pertenece a la vertiente del Golfo de México y es la de mayor importancia en nuestro país, dicha región alberga dos Cuencas Binacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y la República de Guatemala, las denominadas del Río Grijalva y Río Usumacinta.

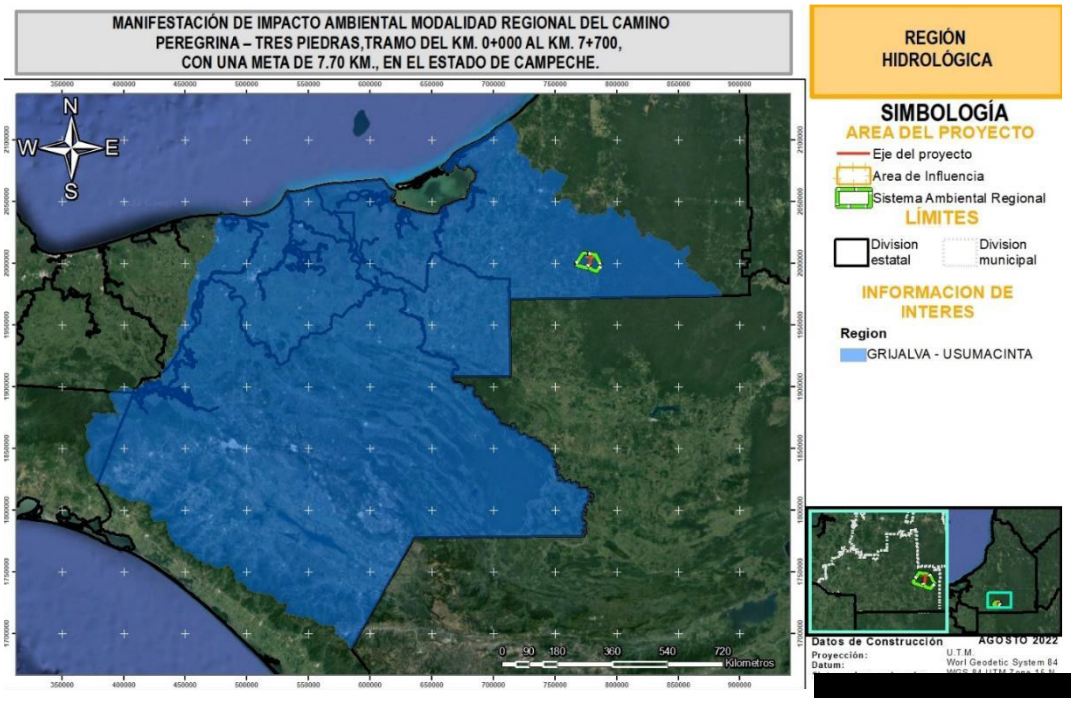


Figura 25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Región Hidrológica

Así mismo el SAR del proyecto se encuentra dentro de la Cuenca RH 30 “Laguna de Términos”, tal y como se muestra en la siguiente figura

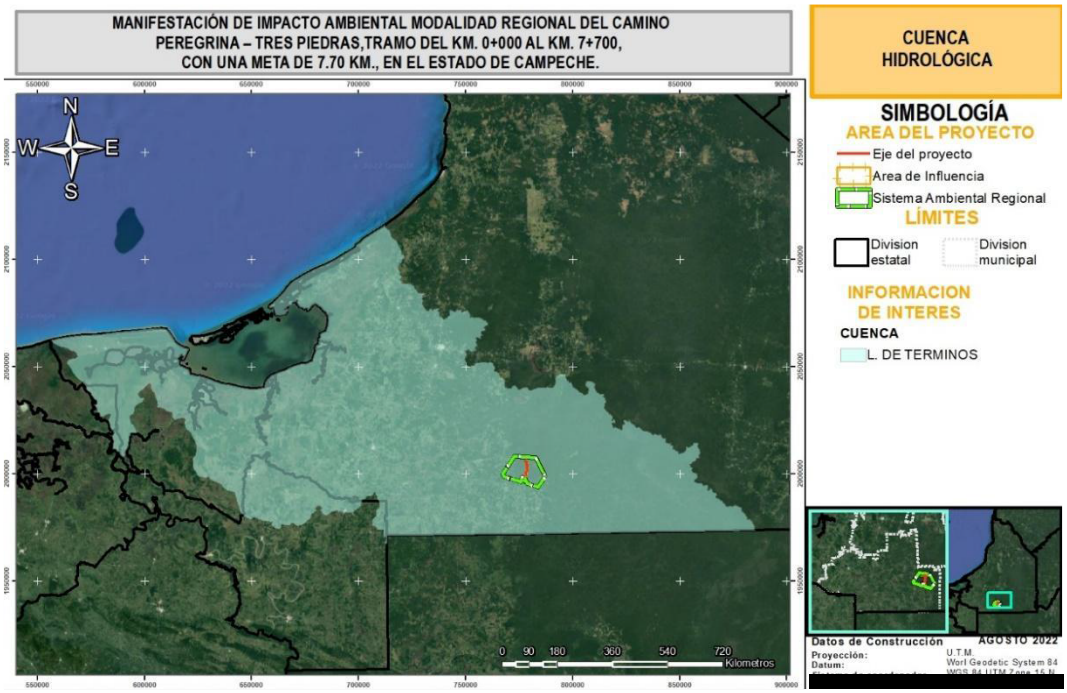


Figura 26. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Cuenca Hidrológica

La cuenca de la Laguna de Términos es remanente de un cuerpo lagunar más extenso rellenado por el aporte de sedimentos y el desarrollo de llanuras aluviales de los ríos que fluyen hacia sus riberas sur y occidental, así como por la acreción orgánica. La barrera litoral está formada principalmente por varias series de antiguas líneas de playa. Los humedales del área conforman, junto con los de Tabasco, una unidad ecológica que los constituye como los más importantes humedales de Mesoamérica. Laguna de Términos tiene un amplio mosaico de asociaciones vegetales terrestres y acuáticas tales como vegetación de dunas costeras, manglares, vegetación de pantano como tular, carrizal y popal, selva baja inundable, palmar inundable, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, vegetación riparia, selva alta-mediana y vegetación secundaria, además de la vegetación de las fanerógamas permanente inundadas como son los pastos marinos.

También, la mayor parte del SAR (99.23 %) se encuentra dentro de la subcuenca RH30Cf “Varias” y el resto en la subcuenca RH30Cg “R. Caribe” en el siguiente cuadro se muestran las proporciones presentes en el SAR, AI y DDV.

Cuadro 14. Superficies en el SAR, AI y AP respecto a las subcuencas presentes

Clave	Subcuenca	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH30Cf	Varias	18,135.40	99.23%	236.64	100.00%	10.9916	100.00%
RH30Cg	R. Caribe	141.41	0.77%		100.00%		
Total		**18,276.80**	**99.23%**	**236.64**	**100.00%**	**10.9916**	**100.00%**

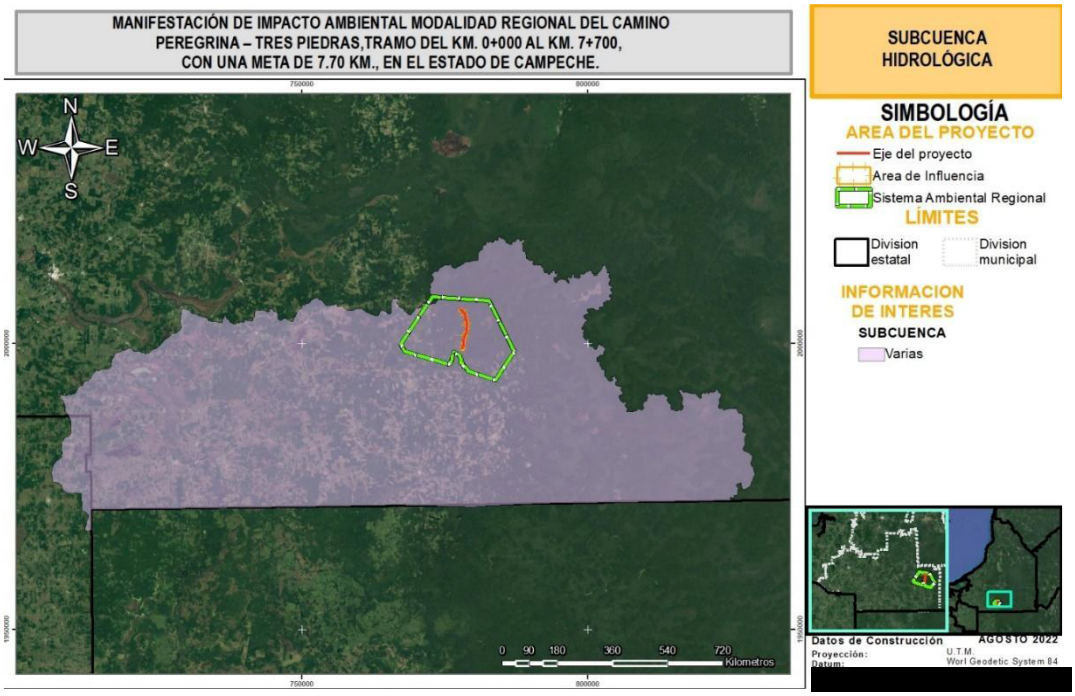


Figura 27. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Subcuenca Hidrológica

Respecto a las microcuencas el SAR está inmerso en dos, “Nuevo Comalcalco” y “La misteriosa”, siendo que para el AP el 85% está dentro de la microcuenca “Nuevo Comalcalco” y el 14% en “La misteriosa”, tal y como se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro 15. Superficies en el SAR, AI y AP respecto a las microcuencas presentes

Clave	Microcuenca	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
30-123-01-046	Nuevo Comalcalco	10545.4386	57.70%	184.10	77.80%	9.36	85.42%
30-123-01-057	La misteriosa	7731.36607	42.30%	52.54	22.20%	1.60	14.58%
Total		**18,276.80**	**100.00%**	**236.64**	**100.00%**	**10.96**	**100.00%**

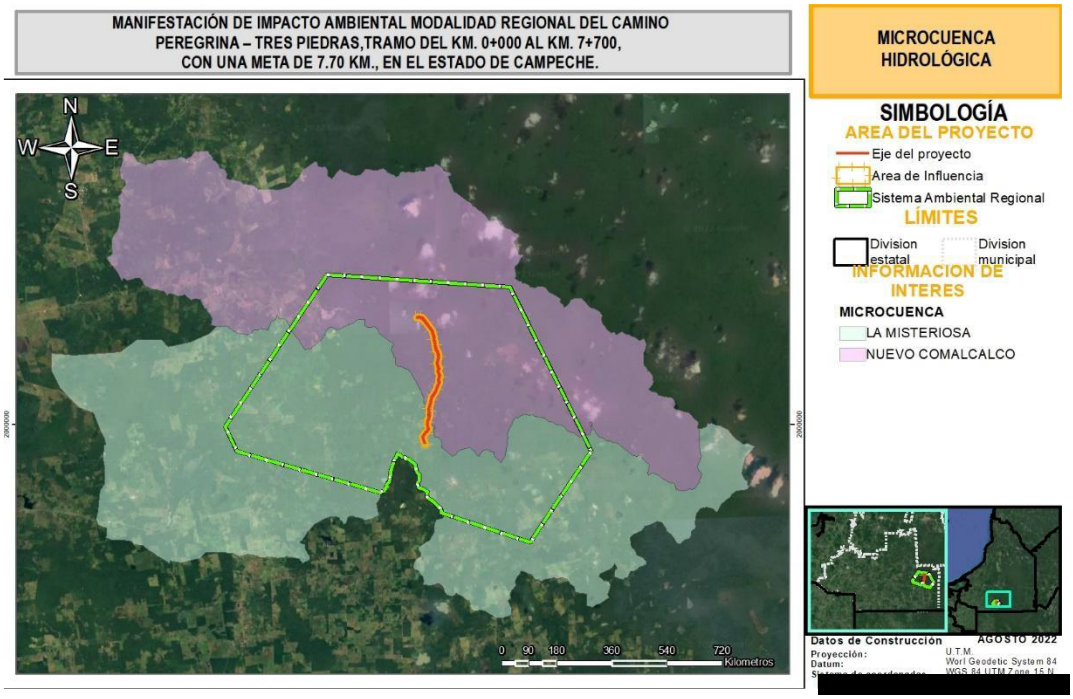


Figura 28. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al microcuencas Hidrológica

IV. 1.1.2 Escurrimientos y cuerpos de agua

Para una mejor comprensión de los conceptos, enseguida se presenta la definición de cada una de acuerdo con el Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica; Escala 1:50 000; Edición: 2.0 (INEGI, 2010).

- **Corriente de agua:** Flujo de agua que depende de precipitación pluvial o afloramiento subterráneo.
- **Intermitente:** Corriente con presencia de agua en determinadas épocas del año.
- **Perenne:** Corriente con presencia de agua permanentemente.

De acuerdo con la capa de INEGI (2010) y en concordancia con lo observado en la visita de campo efectuada para el proyecto, se pudo determinar que el proyecto presenta un cruce con una corriente intermitente, cabe mencionar que al ser intermitente la afluencia del agua temporal en los meses de lluvia, y deja de fluir el vital líquido al acabarse las lluvias.

En la siguientes figura se muestra la vista del escurrimiento que atraviesa el eje del camino, así como su ubicación en el eje del camino

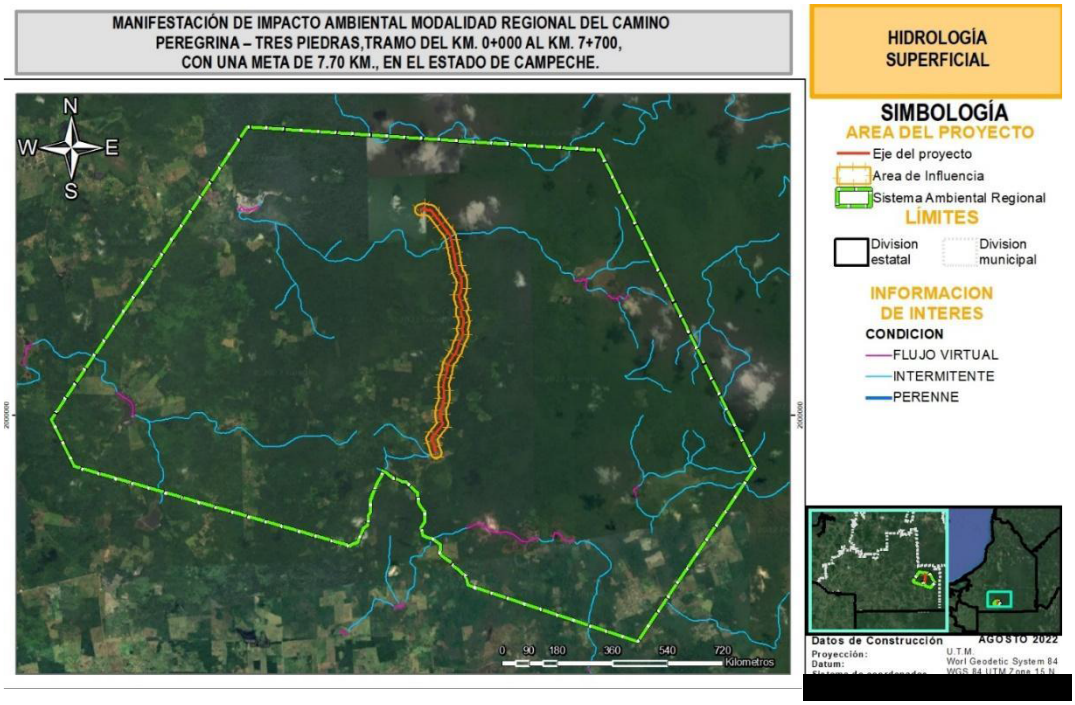


Figura 29. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al Hidrología superficial

Cuadr

o 16. Características del escurrimiento

Coordenada X	Coordenada Y
778714	**2001796**
	
Vista a la izquierda	Vista a la derecha

IV.3 Medio biótico

IV.3.1 Vegetación

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI, en el SAR se presentan 8 tipos diferentes de uso de suelo y vegetación, siendo los de mayor extensión superficial: Vegetación Secundaria Arborea De Selva Mediana Subperennifolia con 34.03%, Selva Mediana Subperennifolia con 34.01%, Pastizal Cultivado con 10.75% y Selva Baja Espinosa Subperennifolia con 10.35%, existiendo también asentamientos humanos, cuerpos de agua, Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subperennifolia y Tular. En el cuadro y figura siguiente se muestra la superficie por categoría, así como su distribución espacial en el SAR.

Cuadro 17. Uso del suelo y vegetación presente en el SAR, AI y AP.

Clave	Uso de suelo y vegetación	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	98.4849	0.54%	0.1323	0.06%	0.4997	5%
H2O	Cuerpo De Agua	266.8723	1.46%	0.0192	0.01%		
PC	Pastizal Cultivado	1964.2547	10.75%	96.0874	40.60%	4.2815	39%
SBQ	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	1891.7920	10.35%	107.2500	45.32%		
PC	Selva Mediana Subperennifolia	6215.8496	34.01%		0.00%	5.2734	48%
PI	Tular	146.8087	0.80%		0.00%		
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arborea De Selva Mediana Subperennifolia	6218.7443	34.03%	33.1550	14.01%	0.9371	9%
VSa/SMQ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subperennifolia	1473.9982	8.06%		0.00%		
Total		**18,276.8047**	**100.00%**	**236.6439**	**100.00%**	**10.9916**	**100**

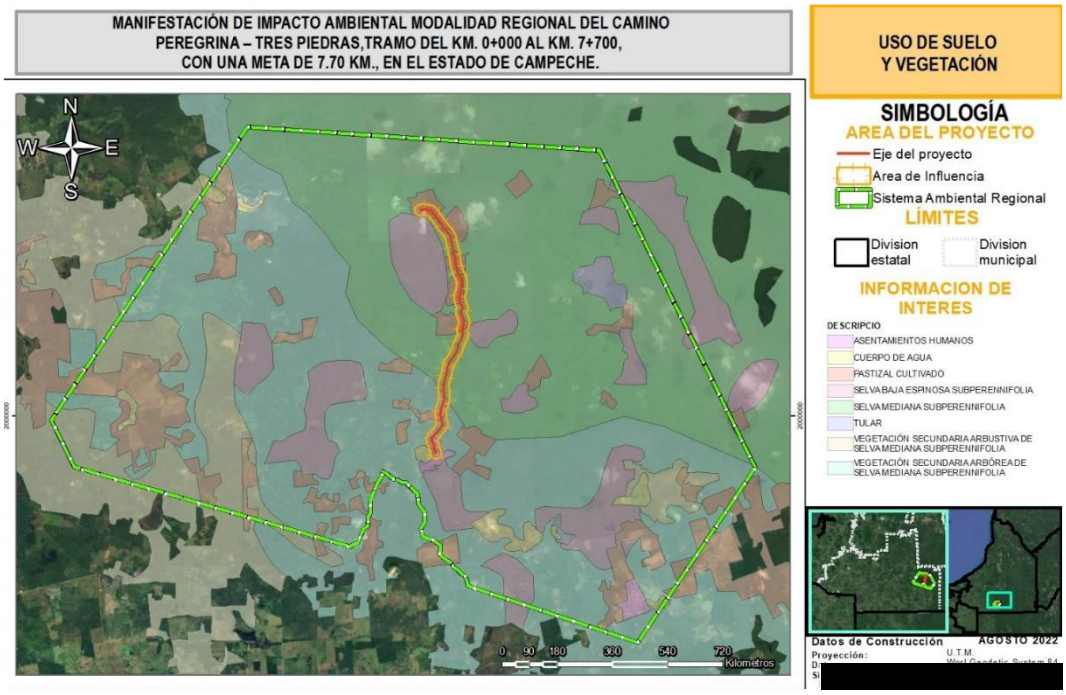


Figura 30. Usos del suelo y vegetación en el SA, AI y AP

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

a) **Asentamientos Humanos**: El establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.
b) **Cuerpo De Agua**: Zonas cubiertas por agua, ya sean cuerpos naturales o generados por la actividad humana.
c) **Pastizal Cultivado**: Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo.
d) **Selva Baja Espinosa Subperennifolia**: Es una comunidad dominada por árboles espinosos; se distribuye en gran parte de la Llanura Costera del Pacífico y en la región central de la Llanura Costera del Golfo norte. Árboles como el ébano, cascalote, Brasil, mezquite, son apreciados en ebanistería por su veteado y dureza, así como para la elaboración de carbón.
e) **Selva Mediana Subperennifolia**: Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30 m. La densidad

de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo. **Vegetación Secundaria Arborea De Selva Mediana Subperennifolia**: Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. **Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subperennifolia**: Vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.

f) **Tular**: Vegetación herbácea que se desarrolla en lugares pantanosos de las planicies costeras, con agua permanente, donde vive enraizada en el fondo, tanto de zonas cálidas como de regiones templadas. Su principal área de distribución se encuentra en la llanura costera del Golfo de México sur. Tular: Comunidad de plantas herbáceas enraizadas en el fondo de terrenos pantanosos o en las orillas de lagos y lagunas, tanto de zonas cálidas como regiones templadas.

IV.3.1.1 Dimensiones del proyecto y uso actual del suelo

IV.3.1.1.1 Superficie del camino actual (tipo E)

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

Cuadro 18. Coordenadas generales del proyecto

			Coordenadas del proyecto			
Cadenamiento		Longitud	Inicio		Fin	
Inicio	Fin	Km	X	Y	X	Y
0+000	7+700	7.7	778196.626	1998952.28	777768.877	2005815.9

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 **4.1791 hectáreas**, con una longitud de 7.7 km y una amplitud promedio de 5.4274 metros.

Cuadro 19. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente	Ancho del camino existente	Superficie del camino actual
7.7 km	5.4274 m	4.1791 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 **2.4388 ha**; lo que representa que de las **4.1791 ha** que ocupa el camino actual, solo **2.4388 ha** formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (1.7403 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 20. Superficie actual que formara 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)
7.7 km	**5.4274m**	**2.4388 ha**	**1.7403 ha**	**4.1791 ha**

IV.3.1.1.2 Superficie del proyecto (tipo C)

En la siguiente tabla se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 21. Dimensiones del proyecto

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	7,700.0
Ancho de corona (m)	7
Ancho de calzada (m)	7
Ancho de línea de ceros promedio (m)	14.02
Sup. total, de la línea de ceros (ha)	10.9916

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 10.9916 ha.

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 22. 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	6.941	63.15%
	Superficie para cortes y terraplenes	4.0506	36.85%
Total		10.9916	100%

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 23. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del proyecto con relación al camino existente

Área	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	2.4388	22.19%
	Superficie que se requiere adicionar al proyecto	**8.5528**	**77.81%**
Total		10.9916	100%

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 10.9916 ha, de las cuales 2.4388 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 8.5528 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

IV.3.1.1.3 Dimensiones del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)

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 24. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la DDV del proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	1.8706	6.08%
PC	Pastizal Cultivado	11.0902	36.02%

VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	3.3704	10.95%
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	14.4600	46.96%
Total		**30.7912**	**100%**

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

Cuadro 25. Desglose de superficies de uso de suelo y vegetación en la superficie en la Línea de ceros del proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	0.4997	4.55%
PC	Pastizal Cultivado	4.2815	38.95%
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	0.9371	8.53%
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	5.2734	47.98%
Total		**10.9916**	**100%**

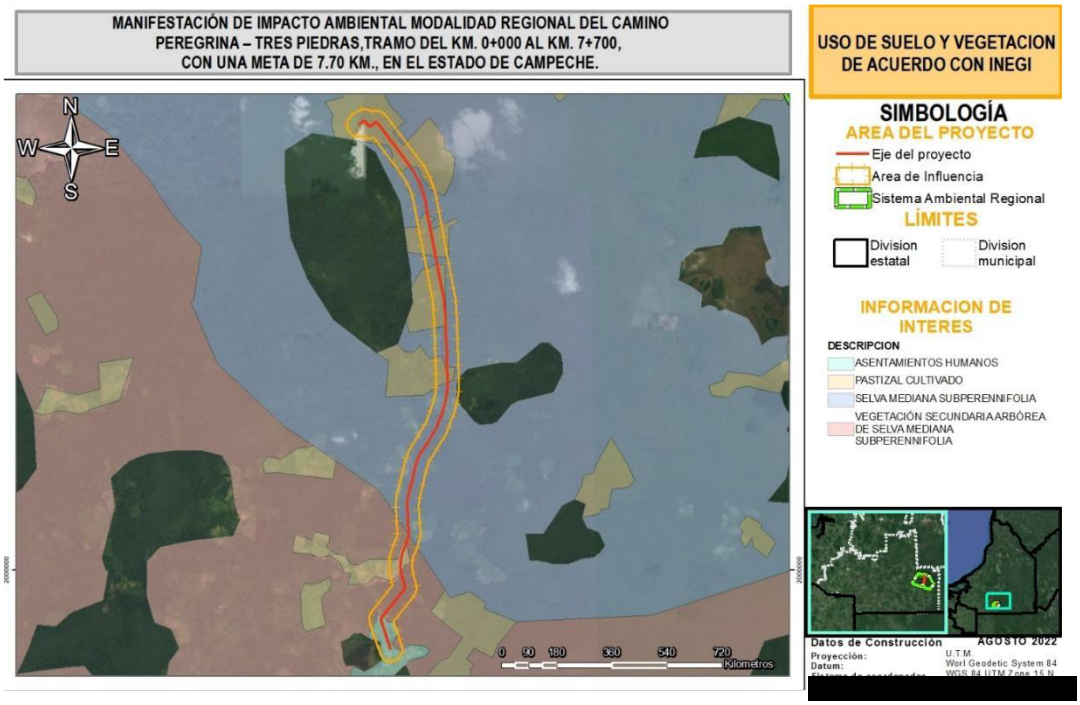


Figura 31. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con INEGI

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. No obstante, pese al esfuerzo en tratar de cumplir a cabalidad con las normas que definen las características geométricas de un camino tipo “D”, existen curvas que rebasan los límites señalados por la SCT. Por lo que la afectación se debe principalmente a la apertura de curvas muy cerradas en el tramo y a la ampliación de carriles.

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, vegetación forestal de clima tropical 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, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

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 26. Distribución del uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con 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	2.4388	7.92%
	Pastizal Inducido	No Forestal	6.3377	20.50%
	Asentamientos Humanos	No Forestal	0.7457	2.42%
	Subtotal No Forestal		9.5223	**30.8%**
	Selva Mediana Subperennifolia	Forestal	1.4693	4.9%
	Subtotal Forestal		1.4693	**4.9%**
	Total Línea de ceros		10.9916	**35.7%**
Restante de DDV sin afectación			**19.7996**	64.30%
Total DDV			**30.7912**	**100%**

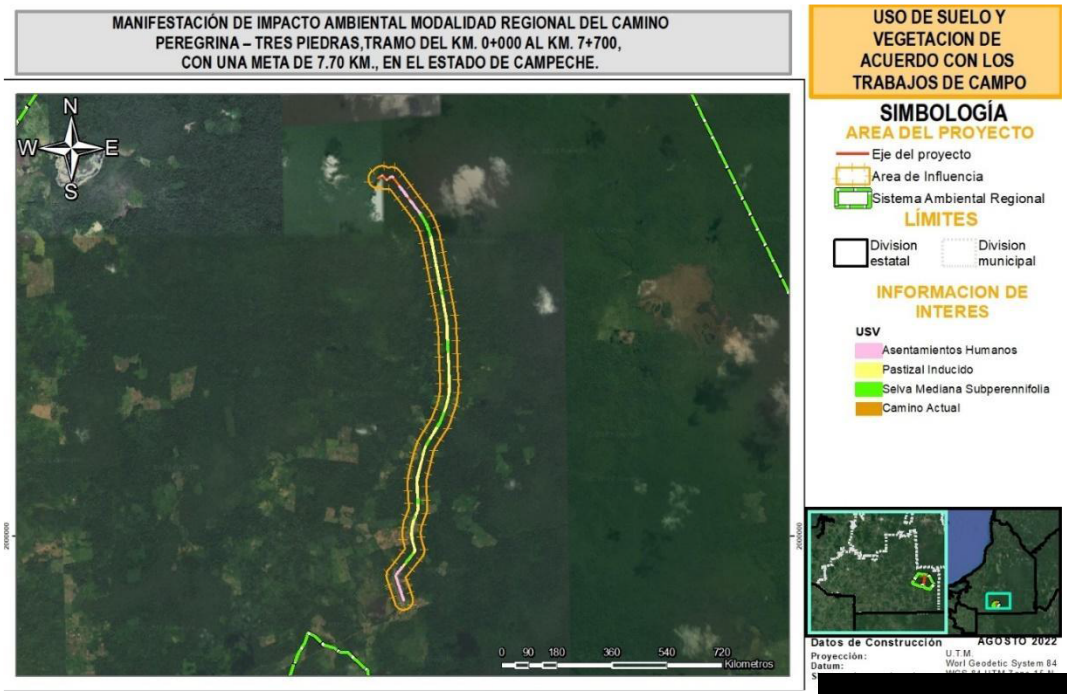


Figura 32. Uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo

De acuerdo con la siguiente tabla 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 dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Selva Mediana Subperennifolia.

- **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: Asentamientos humanos, Pastizal inducido aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

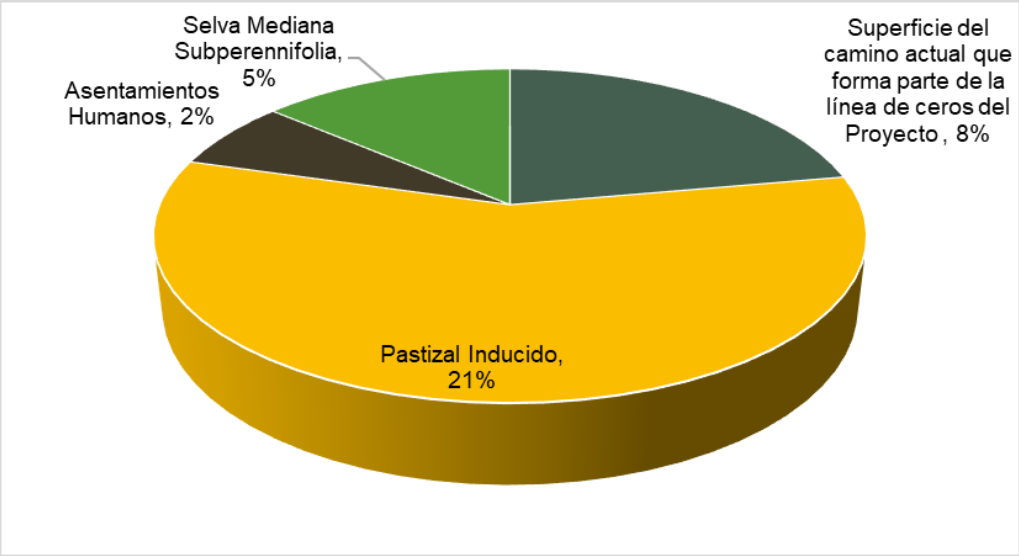


Figura 33. Porcentaje de ocupación par al condición de uso de suelo y vegetación en la superficie total del proyecto, de acuerdo con el trabajo de campo

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

Cuadro 27. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Selva Mediana Subperennifolia	1.46933	100%
Total	**1.46933**	**100%**

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

Cuadro 28. Polígonos de CUSTF para el proyecto

Polígono	Tipo de Vegetación	Área
Polígono Forestal 1	Selva Mediana Subperennifolia	0.07538
Polígono Forestal 2	Selva Mediana Subperennifolia	0.00559
Polígono Forestal 3	Selva Mediana Subperennifolia	0.09668
Polígono Forestal 4	Selva Mediana Subperennifolia	0.08535

Polígono	Tipo de Vegetación	Área
Polígono Forestal 5	Selva Mediana Subperennifolia	0.00331
Polígono Forestal 6	Selva Mediana Subperennifolia	0.06809
Polígono Forestal 7	Selva Mediana Subperennifolia	0.26156
Polígono Forestal 8	Selva Mediana Subperennifolia	0.20401
Polígono Forestal 9	Selva Mediana Subperennifolia	0.04276
Polígono Forestal 10	Selva Mediana Subperennifolia	0.06276
Polígono Forestal 11	Selva Mediana Subperennifolia	0.00012
Polígono Forestal 12	Selva Mediana Subperennifolia	0.56229
Polígono Forestal 13	Selva Mediana Subperennifolia	0.00141
Total		**1.46933**

Por otra parte, en las siguientes figuras se muestra la superficie que requerirá autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

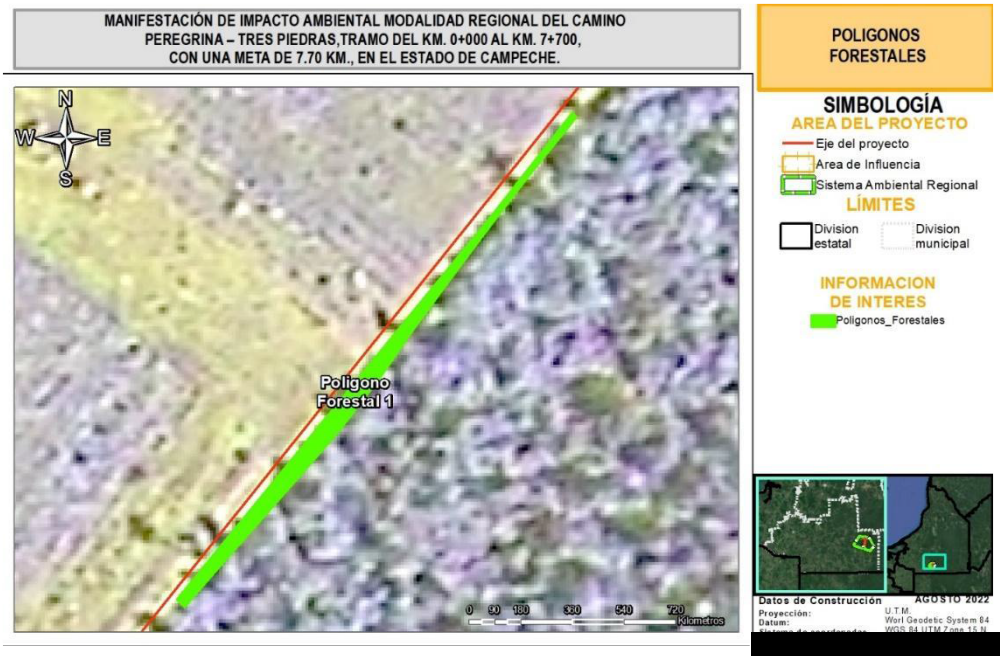


Figura 34. Ubicación polígono 1 sujeto a CUSTF

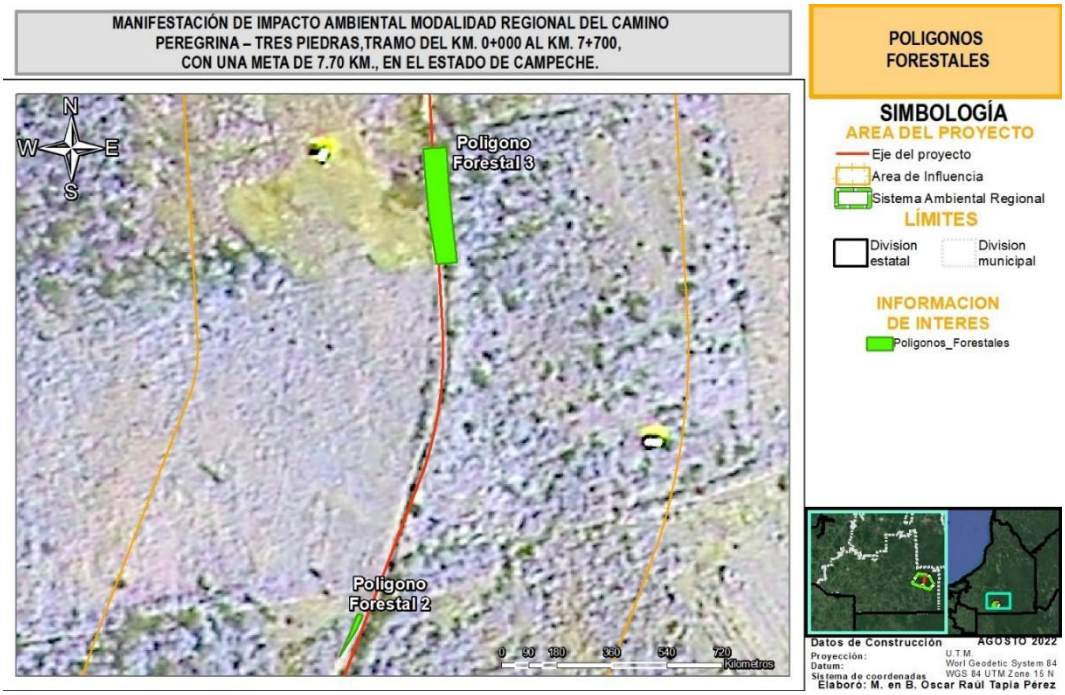


Figura 35. Ubicación polígonos 2 y 3 sujetos a CUSTF

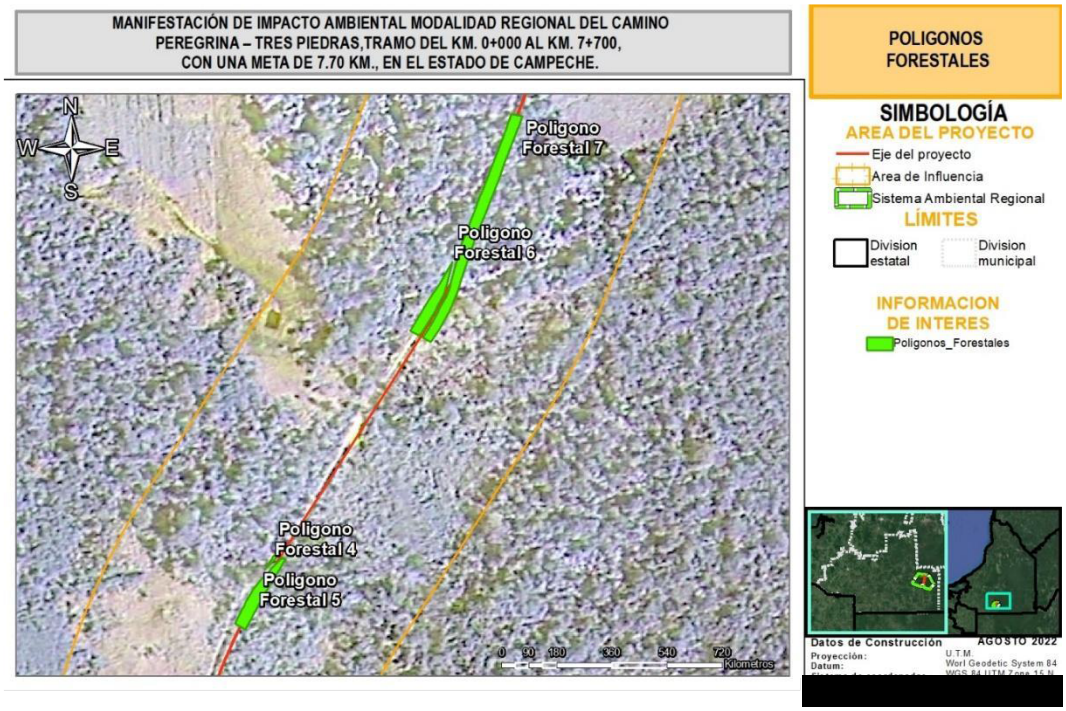


Figura 36. Ubicación polígonos 4, 5, 6 y 7 sujeto a CUSTF

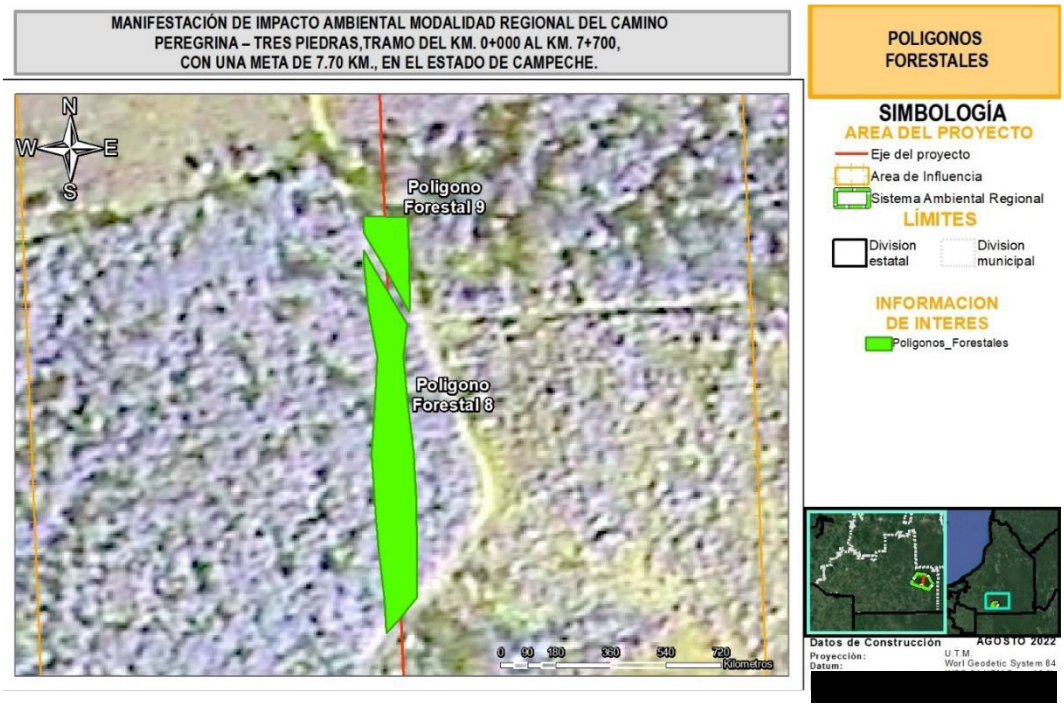


Figura 37. Ubicación polígonos 8 y 9 sujeto a CUSTF

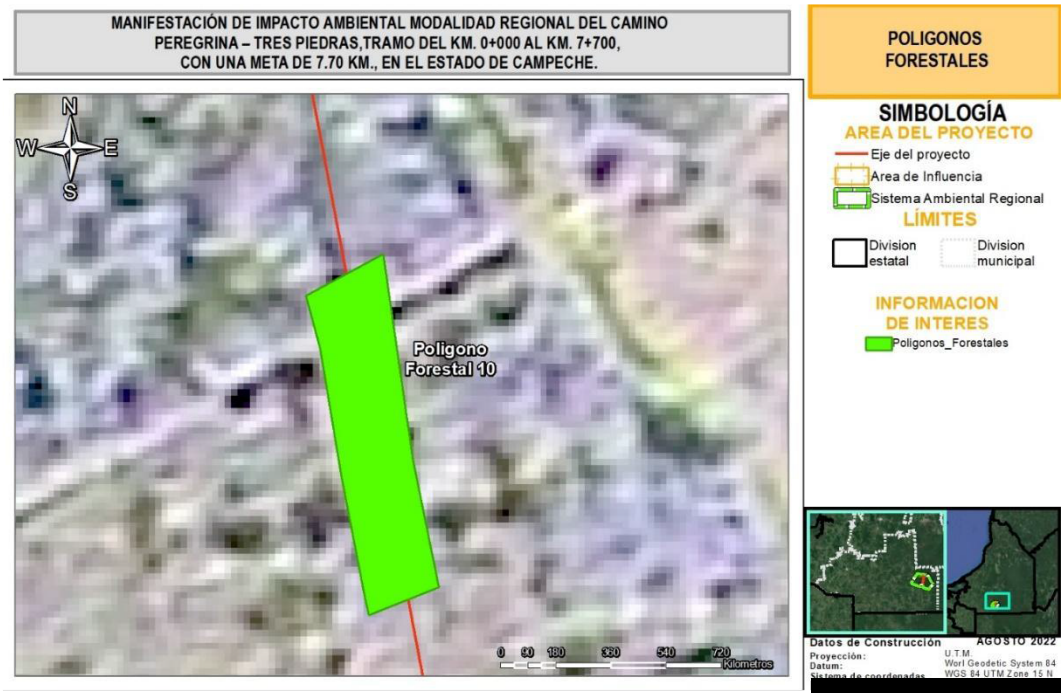


Figura 38. Ubicación polígono 10 sujeto a CUSTF

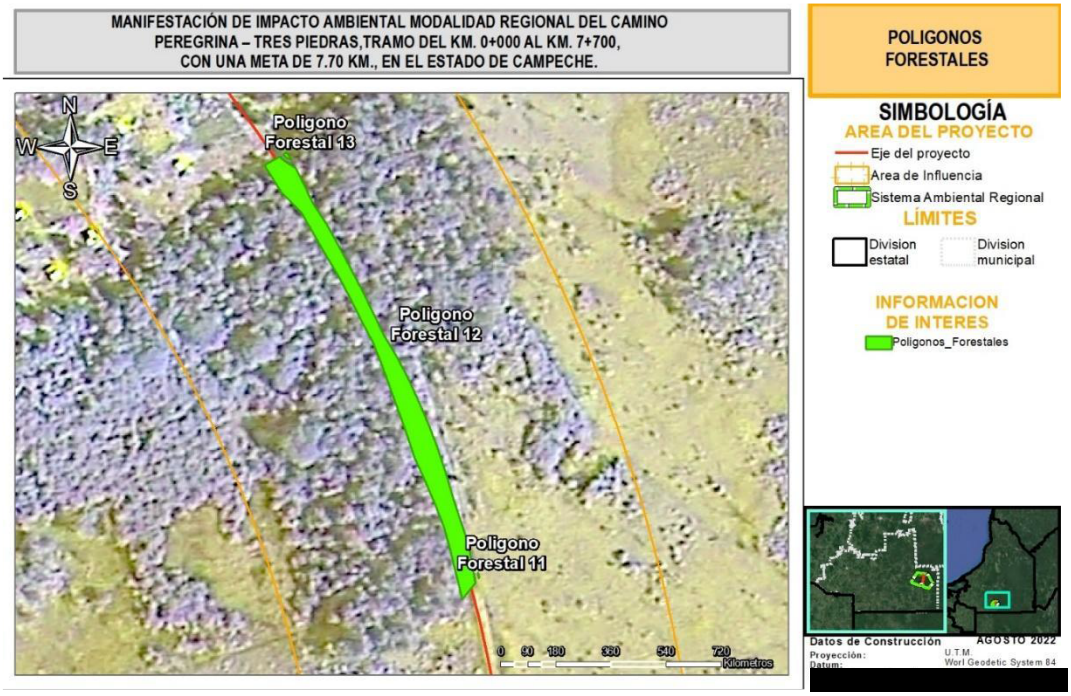


Figura 39. Ubicación polígonos 11,12 y 13 sujeto a CUSTF

IV.3.1.1.4 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 18 sitios circulares concéntricos tomando como referencia las siguientes unidades:

- **Sitio circular de 0.06 ha (600 m^2).** En esta unidad se contabilizarán, 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 circular de 0.03 ha (300 m^2).** Esta unidad quedará circunscrita en la unidad de 600 m^2, en ella se contabilizarán, medirán y registrarán todos los individuos arbustivos, epífitas y cactáceas.

- **Sitio circular de 3.1416 m^2.** En el centro de los sitios de muestreo se establecerá un tercer sitio, con un radio de 1 m, en el que se contabilizarán y registrarán las ejemplares herbáceos.

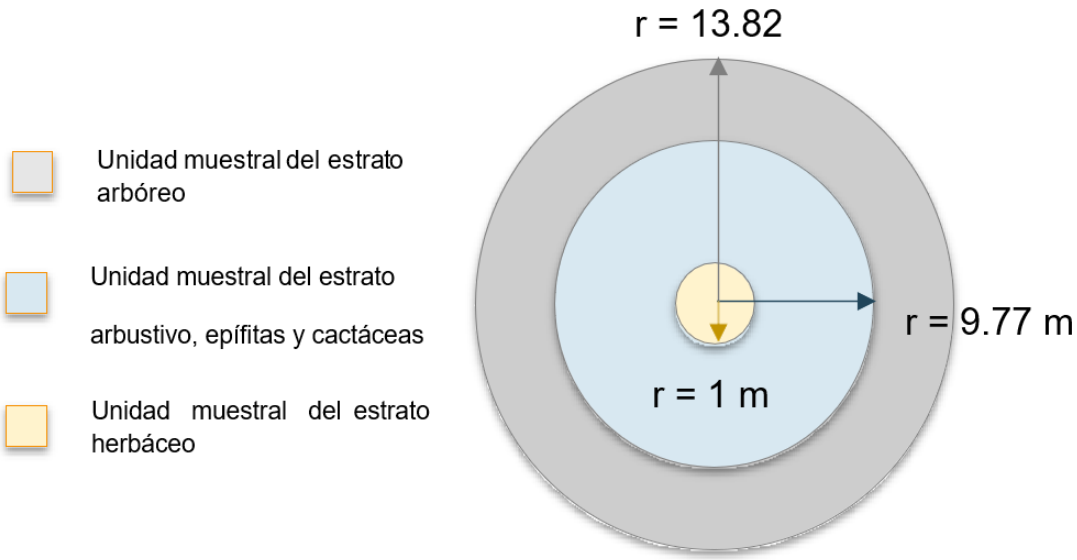


Figura 40. Forma y tamaño de las unidades de muestreo

En el siguiente Cuadro se indica el número de unidades muestrales que se levantaron dentro de la vegetación del área del Proyecto.

Cuadro 29. Numero de sitios de muestreo levantados en el Área del Proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Tamaño de la unidad muestral (m2)	Número de sitios de muestreo	Sup. muestreada (ha)	Intensidad de muestreo (%)
Selva Mediana Subperennifolia	1.46933	600.00	3.00	0.2	12%
Total	**1.46933**	**600.00**	**3.00**	**0.2**	**12%**

Como indica Escamilla H., C (2009), la intensidad de muestreo en forma estadística estará en función del tipo de muestreo que se vaya a aplicar. Carrillo (2008), menciona dos procedimientos para calcular el tamaño de muestra: uno es en base a la experiencia del responsable técnico del inventario y las características del área de estudio y el otro basado en la fórmula del “tamaño de muestra” en el muestreo aleatorio simple. El primero es de fácil aplicación y puede proporcionar un tamaño de muestra adecuado al nivel de precisión

deseada, sobre todo cuando se tiene conocimiento de las características generales del área por estudiar, sin embargo, estadísticamente no es muy recomendable, ya que puede subestimarse o sobreestimarse la información. También menciona que en la mayoría de los estudios de muestreo que se llevan a cabo en los levantamientos de información silvícola, ecológica y dasométrica, se utilizan intensidades prefijadas entre 2 y 4 %, las cuales proporcionan buenas estimaciones

En ese sentido, se indica que la intensidad de muestreo para el AP, del 12 %, representa una intensidad de muestreo adecuada para caracterizar la vegetación forestal a afectar con el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.

Por otra parte, en cuanto a su distribución de los sitios de muestreo en el AP, esta se realizó de forma aleatoria y automática en ArcGIS con la intención de darle valor estadístico al muestreo y poder hacer una ponderación de los valores obtenidos de las unidades muestrales (sitios) a la población (superficie de AP).

Así mismo, en el siguiente Cuadro se indica el número de sitios de muestreo que fueron levantados en el AI y SAR. Cabe señalar que estos sitios también fueron determinados en ArcGIS creando una red de puntos aleatorios, utilizando el mapa de uso de suelo y vegetación del SAR como marco de referencia para su ubicación.

Cuadro 30. Número de sitios de muestreo levantados en el SAR y AI

Tipo de Vegetación	Sitios de Muestreo	Tamaño del Sitio de Muestreo (ha)	Superficie Muestreada (ha)
Selva Mediana Subperennifolia	6	0.06	0.4
Total	**6**	**0.06**	**0.4**

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 31. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación.

Estrato	Características	Variables de interés en el área de estudio	
		Área del Proyecto	Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional
Herbáceo	Todos los ejemplares no leñosos, ni de la	**Número de individuos por especie.** **Altura.** Se midió la altura total	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se midió

	familia Cactácea	del individuo. **Diámetro de copa mayor.** Se midió el diámetro mayor de la parte aérea. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la parte aérea.	el diámetro mayor de la parte aérea. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la parte aérea.
Arbustivo, palmeras y enredaderas	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	Número de individuos por especie. **Altura.** Se midió la altura total del individuo. **Diámetro de copa mayor.** Se midió el diámetro mayor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se midió el diámetro mayor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.
Árbol	Ejemplares en los que existe un tronco predominante. Presenta una altura generalmente mayor a 5 metros Presentan un diámetro normal de al menos 5 cm, y es susceptible de ser aprovechado como materia prima forestal maderable.	**Altura.** Se midió la altura total del individuo; así como la de sus ramas y brazos. **Diámetro normal.** Diámetro de la sección trasversal del fuste a 1.30 m de altura, tanto del fuste principal como la de sus ramas y brazos con diámetro normal mayor a 5 cm. **Diámetro de copa mayor.** Se midió el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol. 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. Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.	**Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol. Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.



Figura 41. Aplicación de la metodología para muestreó

En el siguiente cuadro y figura se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo, así como su ubicación espacial.

Cuadro 32. Coordenadas de los sitios de muestreo de flora

Sitio	Área	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo de Vegetación
01	AP	778471	2005129	Selva Mediana Subperennifolia
02	AP	778869	2003141	Selva Mediana Subperennifolia
03	AP	778744	2001814	Selva Mediana Subperennifolia
01	AI	778384	2005085	Selva Mediana Subperennifolia
02	AI	778997	2003147	Selva Mediana Subperennifolia
03	AI	778930	2001892	Selva Mediana Subperennifolia
01	SAR	778305	2006271	Selva Mediana Subperennifolia
02	SAR	779339	2003285	Selva Mediana Subperennifolia
03	SAR	779523	2001780	Selva Mediana Subperennifolia

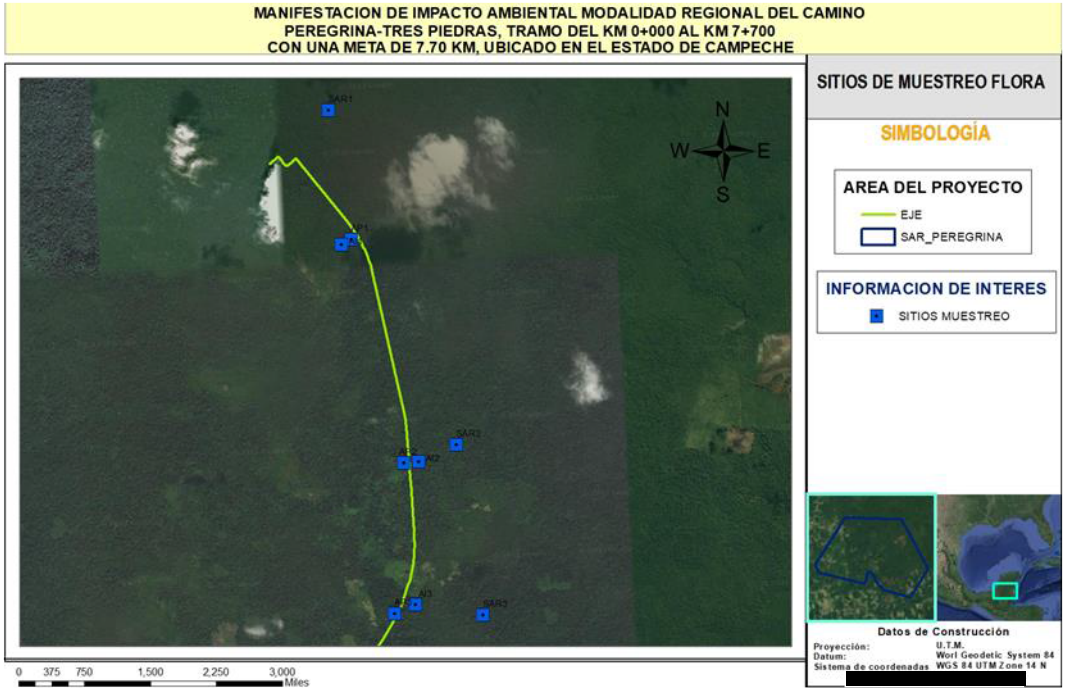


Figura 42. Ubicación de los sitios de muestreo de flora

Análisis de diversidad de la vegetación.

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.

Para evaluar la estructura y composición se utilizaron índices que expresan ocurrencia de especies, así como de importancia dentro del ecosistema, por lo que se establecen las definiciones d ellos elementos estructurales de la vegetación

Abundancia

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Alvis, 2009).

$$Abundancia\ por\ hectárea = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$Densidad\ relativa\ = \frac{Densidad\ \ por\ hectárea\ por\ especie}{Densidad\ por\ hectárea\ de\ todas\ las\ espcies} \times 100$$

Frecuencia

Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, con relación al total de parcelas inventariadas (en este caso sobre la muestra), o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje, la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Alvis, 2009).

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{Núm.\ de\ sitios\ en\ los\ que\ se\ presenta\ cada\ especie}{n\ (número\ de\ sitios\ muestreados)}$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Dominancia

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Alvis, 2009).

$$Cobertura\ de\ una\ especie = \frac{\pi * (Diámetro\ mayor\ de\ copa + Diámetro\ menor\ de\ copa)^2}{4}$$

$$Dominancia = \frac{Cobertura\ \ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$Dominancia\ relativa = \frac{Área\ basal\ total\ de\ una\ especie}{Dominancia\ de\ todas\ las\ espcies} \times 100$$

Índice de Dominancia Relativa (IDR)

También llamado Valor de Importancia Relativa contempla el porcentaje de cobertura de una especie con respecto a la cobertura de todas las especies más el porcentaje correspondiente al número de ejemplares de esa especie respecto al número total de individuos de todas las especies (Alvis, 2009).

$$Índice\ de\ dominancia\ relativa\ (IDR) = Dominancia\ relativa + densidad\ relativa$$

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), y se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativas. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

$$Índice\ de\ Valor\ de\ Importancia\ (IVI) = Dominancia\ relativa + Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

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.

- 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 estas.

- Diversidad máxima (H´ max): será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

$$H' max = Ln(S)$$

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

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

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

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

ni = 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.

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

IV.3.2 Caracterización de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área de Influencia (AI).

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación se Selva Mediana Subperennifolia.

IV.3.2.1.1 Composición florística en el SAR y AI

De acuerdo con los resultados del muestreo y una vez realizado el análisis de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de **86** especies pertenecientes a **39** familias diferentes, de las cuales la Rubiáceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 8 especies, seguida de las familias Fabácea y Sapindácea con 7 especies cada una. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 33. Composición florística selva mediana subperennifolia en el SAR y AI.

Familia	Cantidad de especies
Rubiaceae	8
Fabaceae	7
Sapindaceae	7
Euphorbiaceae	5
Arecaceae	4
Lauraceae	4
Malvaceae	4
Sapotaceae	4
Anacardiaceae	3
Moraceae	3
Myrtaceae	3
Acanthaceae	2
Burseraceae	2
Cannabaceae	2
Nyctaginaceae	2
Piperaceae	2
Salicaceae	2
Annonaceae	1

Familia	Cantidad de especies
Apocynaceae	1
Araliaceae	1
Bignoniaceae	1
Boraginaceae	1
Combretaceae	1
Dioscoreaceae	1
Erythroxylaceae	1
Lamiaceae	1
Melastomataceae	1
Meliaceae	1
Orchidaceae	1
Polygonaceae	1
Primulaceae	1
Putranjivaceae	1
Rhamnaceae	1
Simaroubaceae	1
Smilacaceae	1
Urticaceae	1
Verbenaceae	1
Violaceae	1
Zamiaceae	1
Total	86

Cuadro 34. Listado florístico selva mediana subperennifolia en el SAR y AI

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN/CITES	Distribución
Bignoniaceae	Amphilophium crucigerum	Bejuco de canoita			Nativa
Piperaceae	Piper yucatanense	No conocido			Nativa
Lauraceae	Damburneya coriacea	Medium			Nativa
Anacardiaceae	Spondias mombin	Jobo			Nativa
Sapindaceae	Matayba oppositifolia	Tempesquite			Nativa
Moraceae	Brosimum alicastrum	Ramón			Nativa
Cannabaceae	Trema micrantha	Capulín cimarrón			Nativa
Urticaceae	Cecropia peltata	Chancarro			Nativa
Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Ya'ay tiik			Nativa
Sapotaceae	Pouteria reticulata	Zapotillo			Nativa
Sapindaceae	Paullinia cururu	Chéen aak'			Nativa
Arecaceae	Cryosophila stauracantha	Guano kun	A		Nativa
Fabaceae	Lonchocarpus castilloi	Machiche			Nativa

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN/CITES	Distribución
Rubiaceae	Guettarda combsii	Popistle			Nativa
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Jobillo	A		Nativa
Myrtaceae	Psidium guajava	Guayaba dulce			Nativa
Arecaceae	Chamaedorea seifrizii	Palma bambú			Nativa
Simaroubaceae	Simarouba amara	Cedro macho			Nativa
Salicaceae	Zuelania guidonia	Trementino			Nativa
Sapindaceae	Sapindus saponaria	Jaboncillo			Nativa
Sapotaceae	Manilkara zapota	Chicozapote			Nativa
Apocynaceae	Aspidosperma megalocarpon	Pelmash		NT	Nativa
Sapotaceae	Pouteria campechiana	K'aniste			Nativa
Orchidaceae	Oeceoclades maculata	Orquídea monja africana			Introducida
Sapindaceae	Cupania belizensis	Sak poom			Nativa
Myrtaceae	Eugenia capuli	Capulín de mayo			Nativa
Lauraceae	Licaria peckii	Pimientillo			Nativa
Burseraceae	Protium copal	Copal			Nativa
Boraginaceae	Bourreria pulchra	Balche ke			Nativa
Lamiaceae	Vitex gaumeri	Ya' axnik			Nativa
Acanthaceae	Aphelandra scabra	Cola de gallo			Nativa
Araliaceae	Dendropanax arboreus	Chaca blanco			Nativa
Fabaceae	Inga vera	Jinicuil			Nativa
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tsalam			Nativa
Smilacaceae	Smilax domingensis	Cocolmeca			Nativa
Zamiaceae	Zamia prasina	Palmita	Pr	NT/Apéndice II	Nativa
Piperaceae	Piper amalago	Cordoncillo hoja			Nativa
Moraceae	Trophis racemosa	Ramoncillo			Nativa
Euphorbiaceae	Croton icche	Cascarillo			Nativa
Arecaceae	Desmoncus chinantlensis	Bayil			Nativa
Fabaceae	Coulteria mollis	Chacte viga			Nativa
Burseraceae	Bursera simaruba	Chaca rojo			Nativa
Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabín			Nativa
Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechem negro			Nativa
Arecaceae	Sabal yapa	Palma de guano			Nativa
Rubiaceae	Alibertia edulis	Canilla de venado			Nativa
Melastomataceae	Bellucia grossularioides	Duraznillo			Nativa
Dioscoreaceae	Dioscorea convolvulaceae	Cabeza de negro			Nativa
Moraceae	Pseudolmedia spuria	Mamba negra			Nativa
Malvaceae	Hampea trilobata	Jool k'an jool			Nativa
Annonaceae	Annona reticulata	Chirimoya			Nativa

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN/CITES	Distribución
		corazón de buey			
Fabaceae	Bauhinia divaricata	Calzoncillo			Nativa
Primulaceae	Bonellia flammea	Pincha huevo		EN	Nativa
Euphorbiaceae	Croton arboreus	Cascarillo blanco			Nativa
Putranjivaceae	Drypetes lateriflora	Huesillo			Nativa
Malvaceae	Malvaviscus arboreus	Tulipán de monte			Nativa
Rubiaceae	Cosmocalyx spectabilis	Chakte' kook		VU	Nativa
Erythroxylaceae	Erythroxylum rotundifolium	Baak soots'			Nativa
Violaceae	Rinorea guatemalensis	Botoncillo			Nativa
Rubiaceae	Simira salvadorensis	Palo rosa			Nativa
Acanthaceae	Bravaisia berlandieriana	Julub			Nativa
Sapindaceae	Cardiospermum halicacabum	Bejuco tronador			Nativa
Lauraceae	Damburneya salicifolia	Laurel			Nativa
Rubiaceae	Exostema mexicanum	Cascarillo			Nativa
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Pata de venado			Nativa
Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri	Piñón			Nativa
Sapindaceae	Melicoccus oliviformis	Guaya			Nativa
Nyctaginaceae	Pisonia aculeata	Uña de gavilán			Nativa
Malvaceae	Pseudobombax ellipticum	Amapola			Nativa
Rubiaceae	Psychotria nervosa	Retamo			Nativa
Rubiaceae	Randia truncata	Crucetillo			Nativa
Fabaceae	Acacia gaumeri	Catzin			Nativa
Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro rojo	Pr	CR/Apéndice II	Nativa
Cannabaceae	Celtis trinervia	Ta'an che'			Nativa
Sapotaceae	Chrysophyllum mexicanum	Caimitillo			Nativa
Euphorbiaceae	Croton schiedeanus	Cascarillo			Nativa
Sapindaceae	Cupania belizensis	Sak poom			Nativa
Myrtaceae	Eugenia axillaris	Escobillo			Nativa
Rubiaceae	Guettarda gaumeri	Manzanillo			Nativa
Salicaceae	Laetia thamnia	Zapote amarillo			Nativa
Lauraceae	Licaria caudata	No conocido			Nativa
Verbenaceae	Lippia umbellata	Tabaquillo			Nativa
Malvaceae	Luehea speciosa	Algodoncillo			Nativa
Nyctaginaceae	Neea psychotrioides	Palo pozole			Nativa
Rhamnaceae	Rhamnus humboldtiana	Cacachila			Nativa
Combretaceae	Terminalia buceras	Puk'te			Nativa

Por otra parte, es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y *Cryosophila stauracantha* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* y *Cedrela odorata* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Sujeta protección especial (Pr).

IV.3.2.1.2 Análisis estructural y de diversidad por estrato

a) Estrato arbóreo

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 53 especies, entre las especies que sobresalen están *Spondias mombin* con un IVI de 15.81, un IDR de 11.64, una abundancia de 116.67 ind/ha y un IS de 0.228; le sigue *Cecropia peltata* con un IVI de 15.80, un IDR de 12.46, con una abundancia de 138.89 ind/ha y un IS de 0.251; por último, *Pouteria reticulata* con un IVI de 14.88, un IDR de 11.55, con una abundancia de 119.44 ind/ha y un IS de 0.231.

Se identifica con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Astronium graveolens* se encuentra listadas con categoría de Amenazada (A), mientras que la especie *Cedrela odorata* se encuentra listadas con categoría de Sujeta protección especial (Pr). *Astronium graveolens* tiene un IVI de 6.25, un IDR de 4.58, una abundancia de 11.11 ind/ha y un IS de 0.044. *Cedrela odorata* tiene un IVI de 2.54, un IDR de 1.70, una abundancia de 2.78 y un IS de 0.014.

De forma general, para el estrato arbóreo se tiene una abundancia igual a 1,183 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 3.334. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

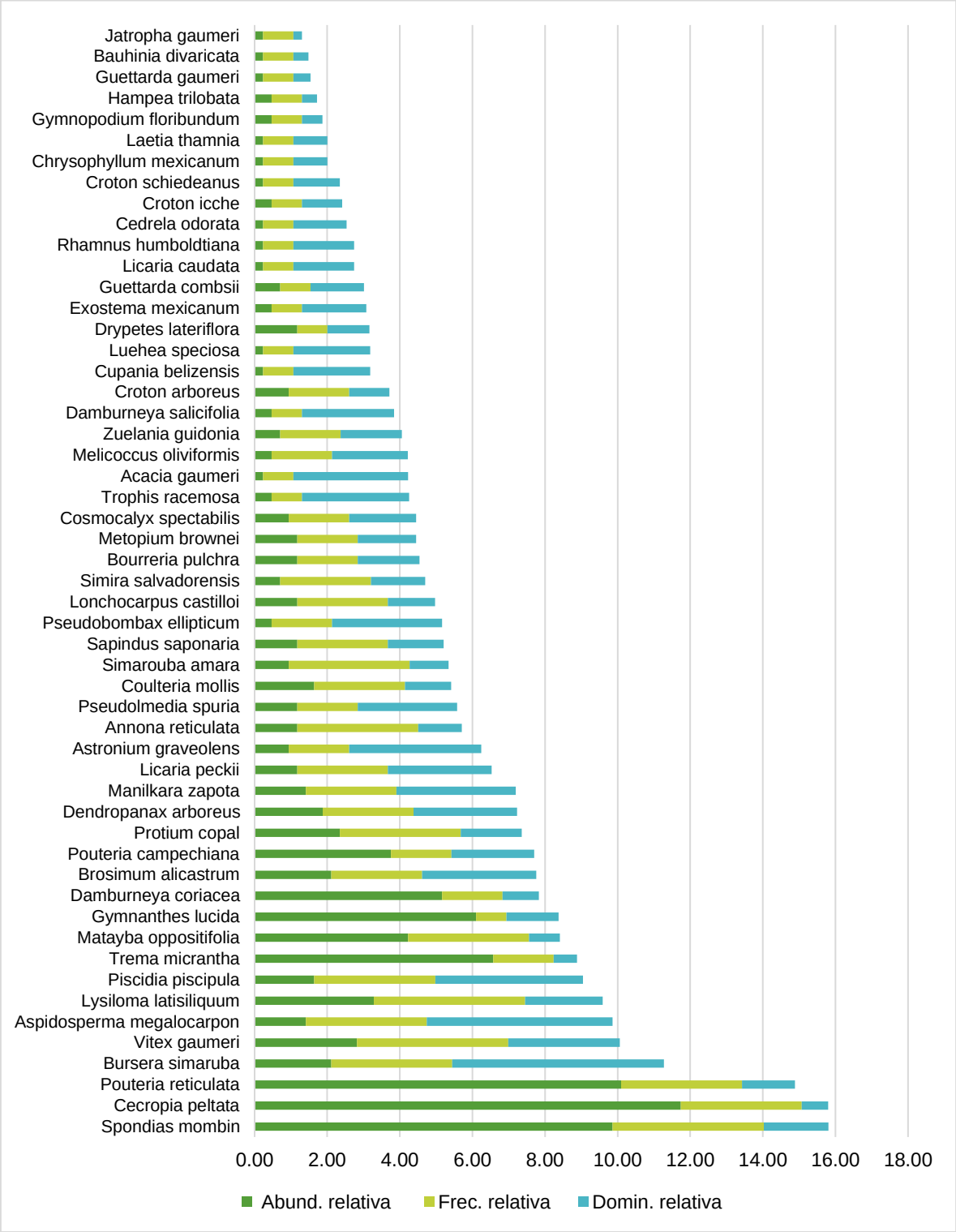


Figura 43. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato Arbóreo del SAR y AI

Cuadro 35. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbóreo del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-	1	14	3		8	16
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro	-	1	4			1	44
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-	4		7	31	1	
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo	-		1	2	1	5	
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik	-	1	5	3		2	1
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash	-	1		2	2	1	
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-	5	4	1		3	1
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	-	2	2	2		1	
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	-					1	27
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite	-	1	1	9	7		
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Ya'ay tiik	-				26		
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium	-		2			20	
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	-	2		2	5		
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste	-			6		10	
Burseraceae	*Protium copal*	Copal	-	1		1	7	1	
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Chaca blanco	-	2		2		4	
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-			1	4	1	
Lauraceae	*Licaria peckii*	Pimientillo	-		3			1	1
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	2		2			
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	-	1	2	1		1	
Moraceae	*Pseudolmedia spuria*	Mamba negra	-	2				3	
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga	-		2	3	2		
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho	-	1	1	1		1	
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	-	1	1	3			
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Amapola	-				1		1
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	-		2	1		2	

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	Palo rosa	-	1		1	1		
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	-	4			1		
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro	-		2			3	
Rubiaceae	*Cosmocalyx spectabilis*	Chakte' kook	-		3	1			
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo	-		2				
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin	-				1		
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-			1		1	
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino	-		2			1	
Lauraceae	*Damburneya salicifolia*	Laurel	-			2			
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco	-				3	1	
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom	-		1				
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	-			1			
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	-				5		
Rubiaceae	*Exostema mexicanum*	Cascarillo	-	2					
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle	-			3			
Lauraceae	*Licaria caudata*	No conocido	-						1
Rhamnaceae	*Rhamnus humboldtiana*	Cacachila	-	1					
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	Pr	1					
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo	-		2				
Euphorbiaceae	*Croton schiedeanus*	Cascarillo	-				1		
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	-		1				
Salicaceae	*Laetia thamnia*	Zapote amarillo	-				1		
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Pata de venado	-				2		
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool	-					2	
Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Manzanillo	-		1				
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	-	1					
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Piñón	-				1		
53				38	58	61	102	75	92

Cuadro 36. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato Arbóreo del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-	116.67	9.86	5.00	4.17	13.43	1.78	15.81	11.64	0.10	2.32	0.228
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro	-	138.89	11.74	4.00	3.33	5.47	0.73	15.80	12.46	0.12	2.14	0.251
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-	119.44	10.09	4.00	3.33	10.95	1.45	14.88	11.55	0.10	2.29	0.231
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo	-	25.00	2.11	4.00	3.33	43.90	5.83	11.28	7.95	0.02	3.86	0.081
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik	-	33.33	2.82	5.00	4.17	23.17	3.08	10.06	5.90	0.03	3.57	0.101
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash	-	16.67	1.41	4.00	3.33	38.54	5.12	9.86	6.53	0.01	4.26	0.060
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-	38.89	3.29	5.00	4.17	16.07	2.14	9.59	5.42	0.03	3.42	0.112
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	-	19.44	1.64	4.00	3.33	30.64	4.07	9.05	5.72	0.02	4.11	0.068
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	-	77.78	6.57	2.00	1.67	4.81	0.64	8.88	7.21	0.07	2.72	0.179
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite	-	50.00	4.23	4.00	3.33	6.39	0.85	8.41	5.07	0.04	3.16	0.134
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Ya'ay tiik	-	72.22	6.10	1.00	0.83	10.81	1.44	8.37	7.54	0.06	2.80	0.171
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium	-	61.11	5.16	2.00	1.67	7.50	1.00	7.83	6.16	0.05	2.96	0.153
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	-	25.00	2.11	3.00	2.50	23.67	3.15	7.76	5.26	0.02	3.86	0.081
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste	-	44.44	3.76	2.00	1.67	17.14	2.28	7.70	6.03	0.04	3.28	0.123
Burseraceae	*Protium copal*	Copal	-	27.78	2.35	4.00	3.33	12.64	1.68	7.36	4.03	0.02	3.75	0.088
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Chaca blanco	-	22.22	1.88	3.00	2.50	21.48	2.85	7.23	4.73	0.02	3.97	0.075
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-	16.67	1.41	3.00	2.50	24.75	3.29	7.20	4.70	0.01	4.26	0.060
Lauraceae	*Licaria peckii*	Pimientillo	-	13.89	1.17	3.00	2.50	21.47	2.85	6.53	4.03	0.01	4.45	0.052
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	11.11	0.94	2.00	1.67	27.39	3.64	6.25	4.58	0.01	4.67	0.044
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	-	13.89	1.17	4.00	3.33	9.04	1.20	5.71	2.38	0.01	4.45	0.052
Moraceae	*Pseudolmedia spuria*	Mamba negra	-	13.89	1.17	2.00	1.67	20.58	2.74	5.58	3.91	0.01	4.45	0.052

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga	-	19.44	1.64	3.00	2.50	9.58	1.27	5.42	2.92	0.02	4.11	0.068
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho	-	11.11	0.94	4.00	3.33	8.05	1.07	5.34	2.01	0.01	4.67	0.044
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	-	13.89	1.17	3.00	2.50	11.55	1.53	5.21	2.71	0.01	4.45	0.052
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Amapola	-	5.56	0.47	2.00	1.67	22.78	3.03	5.16	3.50	0.00	5.36	0.025
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	-	13.89	1.17	3.00	2.50	9.75	1.30	4.97	2.47	0.01	4.45	0.052
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	Palo rosa	-	8.33	0.70	3.00	2.50	11.27	1.50	4.70	2.20	0.01	4.96	0.035
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	-	13.89	1.17	2.00	1.67	12.80	1.70	4.54	2.87	0.01	4.45	0.052
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro	-	13.89	1.17	2.00	1.67	12.13	1.61	4.45	2.79	0.01	4.45	0.052
Rubiaceae	*Cosmocalyx spectabilis*	Chakte' kook	-	11.11	0.94	2.00	1.67	13.88	1.84	4.45	2.78	0.01	4.67	0.044
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo	-	5.56	0.47	1.00	0.83	22.21	2.95	4.25	3.42	0.00	5.36	0.025
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin	-	2.78	0.23	1.00	0.83	23.76	3.16	4.23	3.39	0.00	6.05	0.014
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-	5.56	0.47	2.00	1.67	15.71	2.09	4.22	2.56	0.00	5.36	0.025
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino	-	8.33	0.70	2.00	1.67	12.70	1.69	4.06	2.39	0.01	4.96	0.035
Lauraceae	*Damburneya salicifolia*	Laurel	-	5.56	0.47	1.00	0.83	19.11	2.54	3.84	3.01	0.00	5.36	0.025
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco	-	11.11	0.94	2.00	1.67	8.32	1.11	3.71	2.05	0.01	4.67	0.044
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom	-	2.78	0.23	1.00	0.83	15.90	2.11	3.18	2.35	0.00	6.05	0.014
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	-	2.78	0.23	1.00	0.83	15.90	2.11	3.18	2.35	0.00	6.05	0.014
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	-	13.89	1.17	1.00	0.83	8.68	1.15	3.16	2.33	0.01	4.45	0.052
Rubiaceae	*Exostema mexicanum*	Cascarillo	-	5.56	0.47	1.00	0.83	13.35	1.77	3.08	2.24	0.00	5.36	0.025
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle	-	8.33	0.70	1.00	0.83	11.13	1.48	3.02	2.18	0.01	4.96	0.035
Lauraceae	*Licaria caudata*	No conocido	-	2.78	0.23	1.00	0.83	12.57	1.67	2.74	1.90	0.00	6.05	0.014
Rhamnaceae	*Rhamnus humboldtiana*	Cacachila	-	2.78	0.23	1.00	0.83	12.57	1.67	2.74	1.90	0.00	6.05	0.014

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	Pr	2.78	0.23	1.00	0.83	11.04	1.47	2.54	1.70	0.00	6.05	0.014
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo	-	5.56	0.47	1.00	0.83	8.34	1.11	2.41	1.58	0.00	5.36	0.025
Euphorbiaceae	*Croton schiedeanus*	Cascarillo	-	2.78	0.23	1.00	0.83	9.62	1.28	2.35	1.51	0.00	6.05	0.014
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	-	2.78	0.23	1.00	0.83	7.07	0.94	2.01	1.17	0.00	6.05	0.014
Salicaceae	*Laetia thamnia*	Zapote amarillo	-	2.78	0.23	1.00	0.83	7.07	0.94	2.01	1.17	0.00	6.05	0.014
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Pata de venado	-	5.56	0.47	1.00	0.83	4.25	0.57	1.87	1.03	0.00	5.36	0.025
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool	-	5.56	0.47	1.00	0.83	3.14	0.42	1.72	0.89	0.00	5.36	0.025
Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Manzanillo	-	2.78	0.23	1.00	0.83	3.53	0.47	1.54	0.70	0.00	6.05	0.014
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	-	2.78	0.23	1.00	0.83	3.14	0.42	1.49	0.65	0.00	6.05	0.014
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Piñón	-	2.78	0.23	1.00	0.83	1.77	0.23	1.30	0.47	0.00	6.05	0.014
53				**1,183**	**100.00**	**120.00**	**100.00**	**752.51**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.00**	**245.49**	**3.334**

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

b) Estrato arbustivo

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 59 especies, entre las especies que sobresalen están *Trema micrantha* con un IVI de 31.65, un IDR de 30.85, una abundancia de 272.22 ind/ha y un IS de 0.139; le sigue *Cecropia peltata* con un IVI de 23.32, un IDR de 22.53, con una abundancia de 144.44 ind/ha y un IS de 0.089; por último, *Piper yucatanense* con un IVI de 20.39, un IDR de 15.63, con una abundancia 761.11 ind/ha y un IS de 0.261.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Astronium graveolens* y se encuentra listadas con categoría de Amenazada (A), mientras que la especie *Zamia prasina* se encuentra listadas con categoría de Sujeta protección especial (Pr). *Astronium graveolens* tiene un IVI de 4.91, un IDR de 3.32, una abundancia de 172.22 ind/ha y un IS de 0.101. *Zamia prasina* tiene un IVI de 4.52, un IDR de 1.35, una abundancia de 77.78 y un IS de 0.056.

De forma general, para el estrato arbustivo se tiene una abundancia igual a 6,056 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 3.424. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

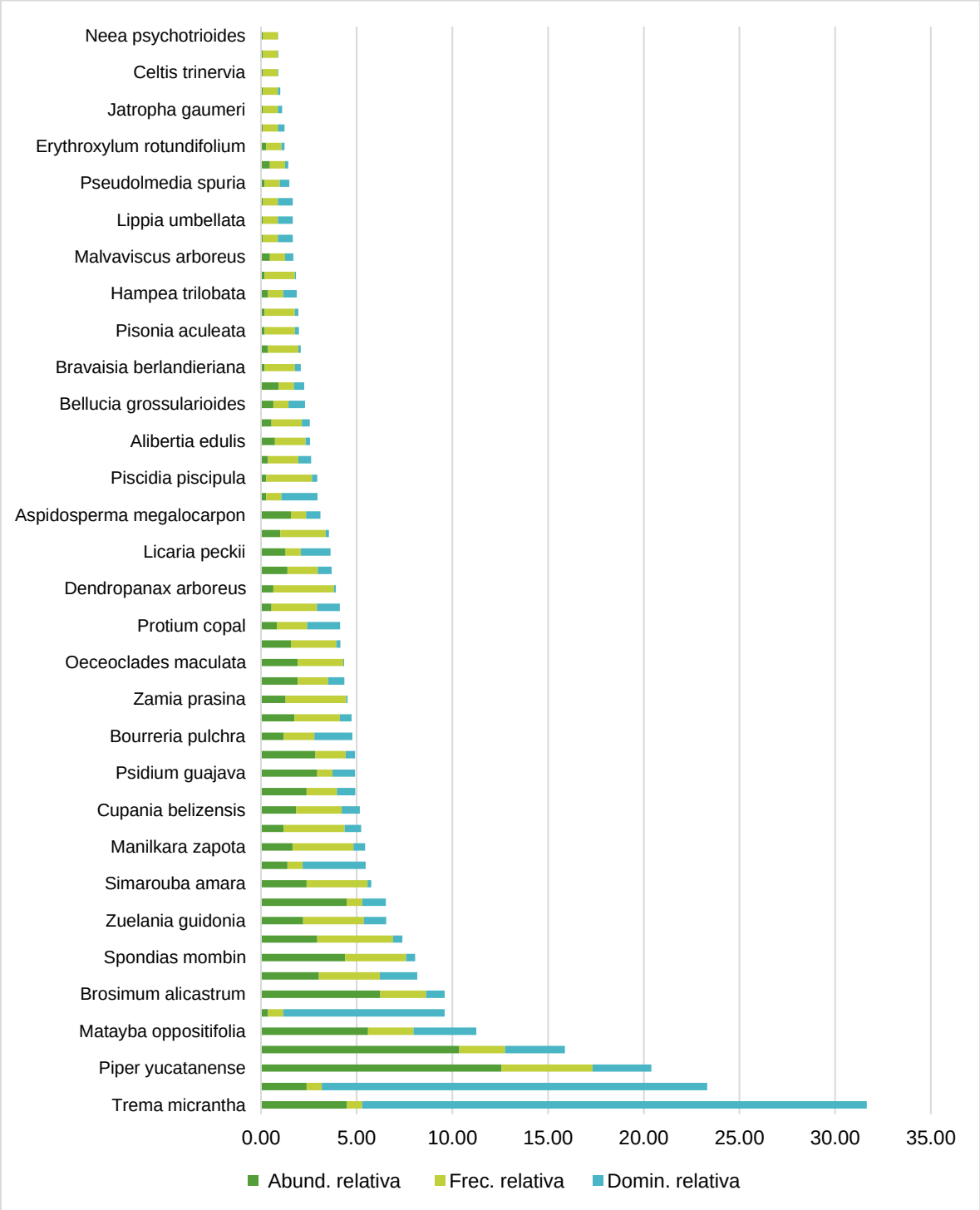


Figura 44. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbustivo del SAR y AI.

Cuadro 37. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbustivo del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón							49
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro							26
Piperaceae	*Piper yucatanense*	No conocido		11	8	29	2	30	57
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium			7		1	105	
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite			1	37	23		
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga			4				
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón		66	1		1		
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle			17	4		2	10
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo			1	38		5	4
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche			2	3	3	23	1
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino			6	2		14	2
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Ya'ay tiik					49		
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho		12	3		1	10	
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca		15					
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote		1		3	11	3	
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja		6	1	1			5
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom			5			8	7
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo				1	25		
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce					32		
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	26				5	
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke		8					5
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulín de mayo		15	3			1	
Zamiaceae	*Zamia prasina*	Palmita	Pr		4	4	2	4	
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo		12		9			
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana		3		15		3	
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo			3			13	1
Burseraceae	*Protium copal*	Copal		3				6	

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste					1	3	2
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Chaca blanco		1	2			1	3
Fabaceae	*Inga vera*	Jinicuil			9	6			
Lauraceae	*Licaria peckii*	Pimientillo			14				
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo		2	2			7	
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash		17					
Violaceae	*Rinorea guatemalensis*	Botoncillo				3			
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín			1			1	1
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro			2			2	
Rubiaceae	*Alibertia edulis*	Canilla de venado		7			1		
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik			4	2			
Melastomataceae	*Bellucia grossularioides*	Duraznillo						7	
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo			10				
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub				1		1	
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo		2		2			
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gavilán			1				1
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo			1		1		
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool						4	
Rubiaceae	*Randia truncata*	Crucetillo			1	1			
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipán de monte		5					
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco						1	
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo							1
Combretaceae	*Terminalia buceras*	Puk'te			1				
Moraceae	*Pseudolmedia spuria*	Mamba negra						2	
Primulaceae	*Bonellia flammea*	Pincha huevo					5		
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'				3			
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam						1	
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Piñón						1	

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Escobillo							1
Cannabaceae	*Celtis trinervia*	Ta'an che'		1					
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo			1				
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Palo pozole				1			
59				213	115	165	158	263	176

Cuadro 38. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato arbustivo del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón		272.22	4.50	1.00	0.79	60.13	26.36	31.65	30.85	0.04	3.10	0.139
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro		144.44	2.39	1.00	0.79	45.95	20.14	23.32	22.53	0.02	3.74	0.089
Piperaceae	*Piper yucatanense*	No conocido		761.11	12.57	6.00	4.76	6.98	3.06	20.39	15.63	0.13	2.07	0.261
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium		627.78	10.37	3.00	2.38	7.13	3.13	15.88	13.49	0.10	2.27	0.235
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite		338.89	5.60	3.00	2.38	7.46	3.27	11.25	8.86	0.06	2.88	0.161
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga		22.22	0.37	1.00	0.79	19.24	8.43	9.60	8.80	0.00	5.61	0.021
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón		377.78	6.24	3.00	2.38	2.22	0.97	9.59	7.21	0.06	2.77	0.173
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle		183.33	3.03	4.00	3.17	4.47	1.96	8.16	4.99	0.03	3.50	0.106
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo		266.67	4.40	4.00	3.17	1.07	0.47	8.05	4.87	0.04	3.12	0.138
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche		177.78	2.94	5.00	3.97	1.11	0.49	7.39	3.42	0.03	3.53	0.104
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino		133.33	2.20	4.00	3.17	2.67	1.17	6.54	3.37	0.02	3.82	0.084
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Ya'ay tiik		272.22	4.50	1.00	0.79	2.82	1.24	6.52	5.73	0.04	3.10	0.139

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho		144.44	2.39	4.00	3.17	0.47	0.20	5.76	2.59	0.02	3.74	0.089
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca		83.33	1.38	1.00	0.79	7.54	3.30	5.47	4.68	0.01	4.29	0.059
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote		100.00	1.65	4.00	3.17	1.41	0.62	5.44	2.27	0.02	4.10	0.068
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja		72.22	1.19	4.00	3.17	1.98	0.87	5.24	2.06	0.01	4.43	0.053
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom		111.11	1.83	3.00	2.38	2.15	0.94	5.16	2.78	0.02	4.00	0.073
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo		144.44	2.39	2.00	1.59	2.16	0.95	4.92	3.33	0.02	3.74	0.089
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce		177.78	2.94	1.00	0.79	2.71	1.19	4.92	4.12	0.03	3.53	0.104
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	172.22	2.84	2.00	1.59	1.08	0.48	4.91	3.32	0.03	3.56	0.101
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke		72.22	1.19	2.00	1.59	4.55	1.99	4.77	3.19	0.01	4.43	0.053
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulín de mayo		105.56	1.74	3.00	2.38	1.38	0.61	4.73	2.35	0.02	4.05	0.071
Zamiaceae	*Zamia prasina*	Palmita	Pr	77.78	1.28	4.00	3.17	0.15	0.06	4.52	1.35	0.01	4.35	0.056
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo		116.67	1.93	2.00	1.59	1.91	0.84	4.35	2.77	0.02	3.95	0.076
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana		116.67	1.93	3.00	2.38	0.09	0.04	4.35	1.97	0.02	3.95	0.076
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Cola de gallo		94.44	1.56	3.00	2.38	0.47	0.21	4.15	1.77	0.02	4.16	0.065
Burseraceae	*Protium copal*	Copal		50.00	0.83	2.00	1.59	3.92	1.72	4.13	2.55	0.01	4.80	0.040
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste		33.33	0.55	3.00	2.38	2.70	1.18	4.11	1.73	0.01	5.20	0.029
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Chaca blanco		38.89	0.64	4.00	3.17	0.21	0.09	3.91	0.74	0.01	5.05	0.032

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Fabaceae	*Inga vera*	Jinicuil		83.33	1.38	2.00	1.59	1.65	0.72	3.69	2.10	0.01	4.29	0.059
Lauraceae	*Licaria peckii*	Pimientillo		77.78	1.28	1.00	0.79	3.55	1.55	3.63	2.84	0.01	4.35	0.056
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo		61.11	1.01	3.00	2.38	0.37	0.16	3.55	1.17	0.01	4.60	0.046
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash		94.44	1.56	1.00	0.79	1.73	0.76	3.11	2.32	0.02	4.16	0.065
Violaceae	*Rinorea guatemalensis*	Botoncillo		16.67	0.28	1.00	0.79	4.29	1.88	2.95	2.16	0.00	5.90	0.016
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín		16.67	0.28	3.00	2.38	0.65	0.29	2.94	0.56	0.00	5.90	0.016
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro		22.22	0.37	2.00	1.59	1.51	0.66	2.62	1.03	0.00	5.61	0.021
Rubiaceae	*Alibertia edulis*	Canilla de venado		44.44	0.73	2.00	1.59	0.57	0.25	2.57	0.98	0.01	4.91	0.036
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik		33.33	0.55	2.00	1.59	0.93	0.41	2.54	0.96	0.01	5.20	0.029
Melastomataceae	*Bellucia grossularioides*	Duraznillo		38.89	0.64	1.00	0.79	1.98	0.87	2.30	1.51	0.01	5.05	0.032
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo		55.56	0.92	1.00	0.79	1.26	0.55	2.26	1.47	0.01	4.69	0.043
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub		11.11	0.18	2.00	1.59	0.71	0.31	2.08	0.50	0.00	6.30	0.012
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo		22.22	0.37	2.00	1.59	0.27	0.12	2.07	0.49	0.00	5.61	0.021
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gavilán		11.11	0.18	2.00	1.59	0.47	0.21	1.98	0.39	0.00	6.30	0.012
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo		11.11	0.18	2.00	1.59	0.41	0.18	1.95	0.36	0.00	6.30	0.012
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool		22.22	0.37	1.00	0.79	1.61	0.71	1.87	1.07	0.00	5.61	0.021
Rubiaceae	*Randia truncata*	Crucetillo		11.11	0.18	2.00	1.59	0.13	0.06	1.83	0.24	0.00	6.30	0.012
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipán de monte		27.78	0.46	1.00	0.79	0.98	0.43	1.68	0.89	0.00	5.38	0.025
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco		5.56	0.09	1.00	0.79	1.77	0.77	1.66	0.87	0.00	6.99	0.006

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo		5.56	0.09	1.00	0.79	1.77	0.77	1.66	0.87	0.00	6.99	0.006
Combretaceae	*Terminalia buceras*	Puk'te		5.56	0.09	1.00	0.79	1.77	0.77	1.66	0.87	0.00	6.99	0.006
Moraceae	*Pseudolmedia spuria*	Mamba negra		11.11	0.18	1.00	0.79	1.13	0.50	1.47	0.68	0.00	6.30	0.012
Primulaceae	*Bonellia flammea*	Pincha huevo		27.78	0.46	1.00	0.79	0.39	0.17	1.42	0.63	0.00	5.38	0.025
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'		16.67	0.28	1.00	0.79	0.38	0.17	1.23	0.44	0.00	5.90	0.016
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam		5.56	0.09	1.00	0.79	0.79	0.34	1.23	0.44	0.00	6.99	0.006
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Piñón		5.56	0.09	1.00	0.79	0.50	0.22	1.11	0.31	0.00	6.99	0.006
Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Escobillo		5.56	0.09	1.00	0.79	0.28	0.12	1.01	0.22	0.00	6.99	0.006
Cannabaceae	*Celtis trinervia*	Ta'an che'		5.56	0.09	1.00	0.79	0.07	0.03	0.92	0.12	0.00	6.99	0.006
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo		5.56	0.09	1.00	0.79	0.05	0.02	0.91	0.11	0.00	6.99	0.006
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Palo pozole		5.56	0.09	1.00	0.79	0.03	0.01	0.90	0.11	0.00	6.99	0.006
59				6,056	100.00	126.00	100.00	228.13	100.00	300.00	200.00	1.00	287.81	3.424

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

c) Estrato palmeras

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Cryosophila stauracantha* con un IVI de 95.21, un IDR de 67.94, una abundancia de 177.78 ind/ha y un IS de 0.367 y *Chamaedorea seifrizii* con un IVI de 87.69, un IDR de 60.41, con una abundancia 166.67 ind/ha y un IS de 0.368.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Cryosophila stauracantha* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).

De forma general, para el estrato palmeras se tiene una abundancia igual a 461 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 1.256. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

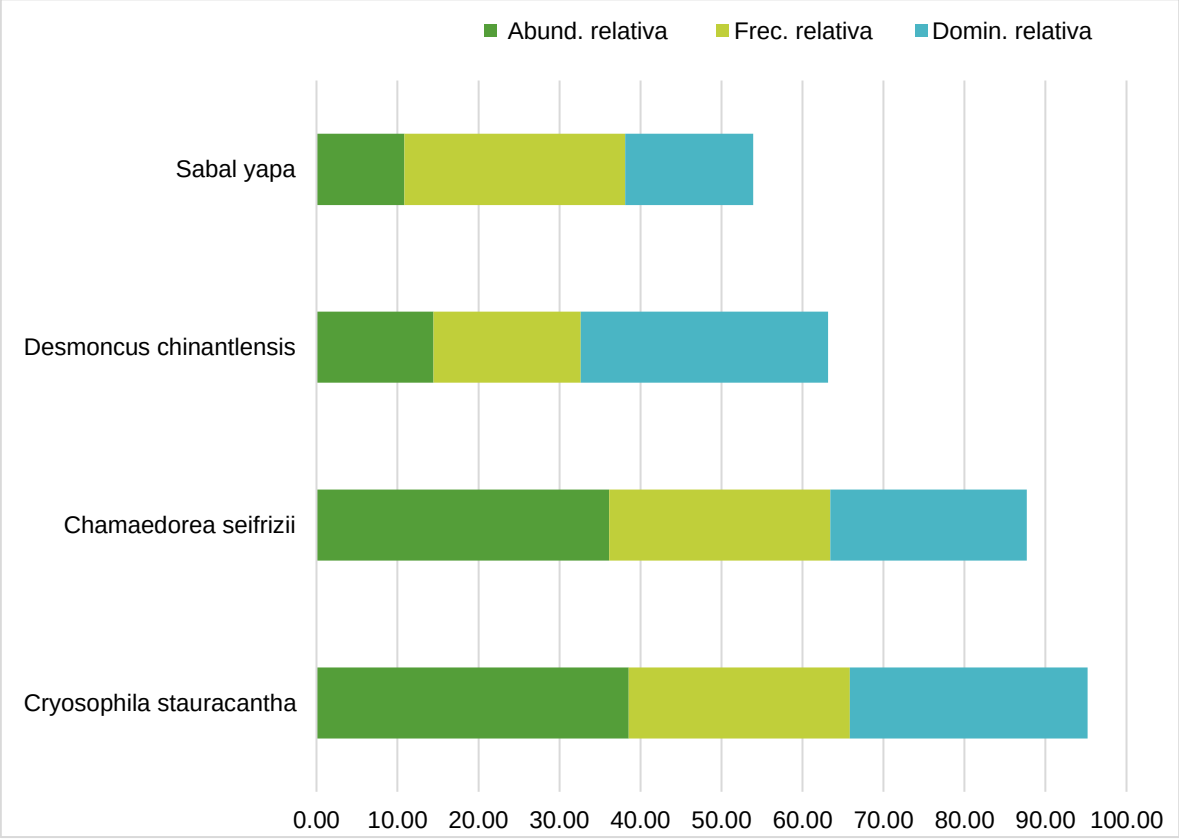


Figura 40. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato palmeras del SAR y AI

Cuadro 39. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato palmeras del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Arecaceae	*Cryosophila stauracantha*	Guano kun	A	5		19	8		
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	-	22		7	1		
Arecaceae	*Desmoncus chinantlensis*	Bayil	-		7	5			
Arecaceae	*Sabal yapa*	Sabal yapa	-		1			4	4
4				27	8	31	9	4	4

Cuadro 40. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato palmeras del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Total	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Arecaceae	*Cryosophila stauracantha*	Guano kun	A	32	177.78	38.55	3.00	27.27	2.65	29.39	95.21	67.94	0.39	0.95	0.367
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	-	30	166.67	36.14	3.00	27.27	2.19	24.27	87.69	60.41	0.36	1.02	0.368
Arecaceae	*Desmoncus chinantlensis*	Bayil	-	12	66.67	14.46	2.00	18.18	2.76	30.53	63.17	44.99	0.14	1.93	0.280
Arecaceae	*Sabal yapa*	Sabal yapa	-	9	50.00	10.84	3.00	27.27	1.43	15.81	53.93	26.66	0.11	2.22	0.241
4				83	461.11	100.00	11.00	100.00	9.03	100.00	300.00	200.00	1.00	6.13	1.256

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

d) Estrato enredaderas

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Amphilophium crucigerum* con un IVI de 204.99, un IDR de 163.32, una abundancia de 1 i554.44 ind/ha y un IS de 0.149 y *Paullinia cururu* con un IVI de 87.69, un IDR de 60.41, con una abundancia 166.67 ind/ha y un IS de 0.271.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie Cryosophila stauracantha se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).

De forma general, para el estrato enredaderas se tiene una abundancia igual a 1,844 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 0.532. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

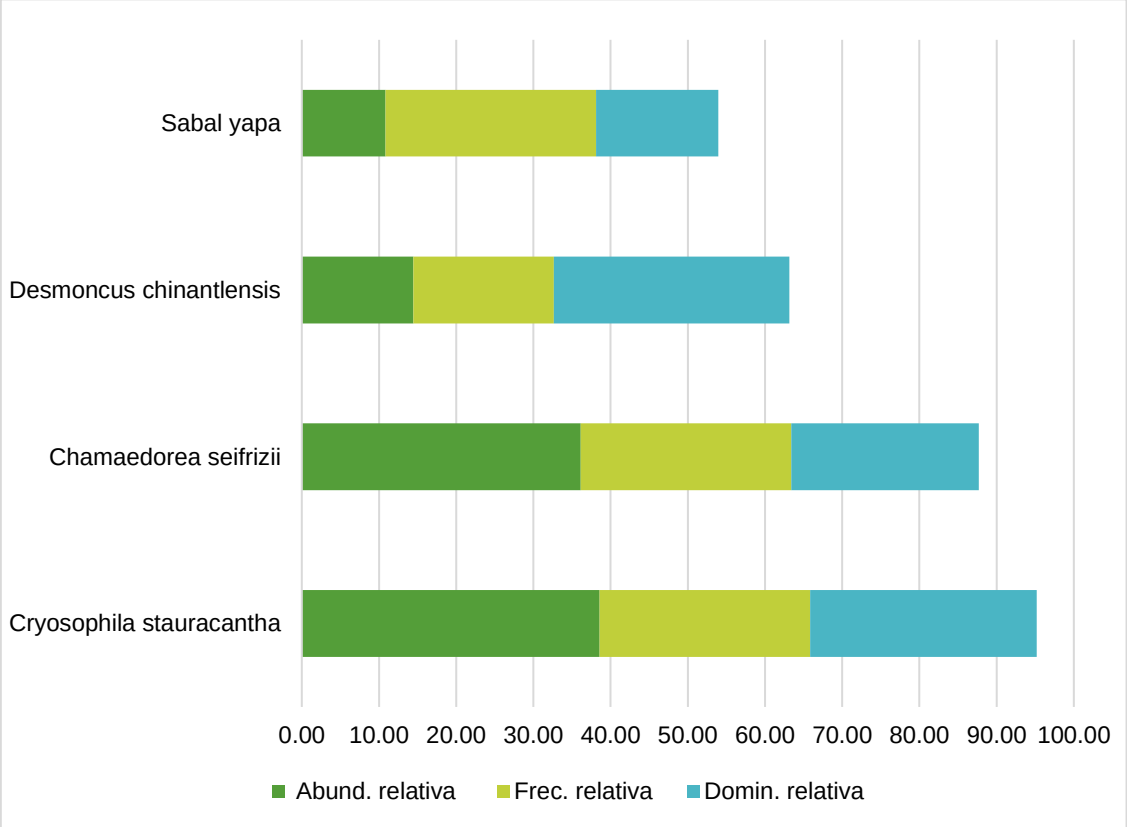


Figura 40. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato enredaderas del SAR y AI

Cuadro 41. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato enredaderas del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AI	2-AI	3-AI	1-SAR	2-SAR	3-SAR
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoita	-	33	63	63		34	85
Sapindaceae	*Paullinia cururu*	Chéen aak'	-	1	7	19	18		
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulaceae*	Cabeza de negro	-					4	3
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	-			2			
4				34	70	84	18	38	88

Cuadro 42. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato enredaderas del SAR y AI.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoita	-	83.73	5.00	41.67	12.23	79.59	204.99	163.32	0.84	0.18	0.149
Sapindaceae	*Paullinia cururu*	Chéen aak'	-	13.55	4.00	33.33	1.57	10.19	57.08	23.75	0.14	2.00	0.271
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulaceae*	Cabeza de negro	-	2.11	2.00	16.67	1.32	8.59	27.36	10.69	0.02	3.86	0.081
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	-	0.60	1.00	8.33	0.25	1.64	10.57	2.24	0.01	5.11	0.031
4				100.00	12.00	100.00	15.37	100.00	300.00	200.00	1.00	11.15	0.532

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

IV.3.2.1.3 Biodiversidad

Conforme a los resultados del muestreo de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** de la **SAR y AI**, se concluye que el estrato con mayor riqueza es el arbustivo (con 59 especies), a este le sigue el estrato arbóreo con 53 especies, y, por último, está el estrato palmeras y enredaderas conformado por 4 especies cada uno. El estrato que presentó mayor abundancia es el arbustivo con 6,056 ind/ha, después se encuentra el enredaderas con 1844 ind/ha, el estrato arbóreo con 1,183 ind/ha y, por último, el estrato palmeras con 461 ind/ha.

Por otra parte, el estrato que presentó mayor Índice de Shannon es el arbustivo con un valor de 3.424, seguido del estrato arbóreo con un IS de 3.334, el estrato palmeras con un IS de 1.256 y, por último, se encuentra el estrato enredaderas con un IS de 0.532.

Cuadro 43. Índice de Shannon para la vegetación se selva mediana subperennifolia del SAR y AI.

	Arbóreo	Arbustivo	Palmeras	Enredaderas
Ejemplares	426	1,090	83	332
Riqueza (S)	53	59	4	4
Índice de Shannon	**3.334**	**3.424**	**1.256**	**0.532**
H máx = Log(S)	3.97	4.08	1.39	1.39
Equidad	0.84	0.84	0.91	0.38
Hmax-Hcalc	0.64	0.65	0.13	0.85
Abundancia/ha	1,183	6,056	461	1,844

IV.3.3 Caracterización de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el Área del Proyecto (AP)

IV.3.3.1 Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo y una vez realizado el análisis de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de **59** especies pertenecientes a **21** familias diferentes, de las cuales la Piperaceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 12 especies, seguida de las familias Fabácea con 11 especies y Rubiaceae con 7 especies cada una. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 44.. Composición florística selva mediana subperennifolia en el AP.

Familia	Cantidad de especies
Piperaceae	12
Fabaceae	11
Rubiaceae	7
Anacardiaceae	6
Sapindaceae	6
Apocynaceae	5
Euphorbiaceae	4
Moraceae	4
Sapotaceae	4
Myrtaceae	3
Urticaceae	3
Lauraceae	2
Malvaceae	2
Orchidaceae	2
Zamiaceae	2
Annonaceae	1
Burseraceae	1
Cannabaceae	1
Salicaceae	1
Simaroubaceae	1
Verbenaceae	1

Cuadro 45. Listado florístico de selva mediana subperennifolia en el AP

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN/CITES	Distribución
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin	-		Nativa
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoita	-		Nativa
Annonaceae	*Annona reticulata*	Anonillo	-		Nativa
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash	-		Nativa
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A		Nativa
Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Ajillo	-		Nativa
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	-		Nativa
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo	-		Nativa
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro	-		Nativa
Cannabaceae	*Celtis trinervia*	Ta'an che'	-		Nativa
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	-		Nativa
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo			Nativa

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN/CITES	Distribución
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Uvero	-		Nativa
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga	-		Nativa
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco	-		Nativa
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo	-		Nativa
Arecaceae	*Cryosophila stauracantha*	Guano kun	A		Nativa
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom	-		Nativa
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium			Nativa
Arecaceae	*Desmoncus chinantlensis*	Bayil	-		Nativa
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulaceae*	Cabeza de negro	-		Nativa
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle	-		Nativa
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo			Nativa
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool	-		Nativa
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo			Nativa
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	-		Nativa
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Mata buey			Nativa
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-		Introducida
Moraceae	*Maclura tinctoria*	Mora	-		Nativa
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-		Nativa
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite			Nativa
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-		Nativa
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro	-		Nativa
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana			Nativa
Sapindaceae	*Paullinia cururu*	Chéen aak'	-		Nativa
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	-		Nativa
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja			Nativa
Piperaceae	*Piper yucatanense*	No conocido			Nativa
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	-		Nativa
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste			Nativa
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-		Nativa
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce			Nativa
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán			Nativa
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo			Nativa
Arecaceae	*Sabal yapa*	Palma de guano	-		Nativa
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo			Nativa
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	-		Nativa
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin			Nativa
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho	-		Nativa
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	Palo rosa	-		Nativa
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo			Nativa
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Caoba	-	Apéndice II	Nativa

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN/CITES	Distribución
Combretaceae	*Terminalia buceras*	Puk'te	-		Nativa
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Acotope			Nativa
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	-		Nativa
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo			Nativa
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik	-		Nativa
Zamiaceae	*Zamia prasina*	Palmita	Pr	Apéndice II	Nativa
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino			Nativa

Por otra parte, es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y *Cryosophila stauracantha* se encuentran listadas en la norma de referencia con categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* se encuentra listada en la norma de referencia con categoría de Sujeta protección especial (Pr).

IV.3.3.1.1 Análisis estructural y de diversidad por estrato

a) Estrato arbóreo

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Sapindus saponaria* con un IVI de 22.43, un IDR de 18.17, una abundancia de 150 ind/ha y un IS de 0.295, seguida de *Trema micrantha* con un IVI de 17.44, un IDR de 15.31, con una abundancia 127.78 ind/ha y un IS de 0.273 y por último *Cecropia peltata* con un IVI de 16.23, un IDR de 14.11, una abundancia de 122.22 nd/ha y un IS de 0.267.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Astronium graveolens* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A). *Astronium graveolens* presenta un IVI de 12.31, un IDR de 8.05, una abundancia de 27.78 nd/ha y un IS de 0.105.

De forma general, para el estrato arbóreo se tiene una abundancia igual a 1,927.78 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 2.971. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

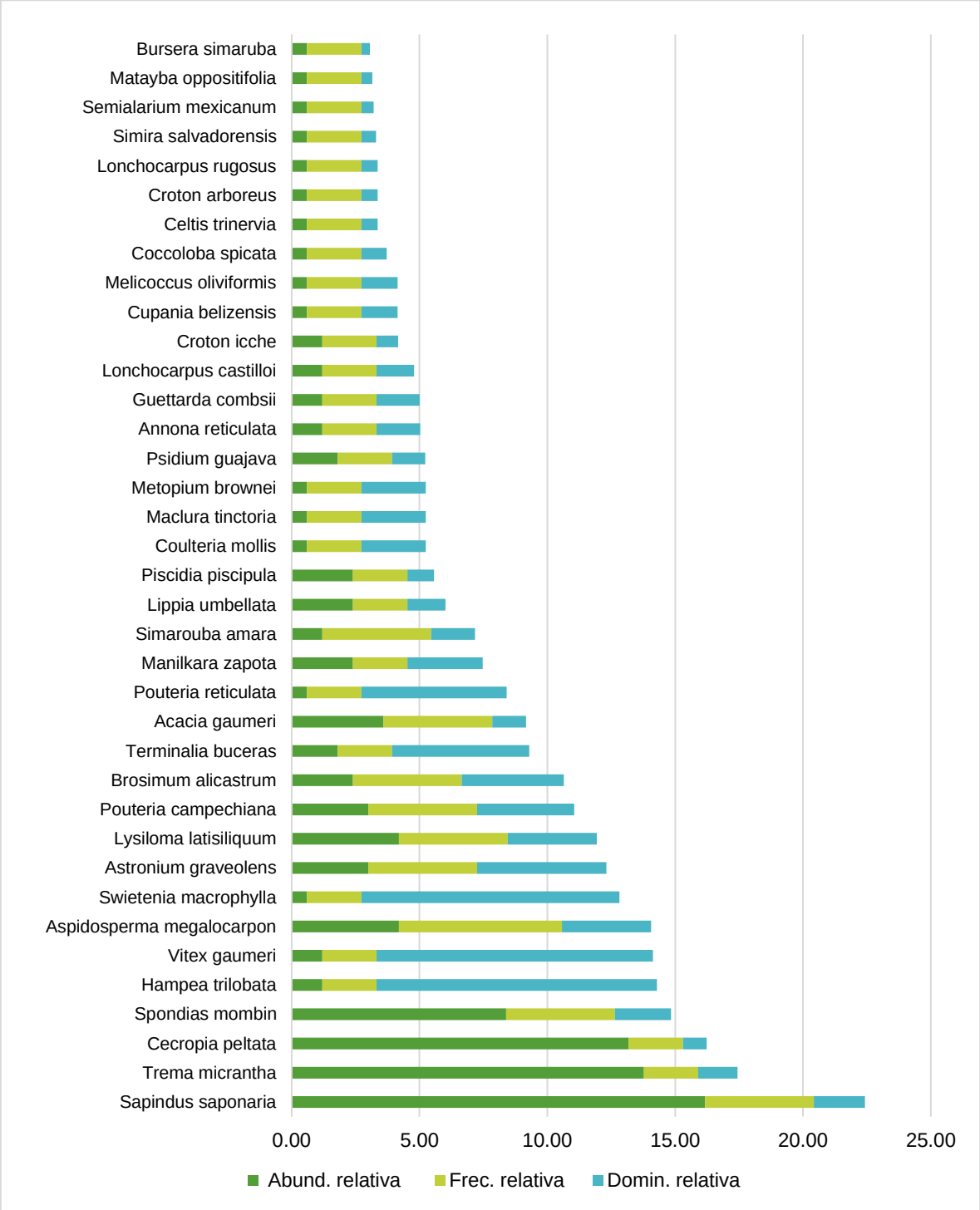


Figura 45. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbóreo en el AP

Cuadro 46. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbóreo del AP.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AP	2-AP	3-AP
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	-	26		1
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	-			23
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro	-			22
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-	3		11
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool	-		2	
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik	-	2		
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash	-	5	1	1
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Caoba	-		1	
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	3	2	
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-		5	2
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste	-	3	2	
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	-	3		1
Combretaceae	*Terminalia buceras*	Puk'te	-		3	
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin	-		4	2
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-		1	
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-		4	
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho	-	1	1	
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo	-			4
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	-			4
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga	-		1	
Moraceae	*Maclura tinctoria*	Mora	-	1		
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro	-		1	
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce	-		3	
Annonaceae	*Annona reticulata*	Anonillo	-		2	
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle	-		2	
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	-		2	
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo	-	2		
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom	-		1	

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AP	2-AP	3-AP
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-			1
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Uvero	-		1	
Cannabaceae	*Celtis trinervia*	Ta'an che'	-	1		
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco	-		1	
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Mata buey	-		1	
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	Palo rosa	-		1	
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	-		1	
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite	-		1	
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo	-		1	
37				50	45	72

Cuadro 47. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato arbóreo del AP.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	-	150.00	16.17	2.00	4.26	9.97	2.00	22.43	18.17	0.16	1.82	0.295
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	-	127.78	13.77	1.00	2.13	7.65	1.54	17.44	15.31	0.14	1.98	0.273
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro	-	122.22	13.17	1.00	2.13	4.64	0.93	16.23	14.11	0.13	2.03	0.267
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-	77.78	8.38	2.00	4.26	10.94	2.20	14.84	10.58	0.08	2.48	0.208
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool	-	11.11	1.20	1.00	2.13	54.57	10.96	14.28	12.16	0.01	4.42	0.053
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya' axnik	-	11.11	1.20	1.00	2.13	53.80	10.80	14.13	12.00	0.01	4.42	0.053
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash	-	38.89	4.19	3.00	6.38	17.33	3.48	14.05	7.67	0.04	3.17	0.133
Meliaceae	*Swietenia*	Caoba	-	5.56	0.60	1.00	2.13	50.27	10.09	12.82	10.69	0.0	5.12	0.03

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
	macrophylla											1		1
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	27.78	2.99	2.00	4.26	25.19	5.06	12.31	8.05	0.03	3.51	0.105
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-	38.89	4.19	2.00	4.26	17.35	3.48	11.93	7.68	0.04	3.17	0.133
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste	-	27.78	2.99	2.00	4.26	18.91	3.80	11.05	6.79	0.03	3.51	0.105
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	-	22.22	2.40	2.00	4.26	19.90	4.00	10.65	6.39	0.02	3.73	0.089
Combretaceae	*Terminalia buceras*	Puk'te	-	16.67	1.80	1.00	2.13	26.75	5.37	9.30	7.17	0.02	4.02	0.072
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin	-	33.33	3.59	2.00	4.26	6.56	1.32	9.17	4.91	0.04	3.33	0.120
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-	5.56	0.60	1.00	2.13	28.27	5.68	8.40	6.28	0.01	5.12	0.031
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-	22.22	2.40	1.00	2.13	14.68	2.95	7.47	5.34	0.02	3.73	0.089
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Cedro macho	-	11.11	1.20	2.00	4.26	8.55	1.72	7.17	2.91	0.01	4.42	0.053
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo	-	22.22	2.40	1.00	2.13	7.42	1.49	6.01	3.89	0.02	3.73	0.089
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	-	22.22	2.40	1.00	2.13	5.22	1.05	5.57	3.44	0.02	3.73	0.089
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chacte viga	-	5.56	0.60	1.00	2.13	12.57	2.52	5.25	3.12	0.01	5.12	0.031
Moraceae	*Maclura tinctoria*	Mora	-	5.56	0.60	1.00	2.13	12.57	2.52	5.25	3.12	0.01	5.12	0.031
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem negro	-	5.56	0.60	1.00	2.13	12.57	2.52	5.25	3.12	0.01	5.12	0.031
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce	-	16.67	1.80	1.00	2.13	6.50	1.31	5.23	3.10	0.02	4.02	0.072

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Annonaceae	*Annona reticulata*	Anonillo	-	11.11	1.20	1.00	2.13	8.48	1.70	5.03	2.90	0.01	4.42	0.053
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle	-	11.11	1.20	1.00	2.13	8.34	1.68	5.00	2.87	0.01	4.42	0.053
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	-	11.11	1.20	1.00	2.13	7.26	1.46	4.78	2.66	0.01	4.42	0.053
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo	-	11.11	1.20	1.00	2.13	4.19	0.84	4.17	2.04	0.01	4.42	0.053
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom	-	5.56	0.60	1.00	2.13	7.07	1.42	4.15	2.02	0.01	5.12	0.031
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-	5.56	0.60	1.00	2.13	7.07	1.42	4.15	2.02	0.01	5.12	0.031
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Uvero	-	5.56	0.60	1.00	2.13	4.91	0.99	3.71	1.58	0.01	5.12	0.031
Cannabaceae	*Celtis trinervia*	Ta'an che'	-	5.56	0.60	1.00	2.13	3.14	0.63	3.36	1.23	0.01	5.12	0.031
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco	-	5.56	0.60	1.00	2.13	3.14	0.63	3.36	1.23	0.01	5.12	0.031
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Mata buey	-	5.56	0.60	1.00	2.13	3.14	0.63	3.36	1.23	0.01	5.12	0.031
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	Palo rosa	-	5.56	0.60	1.00	2.13	2.84	0.57	3.30	1.17	0.01	5.12	0.031
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	-	5.56	0.60	1.00	2.13	2.41	0.48	3.21	1.08	0.01	5.12	0.031
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite	-	5.56	0.60	1.00	2.13	2.14	0.43	3.16	1.03	0.01	5.12	0.031
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo	-	5.56	0.60	1.00	2.13	1.65	0.33	3.06	0.93	0.01	5.12	0.031
37				927.78	100.00	47.00	100.00	497.94	100.00	300.00	200.00	1.00	155.71	2.971

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

b) Estrato arbustivo

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Oeceoclades maculata* con un IVI de 41.70, un IDR de 37.85, una abundancia de 4,211.11 ind/ha y un IS de 0.365, seguida de *Brosimum alicastrum* con un IVI de 38.98, un IDR de 37.06, con una abundancia 4,177.78 ind/ha y un IS de 0.364, *Sapindus saponaria* con un IVI de 21.43, un IDR de 19.50, una abundancia de 1,211.11 ind/ha y un IS de 0.219 y por ultimo *Aspidosperma megalocarpon* con un IVI de 16.30, un IDR de 10.53, una abundancia de 1,144.44 nd/ha y un IS de 0.212.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Astronium graveolens* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A) y *Zamia prasina* con categoría de Sujeta a protección especial (Pr). *Astronium graveolens* presenta un IVI de 4.81, un IDR de 0.97, una abundancia de 55.56 ind/ha y un IS de 0.023. *Zamia prasina* presenta un IVI de 4.73, un IDR de 0.89, una abundancia de 77.78 ind/ha y un IS de 0.030

De forma general, para el estrato arbustivo se tiene una abundancia igual a 13,166.67 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 2.036. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

Cabe mencionar que *Oeceoclades maculata* es una especie invasora-exótica. Su distribución original se encuentra las regiones tropicales de África, pero fue introducida en el Neotrópico. Se establece de formar rápida y tiene una dispersión de semillas muy alta, así mismo esta especie tiene el potencial de vector (transportar patógenos y parásitos). Esta especie tiene implicaciones ecológicas negativas asociadas con su interferencia en la regeneración de algunas especies de árboles. Es por tanto que haberle encontrado en el Área del Proyecto con una abundancia tan alta es reflejo del grado de colonización de áreas por esta especie y un indicio de su interferencia en la germinación y establecimiento de plantas jóvenes y por ende en los proceso de regeneración natural del ecosistema (CABI. 2014).

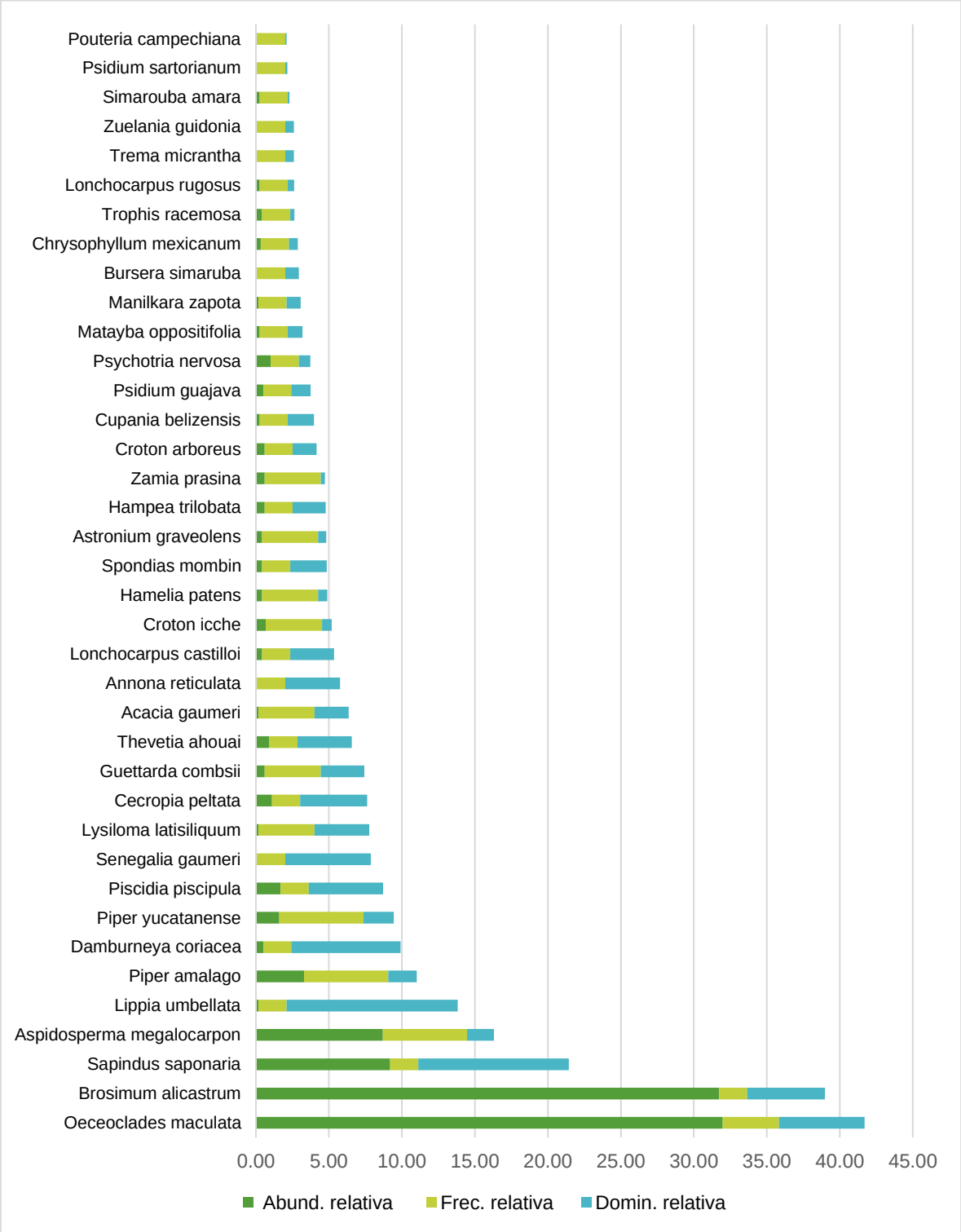


Figura 46. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbustivo en el AP.

Cuadro 48. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato arbustivo del AP.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AP	2-AP	3-AP
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana		320		59
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón		376		
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo		109		
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash		1	50	52
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo				2
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja		2	4	33
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium			6	
Piperaceae	*Piper yucatanense*	No conocido		12	6	1
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín				20
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin		1		
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam		1		1
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro				13
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle		1	6	
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Acotope			11	
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin			1	1
Annonaceae	*Annona reticulata*	Anonillo			1	
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche			5	
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo		3	5	
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo			3	2
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo				5
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	2	3	
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool			7	
Zamiaceae	*Zamia prasina*	Palmita	Pr	2	5	
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco			7	
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom			3	
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce			6	

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AP	2-AP	3-AP
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo				12
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite			3	
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote		2		
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo				1
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo			4	
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo			5	
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Mata buey			3	
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón				1
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino			1	
Simaroubacea e	*Simarouba amara*	Cedro macho				3
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán		1		
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste			1	
38				833	146	206

Cuadro 49. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato arbustivo del AP

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana		4,211.11	31.98	2.00	3.85	4.9127	5.87	41.70	37.85	0.32	1.14	0.365
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón		4,177.78	31.73	1.00	1.92	4.4598	5.33	38.98	37.06	0.32	1.15	0.364
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo		1,211.11	9.20	1.00	1.92	8.6256	10.31	21.43	19.50	0.09	2.39	0.219
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Pelmash		1,144.44	8.69	3.00	5.77	1.5394	1.84	16.30	10.53	0.09	2.44	0.212
Verbenaceae	*Lippia umbellata*	Tabaquillo		22.22	0.17	1.00	1.92	9.8175	11.73	13.82	11.90	0.00	6.38	0.011

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja		433.33	3.29	3.00	5.77	1.6373	1.96	11.02	5.25	0.03	3.41	0.112
Lauraceae	*Damburneya coriacea*	Medium		66.67	0.51	1.00	1.92	6.2645	7.48	9.91	7.99	0.01	5.29	0.027
Piperaceae	*Piper yucatanense*	No conocido		211.11	1.60	3.00	5.77	1.7406	2.08	9.45	3.68	0.02	4.13	0.066
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín		222.22	1.69	1.00	1.92	4.2731	5.11	8.72	6.79	0.02	4.08	0.069
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin		11.11	0.08	1.00	1.92	4.9087	5.86	7.87	5.95	0.00	7.08	0.006
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam		22.22	0.17	2.00	3.85	3.1416	3.75	7.77	3.92	0.00	6.38	0.011
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro		144.44	1.10	1.00	1.92	3.857	4.61	7.63	5.71	0.01	4.51	0.050
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popistle		77.78	0.59	2.00	3.85	2.4976	2.98	7.42	3.57	0.01	5.13	0.030
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Acotope		122.22	0.93	1.00	1.92	3.1102	3.72	6.57	4.64	0.01	4.68	0.043
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Catzin		22.22	0.17	2.00	3.85	1.9635	2.35	6.36	2.51	0.00	6.38	0.011
Annonaceae	*Annona reticulata*	Anonillo		11.11	0.08	1.00	1.92	3.1416	3.75	5.76	3.84	0.00	7.08	0.006
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche		55.56	0.42	1.00	1.92	2.5133	3.00	5.35	3.42	0.00	5.47	0.023
Euphorbiaceae	*Croton icche*	Cascarillo		88.89	0.68	2.00	3.85	0.5629	0.67	5.19	1.35	0.01	5.00	0.034
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo		55.56	0.42	2.00	3.85	0.5144	0.61	4.88	1.04	0.00	5.47	0.023
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo		55.56	0.42	1.00	1.92	2.0944	2.50	4.85	2.92	0.00	5.47	0.023
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	55.56	0.42	2.00	3.85	0.4562	0.55	4.81	0.97	0.00	5.47	0.023
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jool k'an jool		77.78	0.59	1.00	1.92	1.9007	2.27	4.78	2.86	0.01	5.13	0.030
Zamiaceae	*Zamia prasina*	Palmita	Pr	77.78	0.59	2.00	3.85	0.2474	0.30	4.73	0.89	0.01	5.13	0.030
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Cascarillo blanco		77.78	0.59	1.00	1.92	1.3744	1.64	4.16	2.23	0.01	5.13	0.030
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Sak poom		33.33	0.25	1.00	1.92	1.508	1.80	3.98	2.05	0.00	5.98	0.015
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce		66.67	0.51	1.00	1.92	1.0996	1.31	3.74	1.82	0.01	5.29	0.027
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo		133.33	1.01	1.00	1.92	0.6676	0.80	3.73	1.81	0.01	4.59	0.047
Sapindaceae	*Matayba oppositifolia*	Tempesquite		33.33	0.25	1.00	1.92	0.8482	1.01	3.19	1.27	0.00	5.98	0.015

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote		22.22	0.17	1.00	1.92	0.8139	0.97	3.06	1.14	0.00	6.38	0.011
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaca rojo		11.11	0.08	1.00	1.92	0.7854	0.94	2.95	1.02	0.00	7.08	0.006
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo		44.44	0.34	1.00	1.92	0.5027	0.60	2.86	0.94	0.00	5.69	0.019
Moraceae	*Trophis racemosa*	Ramoncillo		55.56	0.42	1.00	1.92	0.2454	0.29	2.64	0.72	0.00	5.47	0.023
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Mata buey		33.33	0.25	1.00	1.92	0.377	0.45	2.63	0.70	0.00	5.98	0.015
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón		11.11	0.08	1.00	1.92	0.5027	0.60	2.61	0.68	0.00	7.08	0.006
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Trementino		11.11	0.08	1.00	1.92	0.5027	0.60	2.61	0.68	0.00	7.08	0.006
Simaroubacea e	*Simarouba amara*	Cedro macho		33.33	0.25	1.00	1.92	0.0942	0.11	2.29	0.37	0.00	5.98	0.015
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán		11.11	0.08	1.00	1.92	0.1257	0.15	2.16	0.23	0.00	7.08	0.006
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	K'aniste		11.11	0.08	1.00	1.92	0.0707	0.08	2.09	0.17	0.00	7.08	0.006
38				13,166.67	100.00	52.00	100.00	83.70	100.00	300.00	200.00	1.000	200.653	2.036

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

c) Estrato palmeras

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Chamaedorea seifrizii* con un IVI de 117.32, un IDR de 77.32, una abundancia de 200 ind/ha y un IS de 0.270, *Cryosophila stauracantha* con un IVI de70.06, un IDR de 50.06, con una abundancia 11.11 ind/ha y un IS de 0.122 y *Desmoncus chinantlensis* con un IVI de 64.35, un IDR de 44.35, con una abundancia 66.67 ind/ha y un IS de 0.334

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Cryosophila stauracantha* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).

De forma general, para el estrato palmeras se tiene una abundancia igual a 300 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 0.919. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

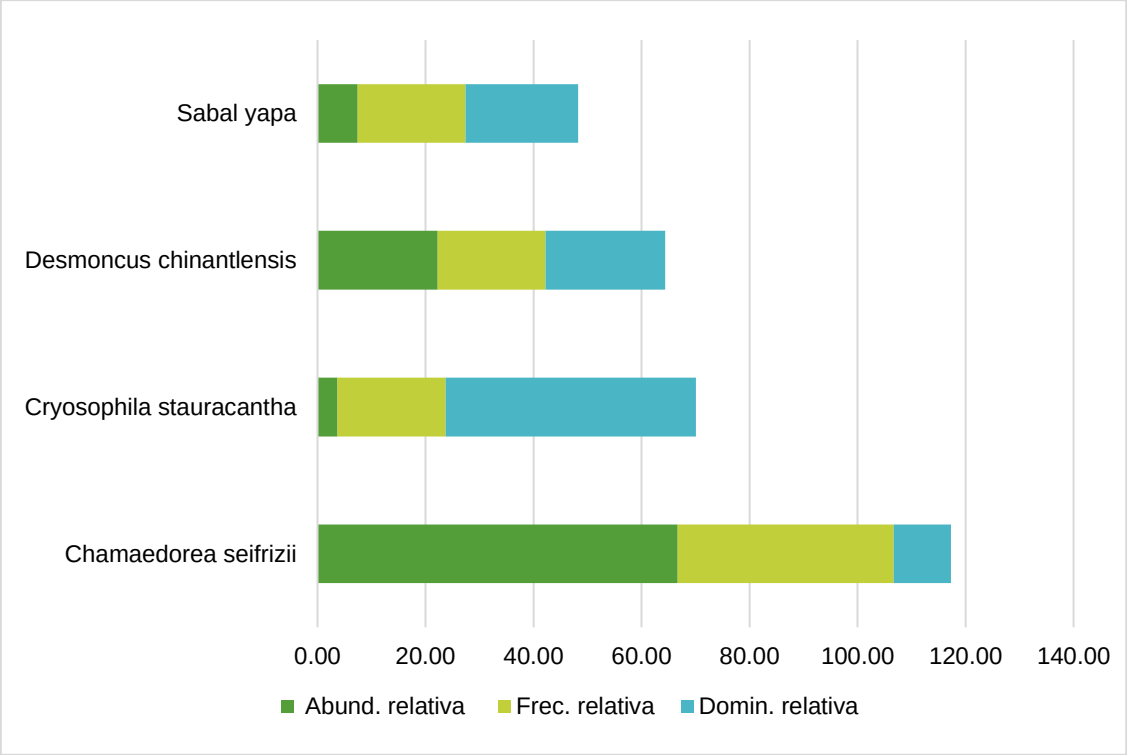


Figura 47. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato palmeras en el AP.

Cuadro 50. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato palmeras del AP

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AP	2-AP	3-AP
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	-	16		2
Arecaceae	*Cryosophila stauracantha*	Guano kun	A	1		
Arecaceae	*Desmoncus chinantlensis*	Bayil	-		6	
Arecaceae	*Sabal yapa*	Palma de guano	-		2	
4				17	8	2

Cuadro 51. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato palmeras del AP

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	-	200.00	66.67	2.00	40.00	0.33	10.65	117.32	77.32	0.67	0.41	0.270
Arecaceae	*Cryosophila stauracantha*	Guano kun	A	11.11	3.70	1.00	20.00	1.43	46.36	70.06	50.06	0.04	3.30	0.122
Arecaceae	*Desmoncus chinantlensis*	Bayil	-	66.67	22.22	1.00	20.00	0.68	22.13	64.35	44.35	0.22	1.50	0.334
Arecaceae	*Sabal yapa*	Palma de guano	-	22.22	7.41	1.00	20.00	0.64	20.86	48.27	28.27	0.07	2.60	0.193
4				300.00	100.00	5.00	100.00	3.09	100.00	300.00	200.00	1.00	7.81	0.919

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

d) Estrato enredaderas

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 5 especies, entre las especies que sobresalen están *Amphilophium crucigerum* con un IVI de 161.06, un IDR de 127.72, una abundancia de 1,644.44 ind/ha y un IS de 0.255, seguida por *Bignonia potosina* con un IVI de 60.90, un IDR de 49.79, con una abundancia 400 ind/ha y un IS de 0.300 y *Paullinia cururu* con un IVI de 47.88, un IDR de 14.54, con una abundancia 277.78 ind/ha y un IS de 0.251.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), en este estrato no hay especies con alguna categoría de protección.

De forma general, para el estrato enredaderas se tiene una abundancia igual a 12,377.78 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 0.909. Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadros.

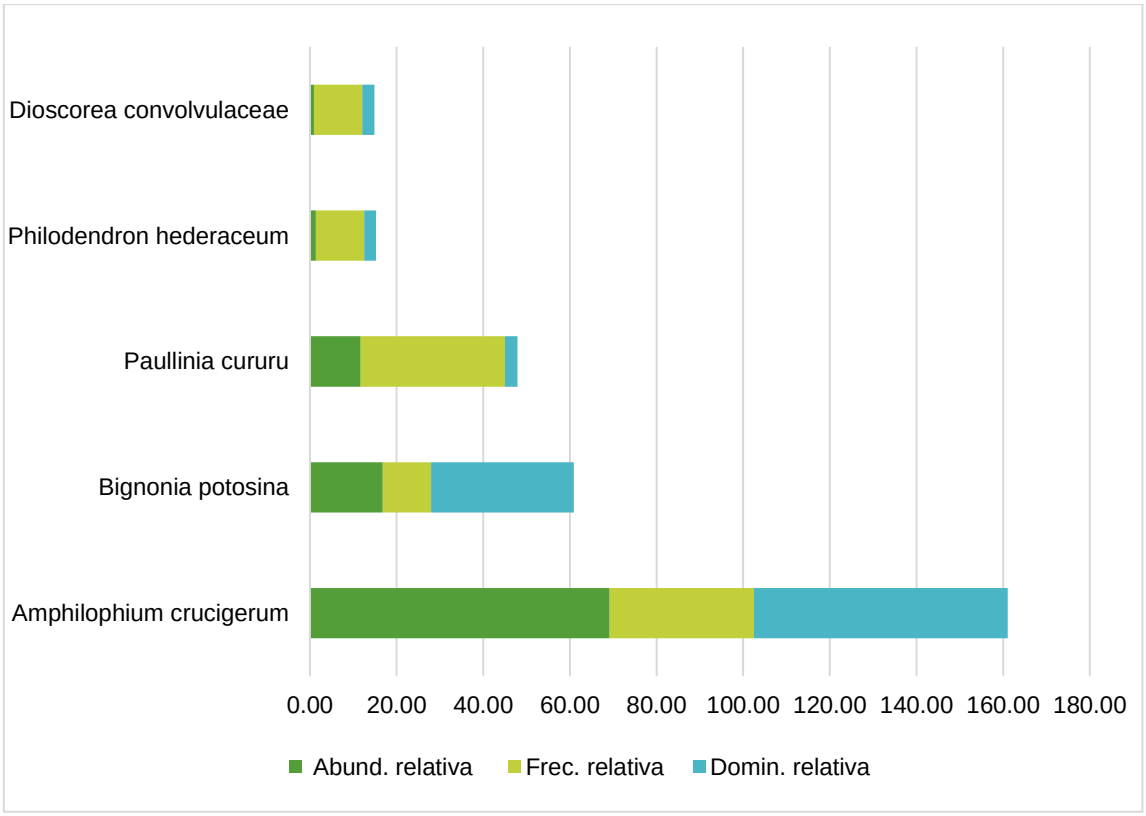


Figura 48. Comparación de la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del estrato enredaderas en el AP

Cuadro 52. Abundancia en los sitios de muestreo del estrato enredaderas del AP.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	1-AP	2-AP	3-AP
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoita	-	70	8	70
Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Ajillo	-		36	
Sapindaceae	*Paullinia cururu*	Chéen aak'	-	15	6	4
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	-	3		
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulaceae*	Cabeza de negro	-		2	
5				88	52	74

Cuadro 53. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad de las especies del estrato enredaderas del AP

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	AR	F.	FR	D	DR	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum*	Bejuco de canoita	-	1,644.44	69.16	3.00	33.33	8.04	58.57	161.06	127.72	0.69	0.37	0.255
Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Ajillo	-	400.00	16.82	1.00	11.11	4.52	32.96	60.90	49.79	0.17	1.78	0.300
Sapindaceae	*Paullinia cururu*	Chéen aak'	-	277.78	11.68	3.00	33.33	0.39	2.86	47.88	14.54	0.12	2.15	0.251
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	-	33.33	1.40	1.00	11.11	0.38	2.75	15.26	4.15	0.01	4.27	0.060
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulaceae*	Cabeza de negro	-	22.22	0.93	1.00	11.11	0.39	2.86	14.91	3.80	0.01	4.67	0.044
5				2,377.78	100.00	9.00	100.00	13.72	100.00	300.00	200.00	1.000	13.239	0.909

AR: Abundancia relativa; F: Frecuencia relativa; FR: Frecuencia relativa; D Dominancia; DR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia; IDR: Índice de dominancia relativa; IS: Índice de Shannon

IV.1.1.1.1 Biodiversidad

Conforme a los resultados del muestreo de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** del **AP**, se concluye que el estrato con mayor riqueza es el arbustivo (con 38 especies), a este le sigue el estrato arbóreo con 37 especies, a este le sigue el estrato enredaderas con 5 especies y, por último, está el estrato palmeras y conformado por 4 especies. El estrato que presentó mayor abundancia es el arbustivo con 13,166.67 ind/ha, después se encuentra enredaderas con 2,377.78 ind/ha, el estrato arbóreo con 927.78 ind/ha y, por último, el estrato palmeras con 300 ind/ha.

Por otra parte, el estrato que presentó mayor Índice de Shannon es el arbóreo con un valor de 2.971, seguido del estrato arbustivo con un IS de 2.036, el estrato palmeras con un IS de 0.919 y, por último, se encuentra el estrato enredaderas con un IS de 0.909.

Cuadro 54. Índice de Shannon para la vegetación se selva mediana subperennifolia del AP

	Arbóreo	Arbustivo	Palmeras	Enredaderas
Ejemplares	167	1,185	27	214
Riqueza (S)	37	38	4	5
Índice de Shannon	**2.971**	**2.036**	**0.919**	**0.909**
H máx = Log(S)	3.611	3.638	1.386	1.609
Equidad	0.823	0.560	0.467	0.565
Hmax-Hcalc	0.640	1.601	0.467	0.700
Abundancia/ha	927.78	13,166.67	300	2,377.78

IV.1.2 Análisis comparativo de la Vegetación de selva mediana subperennifolia entre el Sistema Ambiental Regional y el Área de del Proyecto

A) Estrato arbóreo

En el cuadro siguiente se observa que la composición florística del estrato arbóreo en el SAR y AP es similar, encontrándose un gran porcentaje de las especies encontradas en el área de proyecto también están representadas en el SAR, a excepción de nueve especies (señalada en color verde). Es importante mencionar que, de las especies por afectar en este estrato, la especie *Astronium graveolens* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de su Anexo Normativo III publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019.

Cuadro 55. Comparación de la flora en el estrato arbóreo

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Sapindus saponaria	150.00	13.89	22.43	5.21
Trema micrantha	127.78	77.78	17.44	8.88
Cecropia peltata	122.22	138.89	16.23	15.80
Spondias mombin	77.78	116.67	14.84	15.81
Aspidosperma megalocarpon	38.89	16.67	14.05	9.86
Lysiloma latisiliquum	38.89	38.89	11.93	9.59
Acacia gaumeri	33.33	2.78	9.17	4.23
Astronium graveolens	27.78	11.11	12.31	6.25
Pouteria campechiana	27.78	44.44	11.05	7.70
Brosimum alicastrum	22.22	25.00	10.65	7.76
Lippia umbellata	22.22	13.89	6.01	4.97
Manilkara zapota	22.22	16.67	7.47	7.20
Piscidia piscipula	22.22	19.44	5.57	9.05
Psidium guajava	16.67		5.23	
Terminalia buceras	16.67		9.30	
Annona reticulata	11.11	13.89	5.03	5.71
Croton icche	11.11	5.56	4.17	2.41
Guettarda combsii	11.11	2.78	5.00	1.54
Hampea trilobata	11.11	5.56	14.28	1.72
Lonchocarpus castilloi	11.11		4.78	
Simarouba amara	11.11	11.11	7.17	5.34
Vitex gaumeri	11.11	33.33	14.13	10.06
Bursera simaruba	5.56	25.00	3.06	11.28
Celtis trinervia	5.56		3.36	
Coccoloba spicata	5.56		3.71	
Coulteria mollis	5.56	19.44	5.25	5.42
Croton arboreus	5.56	11.11	3.36	3.71
Cupania belizensis	5.56	2.78	4.15	3.18
Lonchocarpus rugosus	5.56		3.36	
Maclura tinctoria	5.56		5.25	
Matayba oppositifolia	5.56	50.00	3.16	8.41
Melicoccus oliviformis	5.56	5.56	4.15	4.22
Metopium brownei	5.56	13.89	5.25	4.45
Pouteria reticulata	5.56	119.44	8.40	14.88

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Semialarium mexicanum	5.56		3.21	
Simira salvadorensis	5.56	8.33	3.30	4.70
Swietenia macrophylla	5.56		12.82	
Bauhinia divaricata		2.78		1.49
Bourreria pulchra		13.89		4.54
Cedrela odorata		2.78		2.54
Chrysophyllum mexicanum		2.78		2.01
Cosmocalyx spectabilis		11.11		4.45
Croton schiedeanus		2.78		2.35
Damburneya coriacea		61.11		7.83
Damburneya salicifolia		5.56		3.84
Dendropanax arboreus		22.22		7.23
Drypetes lateriflora		13.89		3.16
Exostema mexicanum		5.56		3.08
Guettarda combsii		8.33		3.02
Gymnanthes lucida		72.22		8.37
Gymnopodium floribundum		5.56		1.87
Jatropha gaumeri		2.78		1.30
Laetia thamnia		2.78		2.01
Licaria caudata		2.78		2.74
Licaria peckii		13.89		6.53
Luehea speciosa		2.78		3.18
Protium copal		27.78		7.36
Pseudobombax ellipticum		5.56		5.16
Pseudolmedia spuria		13.89		5.58
Rhamnus humboldtiana		2.78		2.74
Trophis racemosa		5.56		4.25
Zuelania guidonia		8.33		4.06

Con relación a la estructura del estrato arbóreo en las áreas de referencia (SAR y AP), se puede observar que el índice de valor de importancia (IVI) indica una diferencia entre las especies del SAR y del AP siendo que las especies más importantes para el SAR son *Spondias mombin* y *Cecropia peltata,* mientras que para el AP las especies con mayor IVI son *Sapindus saponaria y Trema micrantha*, que si bien son especies diferentes las antes mencionadas se encuentran presentes en la estructura de ambas unidades. Asimismo, la diferencia en el IVI de las especies responde a las condiciones de perturbación presentes en

el SAR y AP, así como a la diversidad que contienen los ecosistemas de Selvas. Es oportuno señalar que las especies antes mencionadas son frecuentes en zonas con perturbación por actividades humanas siendo que son utilizadas como cerco vivo y ornamental.

Respecto a la presencia/ausencia de las especies afectadas, los resultados permiten determinar que las especies *Celtis trinervia, Lippia umbellata, Lonchocarpus rugosus, Psidium guajava y Terminalia buceras* no se registraron como individuos de porte arbóreo, pero sí se presentaron como arbustos. Las especies cuya ausencia en el SAR resulto evidente son *Coccoloba spicata, Maclura tinctoria Semialarium mexicanum y Swietenia macrophylla.*

Cabe mencionar que las especies sin registro en el SAR se contemplaran para rescate y reubicación en abundancias similares a las que se pretenden afectar, así como de aquellas especies que mostraron un mayor IVI y abundancia en el área de CUSTF con respecto a su referente en el SAR.

En las siguientes imágenes se muestra la distribución de las nueves especies ausentes en el SAR, para observar su distribución a través de las plataformas EncicloVida que integra registros de especies de flora de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.

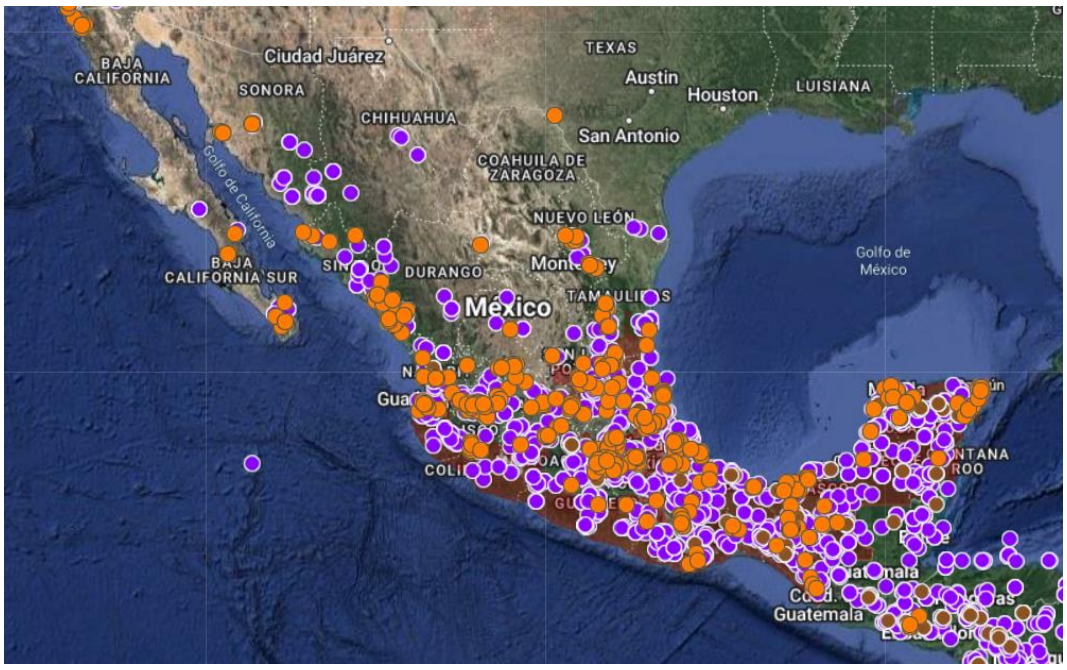


Figura 49. Distribución de Psidium guajava [1] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[1] https://enciclovida.mx/especies/165895-psidium-guajava

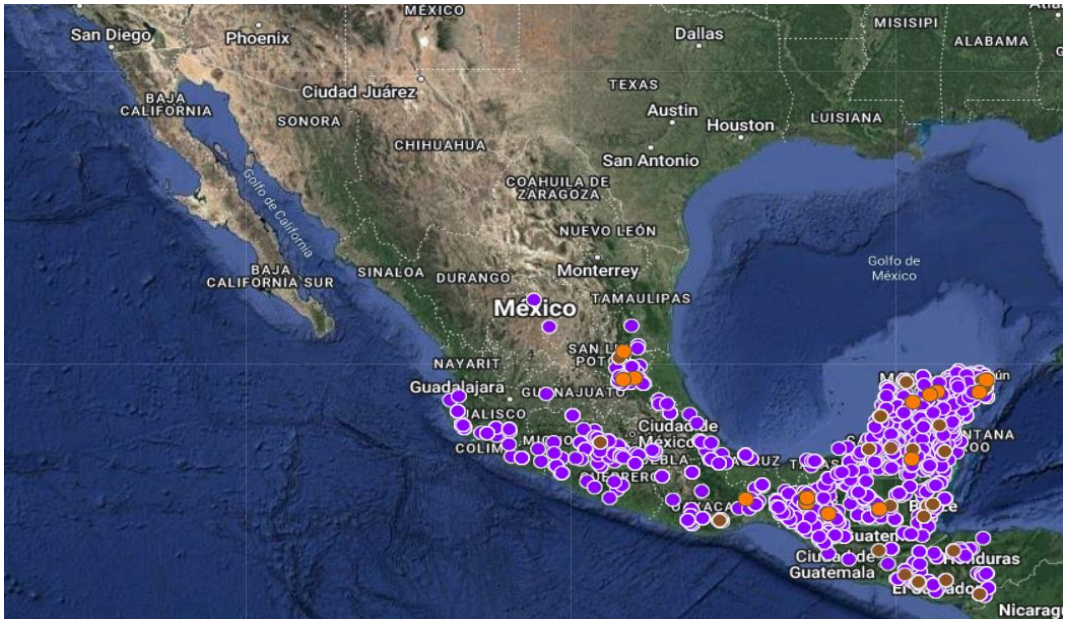


Figura 50. Distribución de Lonchocarpus rugosus [2] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)



Figura 51. Distribución de Maclura tinctoria[3] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[2] https://enciclovida.mx/especies/188241-lonchocarpus-rugosus

[3] https://enciclovida.mx/especies/165723-maclura-tinctoria

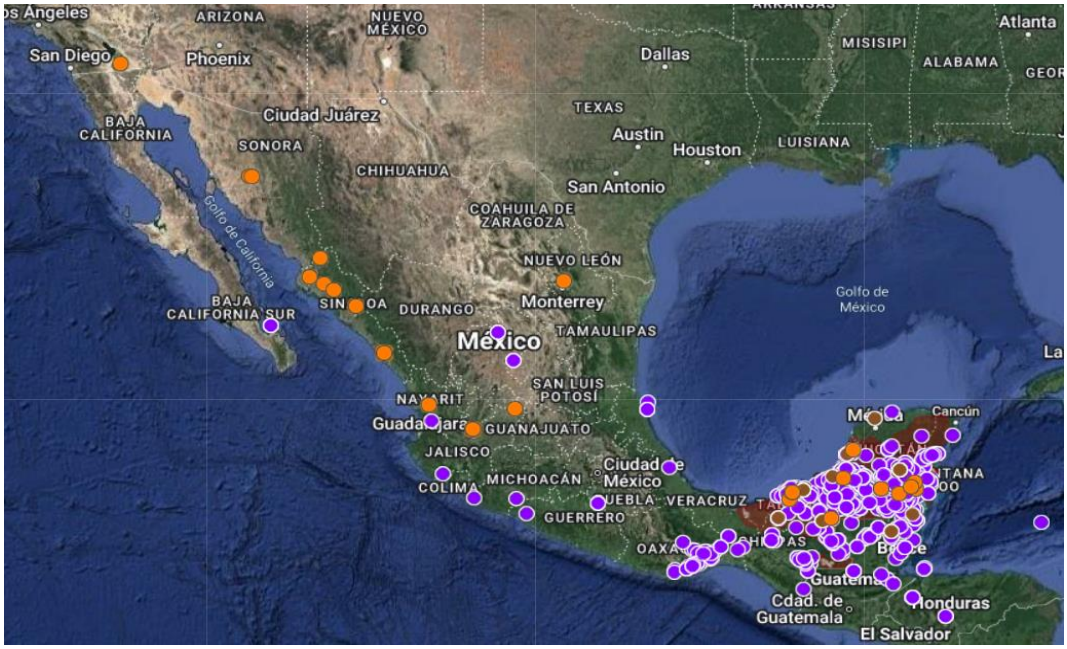


Figura 52. Distribución de Terminalia buceras [4] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

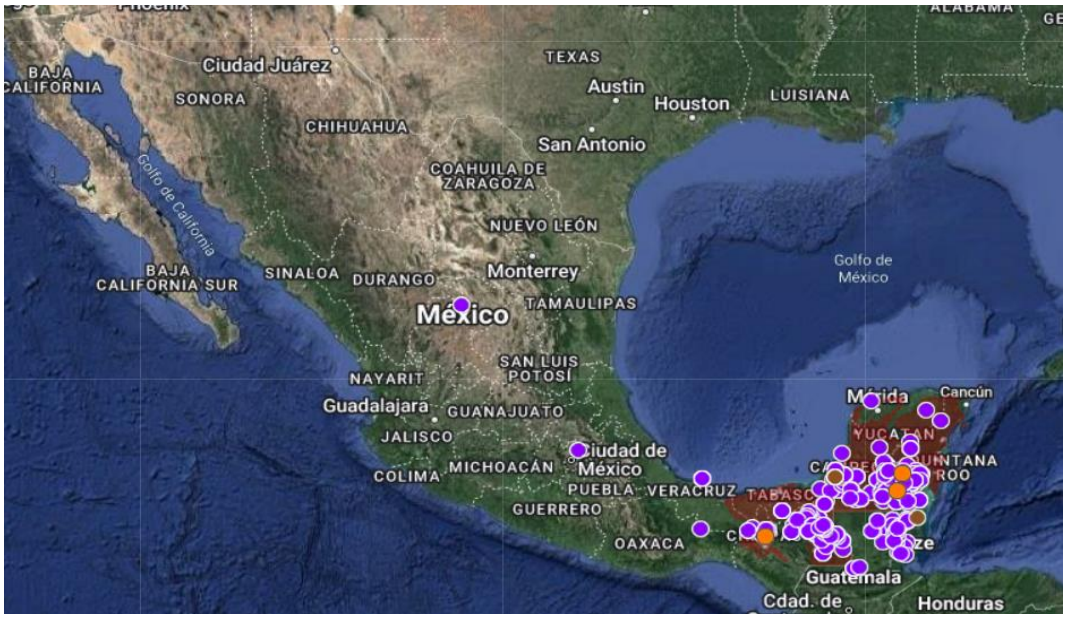


Figura 53. Distribución de Lonchocarpus castilloi [5] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[4] https://enciclovida.mx/especies/201162-terminalia-buceras

[5] https://enciclovida.mx/especies/185865-lonchocarpus-castilloi

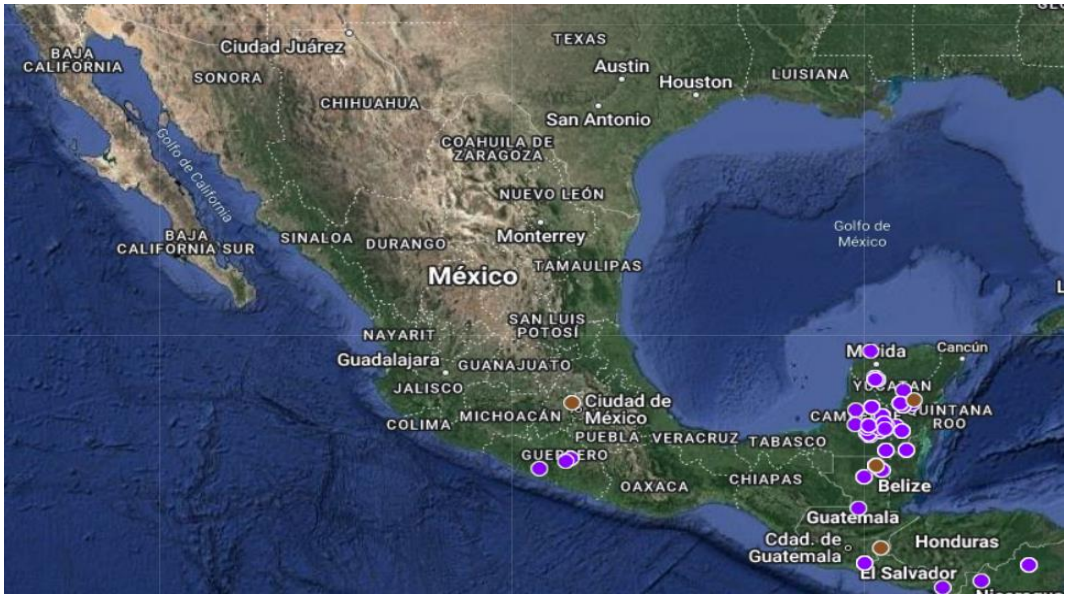


Figura 54. Distribución de Celtis trinervia [6] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)



Figura 55. Distribución de Coccoloba spicata[7] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[6] https://enciclovida.mx/especies/167683-celtis-trinervia

[7] https://enciclovida.mx/especies/166664-coccoloba-spicata



Figura 56. Distribución de Semialarium mexicanum[8] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)



Figura 57. Distribución de Swietenia macrophylla [9] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[8] https://enciclovida.mx/especies/172434-semialarium-mexicanum

[9] https://enciclovida.mx/especies/167683-celtis-trinervia

B) Estrato arbustivo

En el cuadro siguiente se observa que la composición florística del estrato arbustivo en el SAR y AP es similar, encontrándose un gran porcentaje de las especies encontradas en el área de proyecto también están representadas en el SAR, a excepción de siete especies (señalada en color verde). Cabe señalar que, de las especies por afectar en este estrato, la especie *Astronium graveolens* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A) y la especie *Zamia prasina* se encuentra litada con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de su Anexo Normativo III publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019.

Cuadro 56. Comparación de la flora en el estrato arbustivo

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Oeceoclades maculata	4,211.11	116.67	41.70	4.35
Brosimum alicastrum	4,177.78	377.78	38.98	9.59
Sapindus saponaria	1,211.11	116.67	21.43	4.35
Aspidosperma megalocarpon	1,144.44	94.44	16.30	3.11
Lippia umbellata	22.22	5.56	13.82	1.66
Piper amalago	433.33	72.22	11.02	5.24
Damburneya coriacea	66.67	627.78	9.91	15.88
Piper yucatanense	211.11	761.11	9.45	20.39
Piscidia piscipula	222.22	16.67	8.72	2.94
Lysiloma latisiliquum	22.22	5.56	7.77	1.23
Cecropia peltata	144.44	144.44	7.63	23.32
Guettarda combsii	77.78	183.33	7.42	8.16
Thevetia ahouai	122.22		6.57	
Acacia gaumeri	22.22		6.36	
Annona reticulata	11.11		5.76	
Lonchocarpus castilloi	55.56	177.78	5.35	7.39
Croton icche	88.89	55.56	5.19	2.26
Hamelia patens	55.56		4.88	
Spondias mombin	55.56	266.67	4.85	8.05
Astronium graveolens	55.56	172.22	4.81	4.91
Hampea trilobata	77.78	22.22	4.78	1.87
Zamia prasina	77.78	77.78	4.73	4.52

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Croton arboreus	77.78	5.56	4.16	1.66
Cupania belizensis	33.33	111.11	3.98	5.16
Psidium guajava	66.67	177.78	3.74	4.92
Psychotria nervosa	133.33	11.11	3.73	1.95
Matayba oppositifolia	33.33	338.89	3.19	11.25
Manilkara zapota	22.22	100.00	3.06	5.44
Bursera simaruba	11.11	5.56	2.95	0.91
Chrysophyllum mexicanum	44.44		2.86	
Trophis racemosa	55.56	61.11	2.64	3.55
Lonchocarpus rugosus	33.33		2.63	
Trema micrantha	11.11	272.22	2.61	31.65
Zuelania guidonia	11.11	133.33	2.61	6.54
Simarouba amara	33.33	144.44	2.29	5.76
Psidium sartorianum	11.11		2.16	
Pouteria campechiana	11.11	33.33	2.09	4.11
Alibertia edulis		44.44		2.57
Aphelandra scabra		94.44		4.15
Bauhinia divaricata		22.22		2.07
Bellucia grossularioides		38.89		2.30
Bonellia flammea		27.78		1.42
Bourreria pulchra		72.22		4.77
Bravaisia berlandieriana		11.11		2.08
Celtis trinervia		5.56		0.92
Coulteria mollis		22.22		9.60
Dendropanax arboreus		38.89		3.91
Erythroxylum rotundifolium		16.67		1.23
Eugenia axillaris		5.56		1.01
Eugenia capuli		105.56		4.73
Gymnanthes lucida		272.22		6.52
Inga vera		83.33		3.69
Jatropha gaumeri		5.56		1.11
Licaria peckii		77.78		3.63
Malvaviscus arboreus		27.78		1.68
Metopium brownei		22.22		2.62
Neea psychotrioides		5.56		0.90
Pisonia aculeata		11.11		1.98

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Pouteria reticulata		144.44		4.92
Protium copal		50.00		4.13
Pseudolmedia spuria		11.11		1.47
Randia truncata		11.11		1.83
Rinorea guatemalensis		16.67		2.95
Smilax domingensis		83.33		5.47
Terminalia buceras		5.56		1.66
Vitex gaumeri		33.33		2.54

Con relación a la estructura del estrato arbustivo en las áreas de referencia (SAR y AP), se puede observar que el índice de valor de importancia (IVI) indica una diferencia entre las especies del SAR y del AP siendo que las especies más importantes para el SAR son *Trema micrantha, Cecropia peltata* y *Piper yucatanense,* mientras que para el AP las especies con mayor IVI son *Oeceoclades maculata, Brosimum alicastrum y Sapindus saponaria*, que si bien son especies diferentes ambas se encuentran presentes en la estructura de ambas unidades. Asimismo, la diferencia en el IVI de las especies responde a las condiciones de perturbación presentes en el SAR y AP, así como a la diversidad que contienen los ecosistemas de Selvas.

Es oportuno señalar que el IVI de *Oeceoclades maculata* en el AP es el mayor indicativo del alto grado de perturbación respecto a este estrato. *Oeceoclades maculata* es una especie invasora-exótica. Su distribución original se encuentra las regiones tropicales de África, pero fue introducida en el Neotrópico. Se establece de formar rápida y tiene una dispersión de semillas muy alta, así mismo esta especie tiene el potencial de vector (transportar patógenos y parásitos). Esta especie tiene implicaciones ecológicas negativas asociadas con su interferencia en la regeneración de algunas especies de árboles. Es por tanto que haberle encontrado en el Área del Proyecto con una abundancia tan alta es reflejo del grado de colonización de áreas por esta especie y un indicio de su interferencia en la germinación y establecimiento de plantas jóvenes y por ende en los proceso de regeneración natural del ecosistema (CABI. 2014).

Respecto a la presencia/ausencia de las especies afectadas, los resultados permiten determinar que las especies *Thevetia ahouai, Acacia gaumeri, Annona reticulata Chrysophyllum mexicanum, Lonchocarpus rugosus y Psidium sartorianum,* no se registraron como individuos de porte arbustivo, pero sí se presentaron como árboles. Las especies cuya ausencia en el SAR resulto evidente son *Hamelia patens y Thevetia ahouai*

Así mismo, las especies antes mencionadas se contemplarán para rescate y reubicación en abundancias similares a las que se pretenden afectar, así como de aquellas especies que

mostraron un mayor IVI y abundancia en el área de CUSTF con respecto a su referente en el SAR.

La extensa distribución de las especies antes mencionadas se puede verificar a través de las plataformas EncicloVida que integra registros de especies de flora de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.

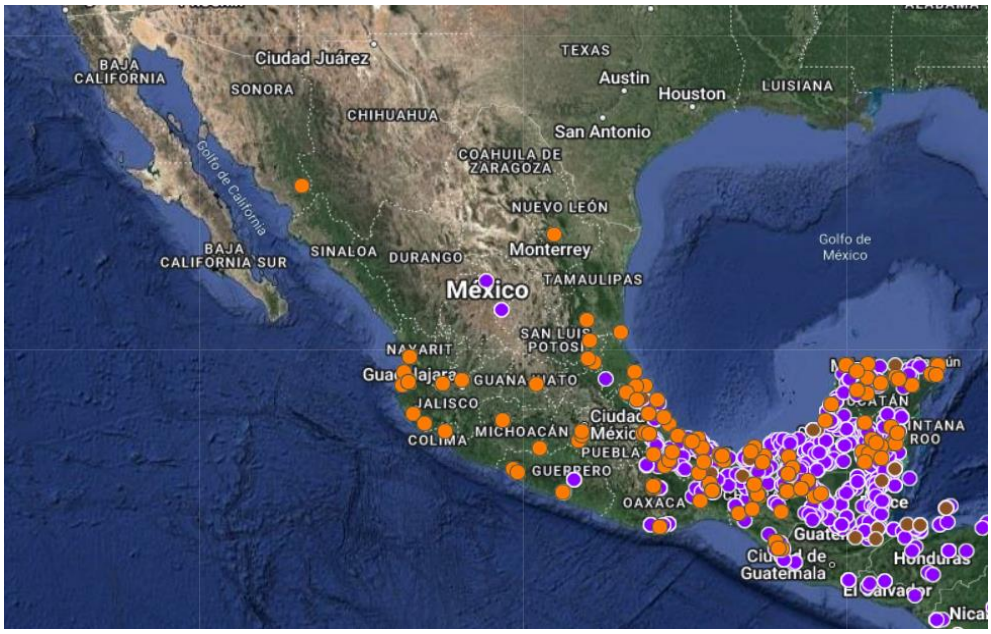


Figura 58. Distribución de Thevetia ahouai [10] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[10] https://enciclovida.mx/especies/162860-thevetia-ahouai



Figura 59. Distribución de Annona reticulata [11] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

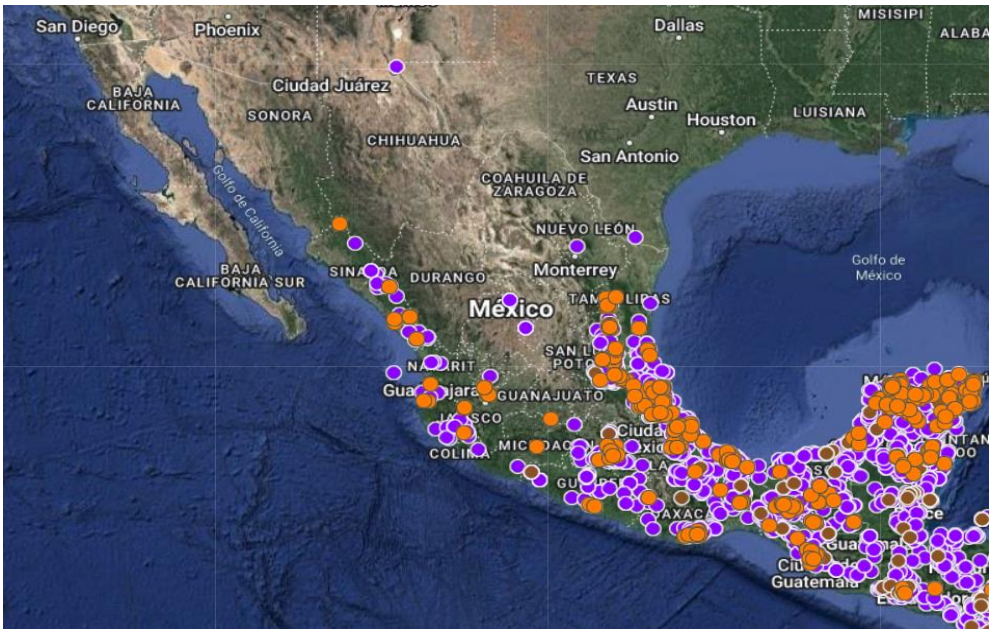


Figura 60. Distribución de Hamelia patens [12] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[11] https://enciclovida.mx/especies/162778-annona-reticulata

[12] https://enciclovida.mx/especies/193785-hamelia-patens

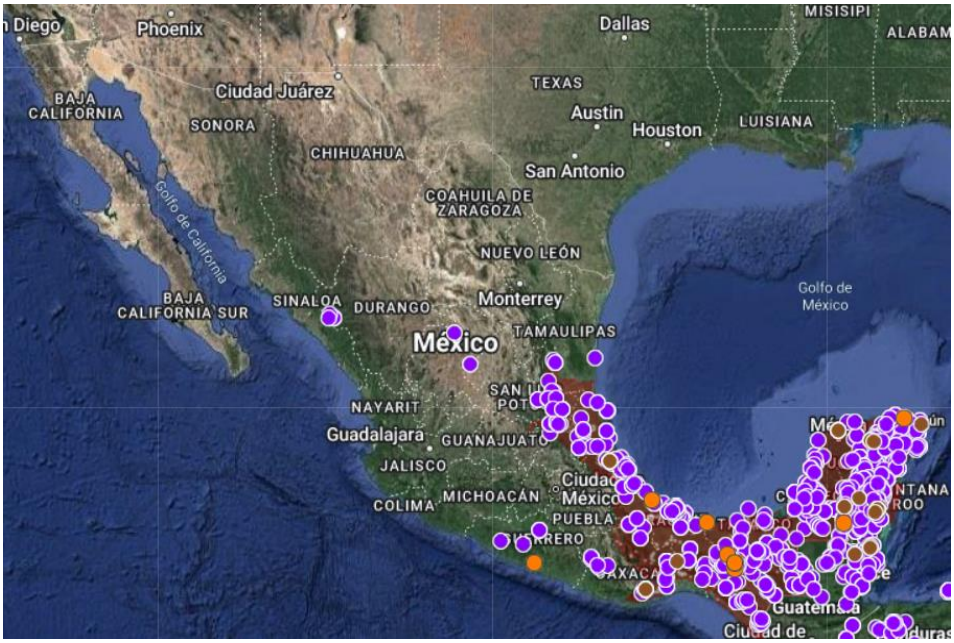


Figura 61. Distribución de Chrysophyllum mexicanum[13] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)



Figura 62. Distribución de Lonchocarpus rugosus [14] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[13] https://enciclovida.mx/especies/167458-chrysophyllum-mexicanum

[14] https://enciclovida.mx/especies/188241-lonchocarpus-rugosus



Figura 63. Distribución de Psidium sartorianum [15] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)



Figura 64. Distribución de Acacia gaumeri [16] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[15] https://enciclovida.mx/especies/165906-psidium-sartorianum

[16] https://enciclovida.mx/especies/172017-acacia-gaumeri

C) Estrato palmeras

En el cuadro siguiente se observa que en el área de proyecto la riqueza de especies de palmeras es igual en el sistema ambiental regional, con un total de 4 especies. Respecto a la composición florística, la totalidad de las especies encontradas se encuentran representadas en ambas áreas de referencia (SAR y AP). Asimismo, de las especies por afectar en este estrato, *Cryosophila stauracantha* se encuentra dentro de la categoría de Amenazada (A)-de acuerdo la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de su Anexo Normativo III publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019.

Cuadro 57. Comparación de la flora en el estrato palmeras

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Chamaedorea seifrizii	200.00	166.67	117.32	87.69
Cryosophila stauracantha	11.11	177.78	70.06	95.21
Desmoncus chinantlensis	66.67	66.67	64.35	63.17
Sabal yapa	22.22	50.00	48.27	53.93

Cryosophila stauracantha se contemplarán para rescate y reubicación en abundancias similares a las que se pretenden afectar, así como de aquellas especies que mostraron un mayor IVI y abundancia en el área de CUSTF con respecto a su referente en el SAR.

D) Estrato enredaderas

En el cuadro siguiente se observa que la composición florística del estrato enredaderas en el SAR y AP es similar, encontrándose un gran porcentaje de las especies encontradas en el área de proyecto también están representadas en el SAR, a excepción de dos especies (señalada en color verde). Asimismo, se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, encontrándose que ninguna de las especies registradas en el estrato arbustivo se encuentran dentro alguna categoría de riesgo o protección de la citada norma.

Cuadro 58. Comparación de la flora en el estrato enredaderas

Especie	Densidad (ind/ha)		IVI	
	AP	SAR	AP	SAR
Amphilophium crucigerum	1,644.44	1,544.44	161.06	204.99
Bignonia potosina	400.00		60.90	
Paullinia cururu	277.78	250.00	47.88	57.08
Philodendron hederaceum	33.33		15.26	
Dioscorea convolvulaceae	22.22	38.89	14.91	27.36
Cardiospermum halicacabum		11.11		10.57

Con relación a la estructura del estrato arbustivo en las áreas de referencia (SAR y AP), se puede observar que el índice de valor de importancia (IVI) indica que la especie más importante es *Amphilophium crucigerum,* es decir, se encuentra presente en la estructura de ambas unidades. También comparten la presencia de *Paullinia cururu, Dioscorea convolvulaceae y Cardiospermum halicacabum.*

Así mismo, las especies antes mencionadas se contemplarán para rescate y reubicación en abundancias similares a las que se pretenden afectar, así como de aquellas especies que mostraron un mayor IVI y abundancia en el área de CUSTF con respecto a su referente en el SAR.

La extensa distribución de las especies antes mencionadas se puede verificar a través de las plataformas EncicloVida que integra registros de especies de flora de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Figura 65. Distribución de Paullinia cururu [17] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

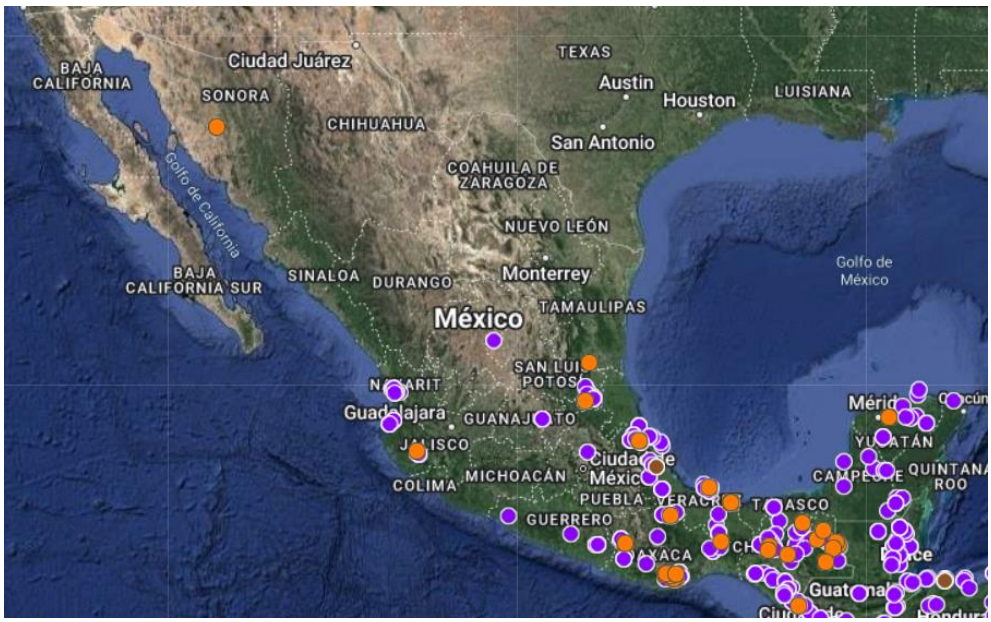


Figura 66. Distribución de Paullinia cururu [18] en México (Fuente: Enciclovida CONABIO)

[17] https://enciclovida.mx/especies/202422-bignonia-potosina

[18] https://enciclovida.mx/especies/159890-philodendron-hederaceum

IV.1.3 Estimación de individuos a remover en el área del proyecto con vegetación de selva mediana subperennifolia.

De acuerdo con el análisis anterior tenemos que en el área del derecho de vía (DDV) del proyecto se presenta vegetación de bosque de pino-encino por lo que será necesario realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en una superficie de 1.4693 ha.

Para cuantificar el número de individuos se verá afectada con el CUSTF, se sumó el número 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:

$$No.\,de\ individuos\ x\ ha\ = \frac{Sumatoria\ de\ individuos\ en\ los\ sitios\ de\ muestreo}{Superficie\ muestreada\ (ha)}$$

En el siguiente cuadro se presenta el número de individuos a remover en el área de proyecto. Es importante destacar que las estimaciones presentadas representan vegetación homogénea, tal y como se encontró en los sitios de muestreo, sin embargo, a lo largo del área de CUSTF se presenta vegetación menos densa, por lo que durante la etapa de preparación de sitio es probable que se remuevan un menor número de individuos. En total se derribarán 24,640 individuos de los cuales, el 6% (1,358 individuos) corresponde a individuos de porte arbóreo, 79% (19,346 individuos) a arbustos, 14% (3,496 individuos) a enredaderas y 2% (441 individuos) a palmeras.

Cuadro 59. Listado de individuos a remover

Estrato	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Densidad (ind/ha)	Total de individuos a remover
ARBOREO	*Sapindus saponaria*	-	150.00	220.0
	Trema micrantha	-	127.78	188.0
	Cecropia peltata	-	122.22	180.0
	Spondias mombin	-	77.78	114.0
	Hampea trilobata	-	11.11	16.0
	Vitex gaumeri	-	11.11	16.0
	Aspidosperma megalocarpon	-	38.89	57.0
	Swietenia macrophylla	-	5.56	8.0
	Astronium graveolens	A	27.78	41.0
	Lysiloma latisiliquum	-	38.89	57.0
	Pouteria campechiana	-	27.78	41.0

Estrato	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Densidad (ind/ha)	Total de individuos a remover
ARBUSTIVO	*Brosimum alicastrum*	-	22.22	33.0
	Terminalia buceras	-	16.67	24.0
	Acacia gaumeri	-	33.33	49.0
	Pouteria reticulata	-	5.56	8.0
	Manilkara zapota	-	22.22	33.0
	Simarouba amara	-	11.11	16.0
	Lippia umbellata	-	22.22	33.0
	Piscidia piscipula	-	22.22	33.0
	Coulteria mollis	-	5.56	8.0
	Maclura tinctoria	-	5.56	8.0
	Metopium brownei	-	5.56	8.0
	Psidium guajava	-	16.67	24.0
	Annona reticulata	-	11.11	16.0
	Guettarda combsii	-	11.11	16.0
	Lonchocarpus castilloi	-	11.11	16.0
	Croton icche	-	11.11	16.0
	Cupania belizensis	-	5.56	8.0
	Melicoccus oliviformis	-	5.56	8.0
	Coccoloba spicata	-	5.56	8.0
	Celtis trinervia	-	5.56	8.0
	Croton arboreus	-	5.56	8.0
	Lonchocarpus rugosus	-	5.56	8.0
	Simira salvadorensis	-	5.56	8.0
	Semialarium mexicanum	-	5.56	8.0
	Matayba oppositifolia	-	5.56	8.0
	Bursera simaruba	-	5.56	8.0
	Oeceoclades maculata		4,211.11	6187.0
	Brosimum alicastrum		4,177.78	6138.0
	Sapindus saponaria		1,211.11	1779.0
	Aspidosperma megalocarpon		1,144.44	1682.0
	Piper amalago		433.33	637.0
	Piscidia piscipula		222.22	327.0
	Piper yucatanense		211.11	310.0
	Cecropia peltata		144.44	212.0
	Psychotria nervosa		133.33	196.0
	Thevetia ahouai		122.22	180.0
	Croton icche		88.89	131.0
	Croton arboreus		77.78	114.0
	Guettarda combsii		77.78	114.0

Estrato	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Densidad (ind/ha)	Total de individuos a remover
	Hampea trilobata		77.78	114.0
	Zamia prasina	Pr	77.78	114.0
	Damburneya coriacea		66.67	98.0
	Psidium guajava		66.67	98.0
	Astronium graveolens	A	55.56	82.0
	Hamelia patens		55.56	82.0
	Lonchocarpus castilloi		55.56	82.0
	Spondias mombin		55.56	82.0
	Trophis racemosa		55.56	82.0
	Chrysophyllum mexicanum		44.44	65.0
	Cupania belizensis		33.33	49.0
	Lonchocarpus rugosus		33.33	49.0
	Matayba oppositifolia		33.33	49.0
	Simarouba amara		33.33	49.0
	Acacia gaumeri		22.22	33.0
	Lippia umbellata		22.22	33.0
	Lysiloma latisiliquum		22.22	33.0
	Manilkara zapota		22.22	33.0
	Annona reticulata		11.11	16.0
	Bursera simaruba		11.11	16.0
	Pouteria campechiana		11.11	16.0
	Psidium sartorianum		11.11	16.0
	Senegalia gaumeri		11.11	16.0
	Trema micrantha		11.11	16.0
	Zuelania guidonia		11.11	16.0
	Chamaedorea seifrizii	-	200.00	294.0
PALMERAS	*Cryosophila stauracantha*	A	11.11	16.0
	Desmoncus chinantlensis	-	66.67	98.0
	Sabal yapa	-	22.22	33.0
	Amphilophium crucigerum	-	1,644.44	2416.0
	Bignonia potosina	-	400.00	588.0
ENREDADERAS	*Paullinia cururu*	-	277.78	408.0
	Philodendron hederaceum	-	33.33	49.0
	Dioscorea convolvulaceae	-	22.22	33.0
			Total	**24,640**

IV.1.4 Fauna

IV.1.4.1.1 Fauna potencial en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

El estado de Campeche reporta un total de 4 379 especies registradas hasta el momento, de las que resaltan mamíferos acuáticos con 15, mamíferos terrestres 110, aves 489 especies, anfibios y reptiles 131 especies. Se debe tener presente que Campeche está conformado por un mosaico diverso en el que se combina una enorme diversidad biológica con una milenaria cultura como la maya, que ha promovido el uso en diversas escalas de esa biodiversidad con la que comparte íntimamente su identidad e historia. La proliferación de las haciendas henequeneras, de la explotación del palo de tinte, del chicle, la explotación de la sal, las maderas preciosas y la presencia de árboles frutales únicos en esta región de México, configuraron un contexto peculiar que además sirve de cobijo a cinco de las seis especies de felinos reportadas para el país, en especial de jaguar, cuya población es la más grande de México.

A continuación, se muestran los listados de especies de fauna silvestre que se distribuyen en el estado de Campeche:

IV.1.4.1.1.1 Mastofauna

En Campeche se han registrado 125 especies de mamíferos, lo que representa el 22% de todas las especies de México. Estas especies están representadas en 13 órdenes, 34 familias y 92 géneros. Las especies terrestres se agrupan en 11 órdenes con 30 familias y 80 géneros, de los cuales los más diversos corresponden a los murciélagos con 55 especies, seguido de los roedores (19) y carnívoros (18), mientras que los menos diversos son Cingulata, Soricomorpha y Peryssodactyla con una especie cada uno. Por otro lado, se han registrado 14 especies acuáticas o marinas, entre manatís y cetáceos. Se ha documentado la extinción de Monachus tropicalis (Carnívora: Phocidae) o foca monje del Caribe, que fue abundante en el Golfo de México en las costas del estado (Allen, 1887; Wilson y Reeder, 2005).

Para Campeche sólo existe una subespecie endémica al estado (*Reithrodontomys gracilis insularis*), roedor restringido a la isla de Carmen. Sin embargo, para México existe una especie endémica, el ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*). Existen 21 especies de mamíferos endémicos a Mesoamérica, como la musaraña maya (Cryptotis mayensis), el mono aullador (*Alouatta pigra*), el ratón spinoso (*Heteromys gaumeri*) y el venado temazate (*Mazama pandora*). Por el lado acuático, el estado se localiza en la zona cuatro o Golfo de México (De la Lanza, 1991; Torres et al., 1995; semarnat, 2003), donde dos de las especies de mamíferos acuáticos son de afinidad del Atlántico y Caribe: el delfín moteado del Atlántico (*Stenella*

frontalis) y el manatí (*Trichechus manatus*; Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Torres et al., 1995).

Cuadro 9. Mamíferos de potencial distribución en el Estado de Campeche, México.

	Distribucion		Estado de Conservacion		
	Ins/Cont	Continente	NOM-059	CITES	UICN
ORDEN DIDELPHIMORPHIA					
FAMILIA DIDELPHIDAE					
SUBFAMILIA DIDELPHINAE					
Didelphis marsupialis Linnaeus, 1758	C	SA			LC
Didelphis virginiana Kerr, 1792	C	NA			LC
Marmosa mexicana Merriam, 1897	C	MA			LC
Philander opossum (Linnaeus, 1758)	C	SA			LC
Tlacuatzin canescens (J. A. Allen, 1893)	IC	MX			LC
SUBFAMILIA CALUROMYINAE					
Caluromys derbianus (Waterhouse, 1841)	C	SA	A		LC
ORDEN SIRENIA					
FAMILIA TRICHECHIDAE					
Trichechus manatus Linnaeus, 1758	M	AM	P	I	VU
ORDEN CINGULATA					
FAMILIA DASYPODIDAE					
SUBFAMILIA DASYPODINAE					
Dasypus novemcinctus Linnaeus, 1758	IC	AM			LC

	Distribucion		Estado de Conservacion		
ORDEN PILOSA					
FAMILIA CYCLOPEDIDAE					
Cyclopes didactylus (Linnaeus, 1758)	C	SA	P		LC
FAMILIA MYRMECOPHAGIDAE					
Tamandua mexicana (Saussure, 1860)	C	SA	P	III	LC
ORDEN PRIMATES					
FAMILIA ATELIDAE					
SUBFAMILIA MYCETINAE					
Alouatta palliata (Gray, 1849)	C	SA	P	I	LC
Alouatta pigra Lawrence, 1933	C	MA	P	I	EN
SUBFAMILIA ATELINAE					
Ateles geoffroyi Kuhl, 1820	C	SA	P	II	EN
ORDEN LAGOMORPHA					
FAMILIA LEPORIDAE					
SUBFAMILIA LEPORINAE					
Sylvilagus floridanus (J. A. Allen, 1890)	C	NA			LC
ORDEN RODENTIA					
FAMILIA SCIURIDAE					
SUBFAMILIA SCIURINAE					
Sciurus aureogaster F. Cuvier, 1829	C	MA			LC
Sciurus deppei Peters, 1863	C	MA		III	LC

	Distribucion		Estado de Conservacion		
Sciurus yucatanensis J. A. Allen, 1877	C	MA			LC
FAMILIA HETEROMYIDAE					
SUBFAMILIA HETEROMYINAE					
Heteromys desmarestianus Gray, 1868	C	SA			LC
Heteromys gaumeri J. A. Allen & Chapman, 1897	C	MA			LC
FAMILIA MURIDAE					
SUBFAMILIA NEOTOMINAE					
Oligoryzomys fulvescens (Saussure, 1860)	C	SA			LC
Oryzomys couesi (Alston, 1877)	IC	AM			LC
Oryzomys melanotis Thomas, 1893	C	MX			LC
Oryzomys rostratus Merriam, 1901	C	MA			LC
Otonyctomys hatti Anthony, 1932	C	MA	A		LC
Ototylomys phyllotis Merriam, 1901	C	MA			LC
Peromyscus leucopus (Rafinesque, 1818)	IC	NA	*		LC
Peromyscus yucatanicus J. A. Allen & Chapman, 1897	C	MX			LC
Reithrodontomys gracilis J. A. Allen & Chapman, 1897	IC	MA	*		LC
Sigmodon toltecus (Saussure, 1860)	C	MA			LC
FAMILIA GEOMYIDAE					
Orthogeomys hispidus (Le Conte, 1852)	C	MA			LC
FAMILIA ERETHIZONTIDAE					
SUBFAMILIA ERETHIZONTINAE					
Sphiggurus mexicanus (Kerr, 1792)	C	MA	A	III	LC

	Distribucion		Estado de Conservacion		
FAMILIA DASYPROCTIDAE					
Dasyprocta punctata Gray, 1842	IC	SA		III	LC
FAMILIA CUNICULIDAE					
Cuniculus paca (Linnaeus, 1776)	IC	SA		III	LC
ORDEN SORICOMORPHA					
FAMILIA SORICIDAE					
SUBFAMILIA SORICINAE					
Cryptotis mayensis (Merriam, 1901)	C	MA	Pr		LC
ORDEN CARNIVORA					
FAMILIA FELIDAE					
SUBFAMILIA FELINAE					
Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758)	C	AM	P	I	LC
Leopardus wiedii (Schinz, 1821)	C	SA	P	I	NT
Puma concolor (Linnaeus, 1771)	C	AM		II	LC
Puma yagouaroundi (Lacépède, 1809)	C	AM	A	I	LC
SUBFAMILIA PANTHERINAE					
Panthera onca (Linnaeus, 1758)	C	AM	P	I	NT
FAMILIA CANIDAE					
Canis latrans Say, 1823	IC	AM			LC
Urocyon cinereoargenteus (Schreber, 1775)	IC	AM			LC
FAMILIA MUSTELIDAE					
SUBFAMILIA LUTRINAE					
Lontra longicaudis (Olfers, 1818)	C	SA	A	I	DD

	Distribucion		Estado de Conservacion		
SUBFAMILIA MUSTELINAE					
Eira barbara (Linnaeus, 1758)	C	SA	P	III	LC
Galictis vittata (Schreber, 1776)	C	SA	A	III	LC
Mustela frenata Lichtenstein, 1831	C	AM			LC
FAMILIA MEPHITINAE					
Conepatus semistriatus (Boddaert, 1785)	C	SA	*		LC
Spilogale angustifrons Howell, 1902	C	MA			LC
FAMILIA PROCYONIDAE					
SUBFAMILIA POTOSINAE					
Potos flavus (Schreber, 1774)	C	SA	Pr	III	LC
SUBFAMILIA PROCYONINAE					
Bassariscus sumichrasti (Saussure, 1860)	C	MA	Pr	III	LC
Nasua narica (Linnaeus, 1776)	C	AM		III	LC
Procyon lotor (Linnaeus, 1758)	C	AM	*		LC
ORDEN PERISSODACTYLA					
FAMILIA TAPIRIDAE					
Tapirus bairdii (Gill, 1865)	C	SA	P	I	EN
ORDEN ARTIODACTYLA					
FAMILIA TAYASSUIDAE					
Pecari tajacu (Linnaeus, 1758)	IC	SA		II	LC
Tayassu pecari (Link, 1795)	C	AM	P	II	VU
FAMILIA CERVIDAE					

	Distribucion		Estado de Conservacion		
SUBFAMILIA ODOCOILEINAE					
Mazama americana (Erxleben, 1777)	C	SA			DD
Mazama pandora Merriam, 1901	C	MA			VU
Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780)	IC	AM		III	LC
ORDEN CETACEA					
FAMILIA BALAENOPTERIDAE					
Balaenoptera borealis Lesson, 1828	M	AM	Pr	I	EN
SUBORDEN ODONTOCETI					
FAMILIA PHYSETERIDAE					
Kogia breviceps (De Blainville, 1838)	M	AM	Pr	II	DD
Kogia sima (Owen, 1866)	M	AM	Pr	II	DD
Physeter macrocephalus Linnaeus, 1758	M	AM	Pr	I	VU
FAMILIA ZIPHIIDAE					
Mesoplodon europaeus (Gervais, 1855)	M	NA	Pr	II	DD
FAMILIA DELPHINIDAE					
Delphinus delphis Linnaeus, 1758	M	AM	Pr	II	LC
Globicephala macrorhynchus Gray, 1846	M	AM	Pr	II	DD
Pseudorca crassidens (Owen, 1846)	M	AM	Pr	II	DD
Stenella attenuata (Gray, 1846)	M	AM	Pr	II	LC
Stenella frontalis (G. Cuvier, 1829)	M	AM	Pr	II	DD
Stenella longirostris (Gray, 1828)	M	AM	Pr	II	DD
Steno bredanensis (G. Cuvier in Lesson, 1828)	M	AM	Pr	II	LC

	Distribucion		Estado de Conservacion		
Tursiops truncatus (Montagu, 1821)	M	AM	Pr	II	LC
ORDEN CHIROPTERA					
FAMILIA EMBALLONURIDAE					
SUBFAMILIA EMBALLONURINAE					
Peropteryx kappleri Peters, 1867	C	SA	Pr		LC
Peropteryx macrotis (Wagner, 1843)	C	SA			LC
Rhynchonycteris naso (Wied-Neuwied, 1820)	C	SA	Pr		LC
Saccopteryx bilineata (Temminck, 1838)	C	SA			LC
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE					
SUBFAMILIA MICRONYCTERINAE					
Glyphonycteris sylvestris Thomas, 1896	C	SA			LC
Lampronycteris brachyotis (Dobson, 1879)	C	SA	A		LC
Micronycteris microtis Miller, 1898	IC	SA			LC
Micronycteris schmidtorum Sanborn, 1935	C	SA	A		LC
SUBFAMILIA DESMODONTINAE					
Desmodus rotundus (È. Geoffroy St.–Hilaire, 1810)	C	SA			LC
Diphylla ecaudata Spix, 1823	C	AM			LC
SUBFAMILIA VAMPYRINAE					
Chrotopterus auritus (Peters, 1856)	C	SA	A		LC
Trachops cirrhosus (Spix, 1823)	C	SA	A		LC
Vampyrum spectrum (Linnaeus, 1758)	C	SA	P		NT
SUBFAMILIA PHYLLOSTOMINAE					

	Distribucion		Estado de Conservacion		
TRIBU PHYLLOSTOMINI					
Lophostoma brasiliense Peters, 1866	C	SA	A		LC
Lophostoma evotis (Davis & Carter, 1978)	C	MA	A		LC
Mimon cozumelae Goldman, 1914	C	SA	A		LC
Mimon crenulatum (È. Geoffroy St.–Hilaire, 1810)	C	SA	A		LC
TRIBU GLOSSOPHAGINI					
Glossophaga soricina (Pallas, 1766)	C	SA			LC
TRIBU STENODERMATINI					
Artibeus jamaicensis Leach, 1821	IC	SA			LC
Artibeus lituratus (Olfers, 1818)	IC	SA			LC
Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758)	C	SA			LC
Carollia sowelli Baker *et al*., 2002	C	MA			LC
Centurio senex Gray, 1842	C	SA			LC
Chiroderma salvini Dobson, 1878	C	SA			LC
Chiroderma villosum Peters, 1860	C	SA			LC
Dermanura phaeotis (Miller, 1902)	IC	SA			LC
Dermanura watsoni (Thomas, 1901)	C	SA	Pr		LC
Platyrrhinus helleri (Peters, 1866)	C	SA			LC
Sturnira lilium (È. Geoffroy St.–Hilaire, 1810)	C	SA			LC
Uroderma bilobatum Peters, 1866	C	SA			LC
Vampyressa thyone Thomas, 1909	C	SA			LC
FAMILIA MORMOOPIDAE					
Mormoops megalophylla (Peters, 1864)	IC	AM			LC

	Distribucion		Estado de Conservacion		
Pteronotus davyi Gray, 1838	IC	SA			LC
Pteronotus gymnonotus (Wagner, 1843)	C	SA	A		LC
Pteronotus parnellii (Gray, 1843)	IC	SA			LC
Pteronotus personatus (Wagner, 1843)	IC	SA			LC
FAMILIA NOCTILIONIDAE					
Noctilio leporinus (Linnaeus, 1758)	C	SA			LC
FAMILIA NATALIDAE					
Natalus mexicanus Miller, 1902	C	MA			LC
FAMILIA MOLOSSIDAE					
SUBFAMILIA MOLOSSINAE					
Cynomops mexicanus (Jones & Genoways, 1967)	C	MX	Pr		LC
Eumops nanus (Miller, 1900)	IC	SA	Pr		
Eumops glaucinus (Wagner, 1843)	C	SA	P		LC
Eumops underwoodi Goodwin, 1940	C	NA			LC
Molossus molossus (Pallas, 1766)	C	SA			LC
Molossus rufus E. Geoffroy, 1805	C	SA			LC
Molossus sinaloae J. A. Allen, 1906	C	SA			LC
Nyctinomops laticaudatus (È. Geoffroy St.–Hilaire, 1805)	C	SA			LC
FAMILIA VESPERTILIONIDAE					
SUBFAMILIA MYOTINAE					
Myotis elegans Hall, 1962	C	MA			LC
Myotis keaysi J. A. Allen, 1914	C	SA			LC
Myotis nigricans (Schinz, 1821)	C	SA			LC

	Distribucion		Estado de Conservacion		
SUBFAMILIA VESPERTILIONINAE					
Eptesicus furinalis (d'Orbigny & Gervais, 1847)	C	SA			LC
Lasiurus blossevillii (Lesson & Garnot, 1826)	IC	NA			LC
Lasiurus ega (Gervais, 1856)	C	AM			LC
Lasiurus intermedius H. Allen, 1862	C	NA			LC
Rhogeessa tumida H. Allen, 1866	C	MA			LC
FAMILIA ANTROZOIDAE					
Bauerus dubiaquercus (Van Gelder, 1959)	IC	MA			NT

*Se incluye su tipo de distribución: C= contiental, I, en islas, su distribución en el contiente , Mx, endemica de México, SA, presente en Sudamérica, MA, de Mesoamérica, Am de toda america, y su estado de conservación a nivel nacional (NOM-059: amenazada [A], sujeta a protección especial [Pr], en peligro de extinción [P]) e internacionales (CITES: Apéndices I y II; IUCN: En peligro crítico [CR], en peligro [EN], vulnerable [VU], casi amenazada [NT], riesgo menor [LC], datos deficientes [DD]). Fuente: Vargas *et a*l., 2014

IV.1.4.1.2 Herpetofauna

En Campeche existen 21 de las 22 especies que habitan en la parte mexicana de la península de Yueatán (Lee,1996), lo que corresponde al 5.8% del total nacional. Estas se encuentran representadas en dos órdenes, ocho familias y 16 géneros. La familia Hylidae conformada por ranas arborícolas es la más diversa (siete géneros y nueve especies). únicamente *Triprion petasatus* y *Bolitoglossa yucatan* como especies endémicas de la península de Yucatán.

De acuerdo con los datos más recientes (Lee, 1996; Calderón-Mandujano et al, 2001; Cedeño-Vázquez et al, 2001; Calderón et al, 2003) en Campeche habitan 21 familias, 66 géneros y 99 especies, Lo cual constituye 71.42% de las 140 reportadas para la península de Yucatán (Lee, 1996). Esto representa cerca del 12.4% Lo cual constituye 71.42% de las 140 reportadas para la península de Yucatán (Lee, 1996). Esto representa cerca del 12.4% de la riqueza nacional y 1.2% de la riqueza mundial (Flores-Villela y Canseeo-Márquez, 2004). Por grupo, se encuentra una especie de cocodrilo, 16 tortugas, 34 lagartijas y 48 serpientes. Cerea de un 20% (18 especies) son endémicas de la península de Yucatán.

Cuadro 10. Herpetofauna de potencial presencia en el estado de Campeche.

Taxa	Distribución	IUCN	Nom-059
Anura			
Bufonidae			
Incilius valliceps	NE	LC	NS
Rhinella horribilis	NE	NE	NS
Craugastoridae			
Craugastor loki	NE	LC	NS
Eleutherodactylidae			
*Eleutherodactylus planirostris***	NN	—	—
Hylidae			
Dendropsophus ebraccatus	NE	LC	NS
Dendropsophus microcephalus	NE	LC	NS
Scinax staufferi	NE	LC	NS
Smilisca baudinii	NE	LC	NS
Tlalocohyla loquax	NE	LC	NS
Tlalocohyla picta	NE	LC	NS
Trachycephalus typhonius	NE	LC	NS
Triprion petasatus	NE	LC	Pr
Leptodactylidae			
Engystomops pustulosus	NE	LC	NS
Leptodactylus fragilis	NE	LC	NS
Leptodactylus melanonotus	NE	LC	NS
Microhylidae			
Gastrophyrne elegans	NE	LC	Pr
Hypopachus variolosus	NE	LC	NS
Phyllomedusidae			
Agalychnis callidryas	NE	LC	NS
Ranidae			
Lithobates brownorum	NE	NE	Pr
Lithobates vaillanti	NE	LC	NS
Rhinophrynidae			
Rhinophrynus dorsalis	NE	LC	NS
Caudata			
Plethodontidae			
Bolitoglossa mexicana	NE	LC	Pr
Bolitoglossa rufescens	NE	LC	Pr
Bolitoglossa yucatana	NE	LC	Pr
Crocodylia			
Crocodylus acutus	NE	VU	Pr
Crocodylus moreletii	NE	LC	Pr
Corytophanidae			
Basiliscus vittatus	NE	LC	NS
Corytophanes cristatus	NE	LC	Pr
Corytophanes hernandezii	NE	LC	Pr
Laemanctus longipes	NE	LC	Pr
Laemanctus serratus	NE	LC	Pr
Dactyloidae			
Anolis allisoni	NE	NE	NS
Norops beckeri	NE	NE	Pr
Norops biporcatus	NE	NE	Pr
Norops lemurinus	NE	NE	NS
Norops rodriguezii	NE	NE	NS

Taxa	Distribución	IUCN	Nom-059
*Norops sagrei****	NE	—	—
Norops tropidonotus	NE	NE	NS
Norops ustus	NE	NE	NS
Eublepharidae			
Coleonyx elegans	NE	LC	A
Gekkonidae			
*Hemidactylus frenatus****	NN	—	—
*Hemidactylus turcicus****	NN	—	—
Iguanidae			
Ctenosaura alfredschmidti	NE	NT	NS
*Ctenosaura defensor***	RE	VU	P
Ctenosaura similis	NE	LC	A
Iguana iguana	NE	NE	Pr
Mabuyidae			
Marisora brachypoda	NE	LC	NS
Phrynosomatidae			
Sceloporus chrysostictus	NE	LC	NS
*Sceloporus cozumelae***	RE	LC	Pr
Sceloporus lundelli	NE	LC	NS
Sceloporus serrifer	NE	LC	NS
Sceloporus teapensis	NE	LC	NS
Phyllodactylidae			
Phyllodactylus tuberculosus	NE	LC	NS
Thecadactylus rapicauda	NE	NE	Pr
Scincidae			

Taxa	Distribución	IUCN	Nom-059
Mesoscincus schwartzei	NE	LC	NS
Plestiodon sumichrasti	NE	LC	NS
Sphaerodactylidae			
Sphaerodactylus glaucus	NE	LC	Pr
Sphenomorphidae			
Scincella cherriei	NE	NE	NS
Teiidae			
Aspidoscelis angusticeps	NE	LC	NS
*Aspidoscelis cozumela***	RE	LC	NS
Aspidoscelis deppii	NE	LC	NS
Aspidoscelis maslini	NE	LC	NS
*Holcosus gaigeae***	RE	NE	NS
Holcosus hartwegi	NE	NE	NS
*Holcosus stuarti**	CE	NE	NS
Boidae			
Boa imperator	NE	NE	NS
Colubridae			
Drymarchon melanurus	NE	LC	NS
Drymobius margaritiferus	NE	NE	NS
Ficimia publia	NE	LC	NS
Lampropeltis abnorma	NE	NE	NS
Leptophis ahaetulla	NE	NE	A
Leptophis mexicanus	NE	LC	A
Masticophis mentovarius	NE	LC	A
Mastigodryas melanolomus	NE	LC	NS

Taxa	Distribución	IUCN	Nom-059
Oxybelis aeneus	NE	NE	NS
Oxybelis fulgidus	NE	NE	NS
Phrynonax poecilonotus	NE	LC	NS
Pseudelaphe flavirufa	NE	LC	NS
*Pseudelaphe phaescens***	RE	NE	Pr
Senticolis triaspis	NE	LC	NS
Spilotes pullatus	NE	NE	NS
Stenorrhina freminvillii	NE	LC	NS
Symphimus mayae	NE	LC	Pr
Tantillita canula	NE	LC	NS
Tantillita lintoni	NE	LC	Pr
Dipsadidae			
Coniophanes bipunctatus	NE	LC	NS
Coniophanes imperialis	NE	LC	NS
*Coniophanes meridanus***	RE	LC	NS
Coniophanes quinquevittatus	NE	LC	NS
Coniophanes schmidti	NE	LC	NS
Conophis lineatus	NE	LC	NS
Dipsas brevifacies	NE	LC	Pr
Imantodes cenchoa	NE	NE	Pr
Imantodes gemmistratus	NE	NE	Pr
Imantodes tenuissimus	NE	LC	Pr
Leptodeira frenata	NE	LC	NS
Leptodeira septentrionalis	NE	NE	NS
Ninia diademata	NE	LC	NS
Ninia sebae	NE	LC	NS
Pliocercus elapoides	NE	LC	NS
Sibon nebulatus	NE	NE	NS
Sibon sanniolus	NE	LC	NS
Tretanorhinus nigroluteus	NE	LC	NS
Tropidodipsas fasciata	NE	NE	NS
Tropidodipsas sartorii	NE	LC	Pr
Xenodon rabdocephalus	NE	NE	NS
Elapidae			
Micrurus diastema	NE	LC	Pr
Natricidae			
Nerodia rhombifera			
Thamnophis marcianus	NE	LC	A
Thamnophis proximus	NE	LC	A
Typhlopidae			
Amerotyphlops microstomus	NE	NE	NS
*Indotyphlops braminus****	NN	—	—
Viperidae			
Agkistrodon russeolus	NE	NE	NS
Bothrops asper	NE	NE	NS
Crotalus tzabcan	NE	LC	NS
*Porthidium yucatanicum***	RE	LC	Pr
Cheloniidae			
Caretta caretta	NE	VU	P
Chelonia mydas	NE	EN	P
Eretmochelys imbricata	NE	CR	P

Taxa	Distribución	IUCN	Nom-059
Lepidochelys kempii	NE	CR	P
Chelydridae			
Chelydra rossignonii	NE	VU	NS
Dermatemydidae			
Dermatemys mawii	NE	CR	P
Dermochelyidae			
Dermochelys coriacea	NE	VU	P
Emydidae			
*Terrapene yucatana***	RE	NE	NS
Trachemys venusta	NE	VU	NS
Geoemydidae			
Rhinoclemmys areolata	NE	NT	A
Kinosternidae			
Kinosternon acuta	NE	NT	Pr
*Kinosternon creaseri***	RE	LC	NS
Kinosternon leucostoma	NE	NE	Pr
Kinosternon scorpioides	NE	NE	Pr
Staurotypidae			
Claudius angustatus	NE	NT	Pr
Staurotypus triporcatus	NE	NT	A

Se incluye su distribución geográfica: RE = Endemica de la península de yucatan; CE = endémica de México; NE no endémica de México; and NN = Especie introducida, NOM-059: amenazada [A], sujeta a protección especial [Pr], en peligro de extinción [P]) e IUCN: En peligro crítico [CR], en peligro [EN], vulnerable [VU], casi amenazada [NT], riesgo menor [LC], datos deficientes [DD]. Las especies endémicas a México (M), Endémicas a Guerrero (E), No endémica (N), Introducida (INT), Incertidumbre de si presencia (?). Fuente: Gonzalez-Sanchez, 2017.

IV.1.4.1.3 Avifauna

De las 1 070 especies de aves reportadas para México (Navarro-Sigüenza y Peterson 2004), 489 (46%) se registran en Campeche, colocándolo al Estado entre las primeras diez entidades del país con mayor riqueza de aves (Salgado et al., 2001). El 61% de las especies son residentes, 22% son visitantes de invierno, 15% son transitorias y 2% son visitantes de verano. Las especies del estado se agrupan en 20 órdenes, 40 familias y 307 géneros. Las familias mejor representadas en cuanto al número de especies son la de los mosqueritos (Tyrannidae con 43), verdines (Parulidae con 37) y gavilanes (Accipitridae) con 31 especies para el ambiente terrestre; mientras que las agachonas (Scolopacidae con 26) y gaviotas (Laridae con 19) lo son para el ambiente acuático. Campeche carece de especies endémicas, sin embargo, a nivel de la región biogeográfica península de Yucatán que incluye los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, además del Petén en Guatemala y Belice; se registran 19 especies. De estas, la matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) y el colibrí tijereta yucateco (*Doricha eliza*) están restringidas al norte del Estado y otras como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el chel (*Cyanocorax yucatanicus*) y el copetón yucateco (*Myiarchus yucatanensis*) se les puede encontrar en Tabasco, Guatemala y Belice. Además, hay tres

especies endémicas de México: mosquero gritón (Tyrannus vociferans), gorrión pálido (*Spizella pallida*) y la yuya (*Icterus cucullatus*; Salgado et al., 2001).

El manglar es el hábitat que alberga la mayor riqueza de especies (207), siendo en contraste el pastizal el hábitat más pobre con 11 especies. Debido a la topografía plana de Campeche, la mayoría de las especies de aves ocurren en más de una de los diferentes tipos de asociación vegetal, habiendo sólo siete especies restringidas a un tipo de hábitat: chipe manglero (*Dendroica petechia erithachorides*) en manglar, colibrí coroniazul (*Amazilia cyanocephala*) en vegetación secundaria, flamingo (*Phoenicopterus ruber*) y pájaro cantil (*Heliornis fulica*) en marismas y aguadas del interior y pájaro bobo azul (*Sula dactylatra*), salteador pomarinus (*Stercorarius pomarinus)* y salteador parásito (*Stercorarius parasiticus*) en ambiente pelágico.

Cuadro 11. Especies de Ornitofauna de potencial presencia en el estado de Campeche

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Tinamus major	Tinamú Mayor	A	LC		R
Crypturellus soui	Tinamú Menor	A	LC		R
Crypturellus cinnamomeus	Tinamú Canelo	Pr	LC		R
Crypturellus boucardi	Tinamú Jamuey	A	LC		R
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas		LC		R
Dendrocygna bicolor	Pijije Canelo		LC		R
Anser albifrons	Ganso Careto Mayor		LC		MI
Cairina moschata	Pato Real	P	LC		R
Aix sponsa	Pato Arcoíris		LC		MI
Spatula discors	Cerceta Alas Azules		LC		MI
Spatula cyanoptera	Cerceta Canela		LC		MI,R
Spatula clypeata	Pato Cucharón Norteño		LC		MI
Mareca strepera	Pato Friso		LC		MI
Mareca americana	Pato Chalcuán		LC		MI
Anas acuta	Pato Golondrino		LC		MI
Anas crecca	Cerceta Alas Verdes		LC		MI
Aythya valisineria	Pato Coacoxtle		LC		MI

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Aythya americana	Pato Cabeza Roja		LC		MI,R
Aythya collaris	Pato Pico Anillado		LC		MI
Aythya affinis	Pato Boludo Menor		LC		MI
Lophodytes cucullatus	Mergo Cresta Blanca		LC		MI
Nomonyx dominicus	Pato Enmascarado	A	LC		R
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental		LC		R
Penelope purpurascens	Pava Cojolita	A	NT		R
Crax rubra	Hocofaisán	A	VU		R
Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca		LC	CE	R
Dactylortyx thoracicus	Codorniz Silbadora	Pr	LC		R
Odontophorus guttatus	Codorniz Bolonchaco	Pr	LC		R
Meleagris ocellata	Guajolote Ocelado	A	NT	CE	R
Phoenicopterus ruber	Flamenco Americano	A	LC		R
Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	Pr	LC		R
Podilymbus podiceps	Zambullidor Pico Grueso		LC		R,MI
Columba livia	Paloma Común		LC	Exo	R
Patagioenas cayennensis	Paloma Colorada		LC		R
Patagioenas speciosa	Paloma Escamosa	Pr	LC		R
Patagioenas flavirostris	Paloma Morada		LC		R
Patagioenas nigrirostris	Paloma Triste	Pr	LC		R
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo		LC		R
Columbina minuta	Tortolita Pecho Liso		LC		R
Columbina talpacoti	Tortolita Canela		LC		R
Claravis pretiosa	Tórtola Azul		LC		R
Geotrygon montana	Paloma Canela		LC		R
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Leptotila jamaicensis	Paloma Caribeña		LC	CE	R
Leptotila plumbeiceps	Paloma Cabeza Gris		LC		R
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas		LC		R,MI
Zenaida aurita	Huilota Caribeña	Pr	LC		R
Zenaida macroura	Huilota Común		LC		R,MI
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy		LC		R
Tapera naevia	Cuclillo Rayado		LC		R
Dromococcyx phasianellus	Cuclillo Faisán		LC		R
Geococcyx velox	Correcaminos Tropical		LC		R
Piaya cayana	Cuclillo Canelo		LC		R
Coccyzus americanus	Cuclillo Pico Amarillo		LC		MV,T
Coccyzus minor	Cuclillo Manglero		LC		R
Coccyzus erythropthalmus	Cuclillo Pico Negro		LC		T
Chordeiles acutipennis	Chotacabras Menor		LC		MV,MI,R
Chordeiles minor	Chotacabras Zumbón		LC		MV,T
Nyctidromus albicollis	Chotacabras Pauraque		LC		R
Nyctiphrynus yucatanicus	Tapacaminos Huil		LC	CE	R
Antrostomus badius	Tapacaminos Yucateco		LC	SE	R
Hydropsalis maculicaudus	Tapacaminos Sabanero		LC		R
Nyctibius jamaicensis	Pájaro Estaca Norteño		LC		R
Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea		VU		T
Chaetura vauxi	Vencejo de Vaux		LC		R,T
Panyptila cayennensis	Vencejo Tijereta Menor	Pr	LC		R
Phaethornis longirostris	Colibrí Ermitaño Mesoamericano		LC		R
Phaethornis striigularis	Colibrí Ermitaño Enano	Pr	LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Anthracothorax prevostii	Colibrí Garganta Negra		LC		R,MV,MI
Doricha eliza	Colibrí Tijereta Mexicano	P	NT	EN	R
Archilochus colubris	Colibrí Garganta Rubí		LC		MI,T
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental		LC		R
Pampa curvipennis	Fandanguero Mexicano		LC		R
Saucerottia cyanocephala	Colibrí Corona Azul		LC		R
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo		LC	CE	R
Amazilia tzacatl	Colibrí Cola Canela		LC		R
Chlorestes candida	Colibrí Cándido		LC		R,MI
Pardirallus maculatus	Rascón Pinto		LC		R
Amaurolimnas concolor	Rascón Canelo	A	LC		R
Aramides axillaris	Rascón Cuello Canela	A	LC		R
Aramides albiventris	Rascón Nuca Canela		LC		R
Porzana carolina	Polluela Sora		LC		MI,R
Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja		LC		R,MI
Fulica americana	Gallareta Americana		LC		R,MI
Porphyrio martinicus	Gallineta Morada		LC		R,MI
Hapalocrex flaviventer	Polluela Pecho Amarillo	Pr	LC		R
Laterallus ruber	Polluela Canela		LC		R
Heliornis fulica	Pájaro Cantil	Pr	LC		R
Aramus guarauna	Carrao	A	LC		R
Burhinus bistriatus	Alcaraván Americano		LC		R
Himantopus mexicanus	Monjita Americana		LC		R,MI
Recurvirostra americana	Avoceta Americana		LC		MI,R
Haematopus palliatus	Ostrero Americano		LC		R,MI
Pluvialis squatarola	Chorlo Gris		LC		MI

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Pluvialis dominica	Chorlo Dorado Americano		LC		MI
Charadrius vociferus	Chorlo Tildío		LC		R,MI
Charadrius semipalmatus	Chorlo Semipalmeado		LC		MI
Charadrius wilsonia	Chorlo Pico Grueso		LC		R,MI
Charadrius collaris	Chorlo de Collar		LC		R
Charadrius nivosus	Chorlo Nevado	A	NT		MI,MV,R
Jacana spinosa	Jacana Norteña		LC		R
Bartramia longicauda	Zarapito Ganga		LC		T
Numenius phaeopus	Zarapito Trinador		LC		MI
Numenius americanus	Zarapito Pico Largo		LC		MI
Limosa fedoa	Picopando Canelo	A	LC		MI
Arenaria interpres	Vuelvepiedras Rojizo		LC		MI
Calidris canutus	Playero Rojo		NT		MI
Calidris himantopus	Playero Zancón		LC		MI,T
Calidris alba	Playero Blanco		LC		MI
Calidris bairdii	Playero de Baird		LC		T
Calidris minutilla	Playero Diminuto		LC		MI
Calidris fuscicollis	Playero Rabadilla Blanca		LC		T
Calidris subruficollis	Playero Ocre		NT		T
Calidris melanotos	Playero Pectoral		LC		T,MI
Calidris pusilla	Playero Semipalmeado		NT		T,MI
Limnodromus griseus	Costurero Pico Corto		LC		MI
Limnodromus scolopaceus	Costurero Pico Largo		LC		MI
Gallinago delicata	Agachona Norteamericana		LC		MI

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Actitis macularius	Playero Alzacolita		LC		MI
Tringa solitaria	Playero Solitario		LC		MI
Tringa flavipes	Patamarilla Menor		LC		MI
Tringa semipalmata	Playero Pihuiuí		LC		MI
Tringa melanoleuca	Patamarilla Mayor		LC		MI
Phalaropus tricolor	Falaropo Pico Largo		LC		T,MI
Stercorarius pomarinus	Salteador Robusto		LC		T,MI,O
Stercorarius parasiticus	Salteador Parásito		LC		T,O
Leucophaeus atricilla	Gaviota Reidora		LC		MI,R
Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin		LC		T
Larus delawarensis	Gaviota Pico Anillado		LC		MI
Larus argentatus	Gaviota Plateada		LC		MI
Sternula antillarum	Charrán Mínimo	Pr	LC		R,MV
Gelochelidon nilotica	Charrán Pico Grueso		LC		R,MI
Hydroprogne caspia	Charrán del Caspio		LC		MI,R
Chlidonias niger	Charrán Negro		LC		T,MI
Sterna hirundo	Charrán Común		LC		MI,T
Sterna forsteri	Charrán de Forster		LC		MI,R
Thalasseus maximus	Charrán Real		LC		MI,R
Thalasseus sandvicensis	Charrán de Sandwich		LC		MI,R
Rynchops niger	Rayador Americano		LC		MI,R
Jabiru mycteria	Cigüeña Jabirú	P	LC		R
Mycteria americana	Cigüeña Americana	Pr	LC		MI,R
Fregata magnificens	Fragata Tijereta		LC		R
Sula dactylatra	Bobo Enmascarado		LC		R
Anhinga anhinga	Anhinga Americana		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Nannopterum auritum	Cormorán Orejón		LC		MI,R
Nannopterum brasilianum	Cormorán Neotropical		LC		R
Pelecanus erythrorhynchos	Pelícano Blanco Americano		LC		MI
Pelecanus occidentalis	Pelícano Café		LC		R,MI
Botaurus pinnatus	Avetoro Neotropical	A	LC		R
Botaurus lentiginosus	Avetoro Norteño	A	LC		MI,R
Ixobrychus exilis	Avetoro Menor	Pr	LC		MI,R
Tigrisoma mexicanum	Garza Tigre Mexicana	Pr	LC		R
Ardea herodias	Garza Morena		LC		MI,R
Ardea alba	Garza Blanca		LC		MI,R
Egretta thula	Garza Dedos Dorados		LC		MI,R
Egretta caerulea	Garza Azul		LC		MI,R
Egretta tricolor	Garza Tricolor		LC		MI,R
Egretta rufescens	Garza Rojiza	P	NT		MI,R
Bubulcus ibis	Garza Ganadera		LC	Exo	R,MI
Butorides virescens	Garcita Verde		LC		R,MI
Agamia agami	Garza Agami	Pr	VU		R
Nycticorax nycticorax	Garza Nocturna Corona Negra		LC		R,MI
Nyctanassa violacea	Garza Nocturna Corona Clara		LC		R,MI
Cochlearius cochlearius	Garza Cucharón		LC		R
Eudocimus albus	Ibis Blanco		LC		R,MI
Plegadis falcinellus	Ibis Cara Oscura		LC		MI,R
Plegadis chihi	Ibis Ojos Rojos		LC		MI,R
Platalea ajaja	Espátula Rosada		LC		MI,R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Sarcoramphus papa	Zopilote Rey	P	LC		R
Coragyps atratus	Zopilote Común		LC		R
Cathartes aura	Zopilote Aura		LC		R
Cathartes burrovianus	Zopilote Sabanero	Pr	LC		R
Pandion haliaetus	Águila Pescadora		LC		MI,R
Elanus leucurus	Milano Cola Blanca		LC		R
Chondrohierax uncinatus	Gavilán Pico de Gancho	Pr	LC		MI,R
Leptodon cayanensis	Gavilán Cabeza Gris	Pr	LC		R
Elanoides forficatus	Milano Tijereta	Pr	LC		T,MV
Spizaetus tyrannus	Águila Tirana	P	LC		R
Spizaetus melanoleucus	Águila Albinegra	P	LC		R
Spizaetus ornatus	Águila Elegante	P	NT		R
Harpagus bidentatus	Gavilán Bidentado	Pr	LC		R
Circus hudsonius	Gavilán Rastrero		LC		MI,R
Accipiter striatus	Gavilán Pecho Canela	Pr	LC		MI,R
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	LC		MI,R
Accipiter bicolor	Gavilán Bicolor	A	LC		R
Ictinia mississippiensis	Milano de Mississippi	Pr	LC		T
Ictinia plumbea	Milano Plomizo	Pr	LC		MV
Busarellus nigricollis	Aguililla Canela	Pr	LC		R
Geranospiza caerulescens	Gavilán Zancón	A	LC		R
Rostrhamus sociabilis	Gavilán Caracolero	Pr	LC		R
Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	Pr	LC		R,MV
Buteogallus urubitinga	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC		R
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera		LC		R
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla Cola Blanca	Pr	LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Pseudastur albicollis	Aguililla Blanca	Pr	LC		R
Buteo plagiatus	Aguililla Gris		LC		R
Buteo brachyurus	Aguililla Cola Corta		LC		R
Buteo albonotatus	Aguililla Aura	Pr	LC		MI,MV,R
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja		LC		R,MI
Tyto alba	Lechuza de Campanario		LC		R
Megascops guatemalae	Tecolote Sapo		LC		R
Bubo virginianus	Búho Cornudo		LC		R
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño		LC		R
Athene cunicularia	Tecolote Llanero		LC		R,MI
Ciccaba virgata	Búho Café		LC		R
Ciccaba nigrolineata	Búho Barrado Albinegro	A	LC		R
Asio clamator	Búho Cara Blanca	A	LC		R
Trogon massena	Coa Cola Oscura	A	LC		R
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra		LC		R
Trogon caligatus	Coa Violácea Norteña		LC		R
Trogon collaris	Coa de Collar	Pr	LC		R
Hylomanes momotula	Momoto Enano	A	LC		R
Momotus lessonii	Momoto Corona Negra		LC		R
Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules		LC		R
Megaceryle torquata	Martín Pescador de Collar		LC		R
Megaceryle alcyon	Martín Pescador Norteño		LC		MI
Chloroceryle amazona	Martín Pescador Amazónico		LC		R
Chloroceryle aenea	Martín Pescador Enano		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Chloroceryle americana	Martín Pescador Verde		LC		R
Notharchus hyperrhynchus	Buco de Collar	A	LC		R
Malacoptila panamensis	Buco Barbón	A	LC		R
Galbula ruficauda	Jacamar Cola Canela	A	LC		R
Aulacorhynchus prasinus	Tucancillo Verde	Pr	LC		R
Pteroglossus torquatus	Tucancillo Collarejo	Pr	LC		R
Ramphastos sulfuratus	Tucán Pico Canoa	A	NT		R
Melanerpes formicivorus	Carpintero Bellotero		LC		R
Melanerpes pucherani	Carpintero Cara Negra		LC		R
Melanerpes pygmaeus	Carpintero Yucateco		LC	CE	R
Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje		LC		R
Sphyrapicus varius	Carpintero Moteado		LC		MI
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano		LC		R
Dryobates fumigatus	Carpintero Café		LC		R
Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo		LC		R
Celeus castaneus	Carpintero Castaño	Pr	LC		R
Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado		LC		R
Campephilus guatemalensis	Carpintero Pico Plateado	Pr	LC		R
Herpetotheres cachinnans	Halcón Guaco		LC		R
Micrastur ruficollis	Halcón Selvático Barrado	Pr	LC		R
Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar	Pr	LC		R
Caracara plancus	Caracara Quebrantahuesos		LC		R
Falco sparverius	Cernícalo Americano		LC		R,MI
Falco columbarius	Halcón Esmerejón		LC		MI

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Falco femoralis	Halcón Fajado	A	LC		R
Falco rufigularis	Halcón Murcielaguero		LC		R
Falco deiroleucus	Halcón Pecho Canela	P	NT		R
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Pr	LC		R,MI
Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Pr	NT		R
Pyrilia haematotis	Loro Cabeza Oscura	P	LC		R
Pionus senilis	Loro Corona Blanca	A	LC		R
Amazona albifrons	Loro Frente Blanca	Pr	LC		R
Amazona xantholora	Loro Yucateco	A	LC	CE	R
Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos	A	LC		R
Amazona farinosa	Loro Corona Azul	P	NT		R
Amazona oratrix	Loro Cabeza Amarilla	P	EN	CE	R
Manacus candei	Saltarín Cuello Blanco	Pr	LC		R
Ceratopipra mentalis	Saltarín Cabeza Roja		LC		R
Cotinga amabilis	Cotinga Azuleja	A	LC		R
Schiffornis veraepacis	Flautín Cabezón Mesoamericano		LC		R
Tityra semifasciata	Titira Puerquito		LC		R
Tityra inquisitor	Titira Pico Negro		LC		R
Pachyramphus cinnamomeus	Cabezón Canelo		LC		R
Pachyramphus major	Cabezón Mexicano		LC		R
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado		LC		R
Onychorhynchus coronatus	Mosquero Real	P	LC		R
Terenotriccus erythrurus	Mosquerito Cola Castaña	Pr	LC		R
Myiobius sulphureipygius	Mosquerito Rabadilla Amarilla		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Platyrinchus cancrominus	Mosquerito Pico Chato	Pr	LC		R
Mionectes oleagineus	Mosquerito Ocre		LC		R
Leptopogon amaurocephalus	Mosquerito Gorra Café		LC		R
Oncostoma cinereigulare	Mosquerito Pico Curvo		LC		R
Poecilotriccus sylvia	Mosquerito Espatulilla Gris		LC		R
Todirostrum cinereum	Mosquerito Espatulilla Común		LC		R
Rhynchocyclus brevirostris	Mosquerito Pico Plano		LC		R
Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito Ojos Blancos		LC		R
Ornithion semiflavum	Mosquerito Enano	Pr	LC		R
Camptostoma imberbe	Mosquerito Chillón		LC		R
Myiopagis viridicata	Mosquerito Chichihi		LC		R
Elaenia flavogaster	Mosquero Elenia Copetón		LC		R
Attila spadiceus	Mosquero Atila		LC		R
Myiarchus yucatanensis	Papamoscas Yucateco		LC	CE	R
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste		LC		R
Myiarchus crinitus	Papamoscas Viajero		LC		MI
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón		LC		R,MV
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo		LC		R
Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso		LC		R
Myiozetetes similis	Luisito Común		LC		R
Myiodynastes maculatus	Papamoscas Rayado Cheje		LC		MV
Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común		LC		MV
Legatus leucophaius	Papamoscas Rayado		LC		MV

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
	Chico				
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí		LC		R
Tyrannus couchii	Tirano Cuír		LC		R
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú		LC	SE	R,MI
Tyrannus tyrannus	Tirano Dorso Negro		LC		T
Tyrannus forficatus	Tirano Tijereta Rosado		LC		MI,T,MV
Tyrannus savana	Tirano Tijereta Gris		LC		R
Contopus cooperi	Papamoscas Boreal		NT		T,MI,MV
Contopus sordidulus	Papamoscas del Oeste		LC		MV,T
Contopus virens	Papamoscas del Este		LC		T
Contopus cinereus	Papamoscas Tropical		LC		R
Empidonax flaviventris	Papamoscas Vientre Amarillo		LC		MI
Empidonax virescens	Papamoscas Verdoso		LC		T
Empidonax albigularis	Papamoscas Garganta Blanca		LC		MI,MV,R
Empidonax minimus	Papamoscas Chico		LC		MI
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito		LC		R,MI
Thamnophilus doliatus	Batará Barrado		LC		R
Thamnistes anabatinus	Batará Canelo	A	LC		R
Dysithamnus mentalis	Hormiguero Sencillo	A	LC		R
Microrhopias quixensis	Hormiguero Alas Punteadas	Pr	LC		R
Cercomacroides tyrannina	Hormiguero Cantor		LC		R
Formicarius moniliger	Hormiguero Cholino Maya		LC		R
Sclerurus guatemalensis	Hojarasquero Oscuro	A	LC		R
Sittasomus griseicapillus	Trepatroncos Cabeza		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
	Gris				
Dendrocincla homochroa	Trepatroncos Canelo		LC		R
Dendrocincla anabatina	Trepatroncos Sepia	Pr	LC		R
Dendrocolaptes sanctithomae	Trepatroncos Barrado	Pr	LC		R
Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos Bigotudo		LC		R
Lepidocolaptes souleyetii	Trepatroncos Corona Rayada		LC		R
Xenops minutus	Picolezna Común	Pr	LC		R
Synallaxis erythrothorax	Hormiguero Pepito		LC		R
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela		LC		R
Vireolanius pulchellus	Vireón Esmeralda	A	LC		R
Tunchiornis ochraceiceps	Vireocillo Corona Canela	Pr	LC		R
Pachysylvia decurtata	Vireocillo Cabeza Gris	Pr	LC		R
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos		LC		MI,R
Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr	LC		R
Vireo flavifrons	Vireo Garganta Amarilla		LC		MI
Vireo philadelphicus	Vireo de Filadelfia		LC		MI
Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos		LC		T
Vireo flavoviridis	Vireo Verdeamarillo		LC		MV
Psilorhinus morio	Chara Pea		LC		R
Cyanocorax yncas	Chara Verde		LC		R
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca		LC	CE	R
Riparia riparia	Golondrina Ribereña		LC		T,MI,MV
Tachycineta bicolor	Golondrina Bicolor		LC		MI
Tachycineta albilinea	Golondrina Manglera		LC		R
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas		LC		R,MI

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Progne subis	Golondrina Azulnegra		LC		T,MV
Progne chalybea	Golondrina Pecho Gris		LC		R,MV
Hirundo rustica	Golondrina Tijereta		LC		MV,MI,R,T
Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina Risquera		LC		MV,T
Petrochelidon fulva	Golondrina Pueblera		LC		R,MV
Bombycilla cedrorum	Chinito		LC		MI
Ramphocaenus melanurus	Saltón Picudo		LC		R
Polioptila albiventris	Perlita Yucateca		NR	EN	R
Polioptila bilineata	Perlita Cejas Blancas	Pr	NR		R
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris		LC		MI,R
Troglodytes aedon	Saltapared Común		LC		R,MI,T
Cistothorus platensis	Saltapared Sabanero		LC		R,MI
Thryothorus ludovicianus	Saltapared de Carolina		LC		R
Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical		LC		R
Campylorhynchus yucatanicus	Matraca Yucateca	P	NT	EN	R
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado		LC		R
Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco		LC	CE	R
Henicorhina leucosticta	Saltapared Pecho Blanco		LC		R
Melanoptila glabrirostris	Maullador Negro	Pr	NT	CE	R
Dumetella carolinensis	Maullador Gris		LC		MI
Mimus gilvus	Centzontle Tropical		LC		R
Sturnus vulgaris	Estornino Pinto		LC	Exo	R
Catharus fuscescens	Zorzal Canelo		LC		T
Catharus minimus	Zorzal Cara Gris		LC		T

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Catharus ustulatus	Zorzal de Anteojos		LC		T,MI
Hylocichla mustelina	Zorzal Moteado Americano		LC		MI
Turdus grayi	Mirlo Café		LC		R
Turdus assimilis	Mirlo Garganta Blanca		LC		R
Anthus rubescens	Bisbita Norteamericana		LC		MI
Euphonia affinis	Eufonia Garganta Negra Mesoamericana		LC		R
Euphonia hirundinacea	Eufonia Garganta Amarilla		LC		R
Euphonia gouldi	Eufonia Olivácea	Pr	LC		R
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico		LC		R
Peucaea botterii	Zacatonero de Botteri		LC		R
Ammodramus savannarum	Gorrión Chapulín		LC		MI,R
Arremonops rufivirgatus	Rascador Oliváceo		LC	CE	R
Arremonops chloronotus	Rascador Dorso Verde		LC		R
Passerculus sandwichensis	Gorrión Sabanero		LC		MI,R
Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo		LC		R
Icteria virens	Chipe Grande		LC		MI,MV
Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile		NT		R
Amblycercus holosericeus	Cacique Pico Claro		LC		R
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	LC		R
Icterus prosthemelas	Calandria Caperuza Negra		LC		R
Icterus spurius	Calandria Castaña		LC		MI,MV
Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor		LC	SE	MI,MV,R
Icterus chrysater	Calandria Dorso Amarillo		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Icterus mesomelas	Calandria Cola Amarilla		LC		R
Icterus auratus	Calandria Dorso Naranja		LC	CE	R
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor		LC		R
Icterus galbula	Calandria de Baltimore		LC		MI
Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento		LC		R,MI
Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos		LC		R,MV
Molothrus oryzivorus	Tordo Gigante		LC		R
Dives dives	Tordo Cantor		LC		R
Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor		LC		R
Seiurus aurocapilla	Chipe Suelero		LC		MI
Helmitheros vermivorum	Chipe Gusanero		LC		MI
Parkesia motacilla	Chipe Arroyero		LC		MI
Parkesia noveboracensis	Chipe Charquero		LC		MI
Vermivora chrysoptera	Chipe Alas Amarillas		NT		MI
Vermivora cyanoptera	Chipe Alas Azules		LC		MI
Mniotilta varia	Chipe Trepador		LC		MI
Protonotaria citrea	Chipe Dorado		LC		MI
Limnothlypis swainsonii	Chipe Corona Café	Pr	LC		MI
Leiothlypis peregrina	Chipe Peregrino		LC		MI
Geothlypis poliocephala	Mascarita Pico Grueso		LC		R
Geothlypis philadelphia	Chipe de Pechera		LC		T,MI
Geothlypis formosa	Chipe Patilludo		LC		MI
Geothlypis trichas	Mascarita Común		LC		MI,R
Setophaga citrina	Chipe Encapuchado		LC		MI
Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio		LC		MI

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Setophaga cerulea	Chipe Celeste		NT		MI
Setophaga americana	Chipe Pecho Manchado		LC		MI
Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias		LC		MI
Setophaga castanea	Chipe Castaño		LC		T
Setophaga fusca	Chipe Garganta Naranja		LC		T
Setophaga petechia	Chipe Amarillo		LC		MI,MV,T,R
Setophaga pensylvanica	Chipe Flancos Castaños		LC		T,MI
Setophaga palmarum	Chipe Playero		LC		MI
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla		LC		MI,R
Setophaga dominica	Chipe Garganta Amarilla		LC		MI
Setophaga virens	Chipe Dorso Verde		LC		MI
Basileuterus culicivorus	Chipe Cejas Negras		LC		R
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra		LC		MI
Piranga roseogularis	Piranga Yucateca		LC	CE	R
Piranga rubra	Piranga Roja		LC		MI,MV
Piranga olivacea	Piranga Escarlata		LC		T
Piranga ludoviciana	Piranga Capucha Roja		LC		MI
Habia rubica	Piranga Hormiguera Corona Roja		LC		R
Habia fuscicauda	Piranga Hormiguera Garganta Roja		LC		R
Caryothraustes poliogaster	Picogordo Cara Negra		LC		R
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo		LC		R
Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado		LC		MI,T
Granatellus sallaei	Granatelo Yucateco		LC		R
Cyanoloxia cyanoides	Picogordo Azulnegro		LC		R
Cyanocompsa parellina	Colorín Azulnegro		LC		R

Especie	Nombre común	Nom-059	UICN	Endemismo	Residencia
Passerina caerulea	Picogordo Azul		LC		MI,R,MV
Passerina cyanea	Colorín Azul		LC		MI
Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Pr	LC		MI,MV
Spiza americana	Arrocero Americano		LC		T,MI
Thraupis episcopus	Tangara Azulgris		LC		R
Thraupis abbas	Tangara Alas Amarillas		LC		R
Stilpnia larvata	Tangara Capucha Dorada		LC		R
Sicalis luteola	Gorrión Canario Sabanero		LC		R
Chlorophanes spiza	Mielero Verde		LC		R
Volatinia jacarina	Semillero Brincador		LC		R
Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris	Pr	LC		R
Lanio aurantius	Tangara Capucha Negra	Pr	LC		R
Cyanerpes cyaneus	Mielero Patas Rojas		LC		R
Coereba flaveola	Reinita Mielera		LC		R
Tiaris olivaceus	Semillero Oliváceo		LC		R
Sporophila funerea	Semillero Pico Grueso		LC		R
Sporophila torqueola	Semillero Rabadilla Canela		LC	EN	R
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra		LC		R
Saltator coerulescens	Saltador Gris		LC		R

*NOM-059: amenazada [A], sujeta a protección especial [Pr], en peligro de extinción [P], sin categoría [Sc]; IUCN: En peligro crítico [CR], en peligro [EN], vulnerable [VU], casi amenazada [NT], riesgo menor [LC], datos deficientes [DD]. Las especies endémicas a México Endémica (EN), No endémica (en), Exótica (Exo), Semiendémica (Se), Cuasi endémica (CE); Residencia: Residente (R), Migratorio de verano (MV), Migratorio de invierno (MI), Transitorio (T), Introducida (I). Fuente: avesmx.conabio.gob.mx

IV.1.4.2 Metodología de muestreo en campo

IV.1.4.2.1 Metodología en campo para herpetofauna (anfibios y reptiles)

Dentro de los vertebrados, los anfibios y reptiles (herpetofauna) se encuentran entre los grupos más ricos y diversos en especies, tal es el caso que en la actualidad se sigue teniendo con frecuencia el descubrimiento de nuevas especies a nivel mundial (Köhler et al., 2005; Pincheira-Donoso et al., 2013). La herpetofauna es un componente esencial de los ecosistemas terrestres y acuáticos siendo los principales consumidores secundarios, además de ser presas importantes para muchos consumidores terciarios y cuaternarios (Raxworthy et al., 2008; Böhm et al., 2013), por lo que las afectaciones que sufra este grupo tendrán consecuencias para otras especies a lo largo de la cadena trófica. Así mismo, se ha documentado que la herpetofauna es de los grupos de vertebrados más amenazados a nivel mundial (Stuart et al., 2004), debido a la perdida y fragmentación de su hábitat, la contaminación y el cambio climático; estimándose que aproximadamente el 20% de los reptiles del mundo están en peligro de extinción (Gibbon et al., 2000; Böhm et al., 2013; Tingley et al., 2016) y más del 30% de las especies de anfibios del planeta se encuentran amenazadas e incluidas en la Lista roja de la UICN (Leduc et al., 2012). Por lo que resulta prioritario la conservación de estas especies dese el nivel local y regional. La vulnerabilidad de este grupo se acentúa por las características específicas que debe tener el hábitat y microclima para su presencia y viabilidad, lo que los hace más sensibles a los cambios ambientales y a la degradación del hábitat (Meiri et al., 2013; Tuberville et al., 2015; Hillers y Rodel, 2007). Su especificidad de hábitat, baja movilidad, alta capacidad reproductiva, sensibilidad a las modificaciones del hábitat y su relativa facilidad de muestreo, hace que los anfibios y reptiles puedan ser utilizados como indicadores de la salud ambiental al ser monitoreados para evaluar la ecología e integridad de los ecosistemas terrestres y acuáticos (Raxworthy et al., 2008; Böhm et al., 2013).

En el área del proyecto para el registro de anfibios se emplearon métodos directos, los cuales consisten en observar y atrapar a los organismos con o sin la ayuda de herramientas. Específicamente se emplearon los encuentros visuales que consisten en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija y aleatorios, durante un período de tiempo determinado (Gallina y López-González, 2011), siendo esta una de las formas de verificar la presencia de especies en un área específica. Debido a que las especies están separadas tanto en el tiempo como en el espacio (Casas et al, 1990), el muestreo se realizó en diferentes momentos del día y la noche, siendo el horario nocturno la mejor opción para localizarlos, momento que aprovechan muchas especies para la búsqueda de alimento y, durante la época reproductiva la búsqueda de pareja. El rastreo de organismos se realizó en hábitats usualmente utilizados por los anfibios cerca de cuerpos de agua (permanentes y temporales), bajo hojarasca, troncos, debajo de piedras, en agujeros entre otros.

Debido a las características fisiológicas y físicas que poseen los reptiles se dificulta su observación en campo, sobre todo aquellas especies de talla pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su

temperatura corporal, y cuando las condiciones climáticas no son las más favorables, estos permanecen inactivos durante largos periodos de tiempo y resulta sumamente fácil que pasen desapercibidos (Galán-Regalado, 2015). Razones por las cuales, la búsqueda de estos organismos se hizo en los horarios y lugares que estos habitan o usan como refugio, alzando restos vegetales, bajo hojarasca, troncos, debajo de piedras, en madrigueras, cuevas, entre otros (Ramírez, 1977; Ramírez, 1994).

Durante las actividades de campo no se manipuló ningún reptil o anfibio, sin embargo, la identificación de las especies se realizó por medio de la observación directa y mediante fotografías tomadas a los organismos en el sitio.

IV.1.4.2.2 Metodología en campo para aves

Los puntos de conteo constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibby et al. 1992, Ralph et al. 1996). Requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez–León y Velázquez 2004). Los puntos pueden seleccionarse al azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de trayectos. Para evitar el doble conteo, debe haber una distancia preferiblemente de 150 a 250 m entre los puntos de recuentos, con el fin de que los muestreos sean independientes.

El conteo de aves en el área de estudio comenzará unos minutos después de que el observador haya llegado al punto de observación para evitar algún efecto sobre el comportamiento de las aves por la llegada del observador. El tiempo dedicado a cada punto debe representar el tiempo mínimo necesario para tomar una muestra de por lo menos el 80 por ciento de las especies presentes en el punto. El observador se ubicará en cada uno de los puntos seleccionados del transecto y registra la mayor cantidad de aves detectadas considerando: Número de individuos, sexo, edad, comportamiento (cantando, forrajeando, exhibiéndose, construyendo nidos, etc.), posición y ubicación espacial en el punto, estrato en vegetación, otros rasgos notados. Se tomará nota de las especies detectadas dentro de los primeros 3 minutos, especies detectadas dentro de los siguientes minutos, hasta un total de 5 min, especies detectadas dentro de un radio de 25 m, especies detectadas fuera del radio de los 25 m y especies sobrevolando el punto (Hutto et al. 1986; Wunderle, 1992; Bibby et al., 1992; Sahagún-Sánchez et al., 2014).

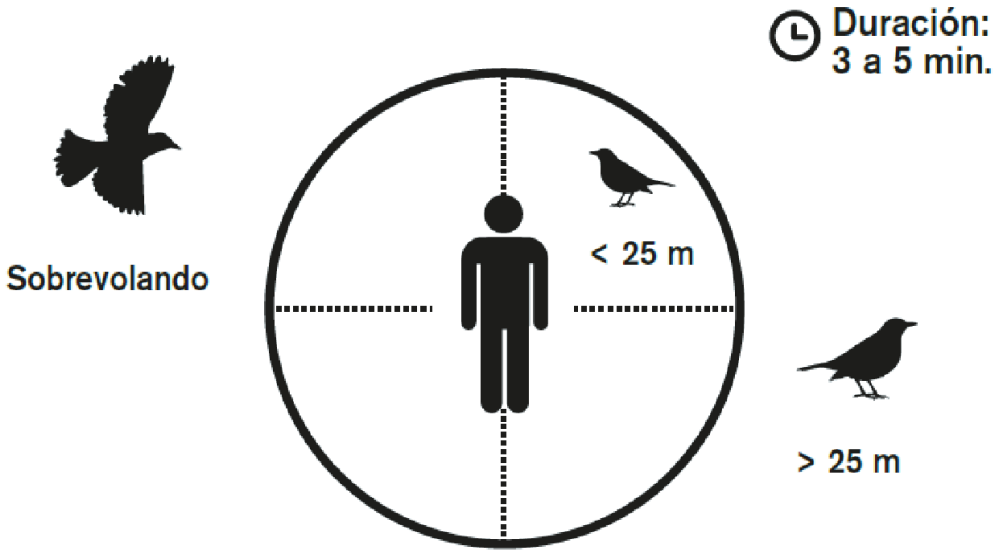


Figura 67. Esquema del método de observación por puntos de radio fijo, tomando de Sahagún-Sanches et al 2014.

IV.1.4.2.3 Metodología en campo para mamíferos

Para el muestreo de mamíferos se utilizaron métodos directos e indirectos. Debido a los patrones conductuales, las bajas densidades, ámbito hogareño y carácter elusivo de muchas especies de fauna silvestre, se dificulta su observación directa en campo y manipulación (Wilson y Delahay 2001; Karanth et al., 2004), por lo que su estudio requiere de la implementación de técnicas y protocolos que permitan obtener información suficiente sobre sus poblaciones. Razones por las cuales se recurre muchas de las veces a métodos indirectos como lo es la búsqueda e identificación de rastros y huellas que en conjunto con otras técnicas de monitoreo brindan información valiosa sobre el estado de las poblaciones de fauna silvestre, contribuyendo así a la toma de decisiones para su manejo y conservación. Considerando que los rastros y huellas son signos que evidencia la presencia de una especie en la zona de estudio, siendo los rastros más frecuentes de encontrar: los sonidos, impresiones, excretas, letrinas, madrigueras, rascaderos, comederos, pelos, cadáveres, huesos.

Las excretas producidas por la fauna silvestre al poseer características particulares en su forma, tamaño y color nos permiten obtener información de diferentes especies (Aranda, 2000; Elbroch, 2003), describir aspectos sobre su ecología y alimentación, así mismo en algunas especies es posible estimar tamaños poblacionales, abundancias, ámbitos hogareños y uso de hábitat (Mandujano y Gallina 1995; Lancia et al., 1996; Ortiz-Martínez et al., 2005).

Durante los trabajos realizados en el área del proyecto se efectuaron recorridos en busca de rastros y huellas de fauna silvestre a lo largo del tramo y en el SAR del proyecto.

IV.1.4.3 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 influencian unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas (McNaughton y Woef, 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:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi\ (lnpi)$$

Dónde:

H'= Índice de diversidad de especies

S= Número de especies

pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i (abundancia relativa)

ln pi = Logaritmo natural de pi

Para conocer cómo se encuentra repartida la diversidad faunística se obtuvo el índice de equidad; para ello se empleó el Índice de Pieleu, 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.1.4.4 Ubicación de los sitios de muestreo

Con el objetivo de determinar la riqueza y abundancia proporcional de especies de fauna silvestre presentes en el Área del Proyecto, Área de influencia y en el Sistema Ambiental Regional, y considerando las dimensiones y características del proyecto se realizaron nueve transectos de aproximadamente un kilómetro de longitud, tres en el SAR, tres en el AI. y tres en el AP

Cuadro 63. Información de los sitios de muestreo de Fauna

	Sitio de muestreo	Coordenada INICIO		Coordenada FINAL		Longitud
		X	Y	X	Y	
1	T1-AP	**778533**	**2005259**	**778746**	**2004253**	**1000m**
2	T2-AP	778907	2203156	778903	2002184	1000m
	T3-AP	778728	2201744	778410	2000791	1000m
3	T1-AI	778064	2005113	778496	2005227	1000m
4	T2-AI	778864	2003168	779164	2003198	1000m
	T2-AI	778913	2001848	778661	2001045	1000m

5	T1-SA	778241	2006041	778924	2006339	1000m
6	T2-SA	779336	2003255	779924	2003005	1100m
	T3-SA	779094	2001944	779467	2001391	1100 m

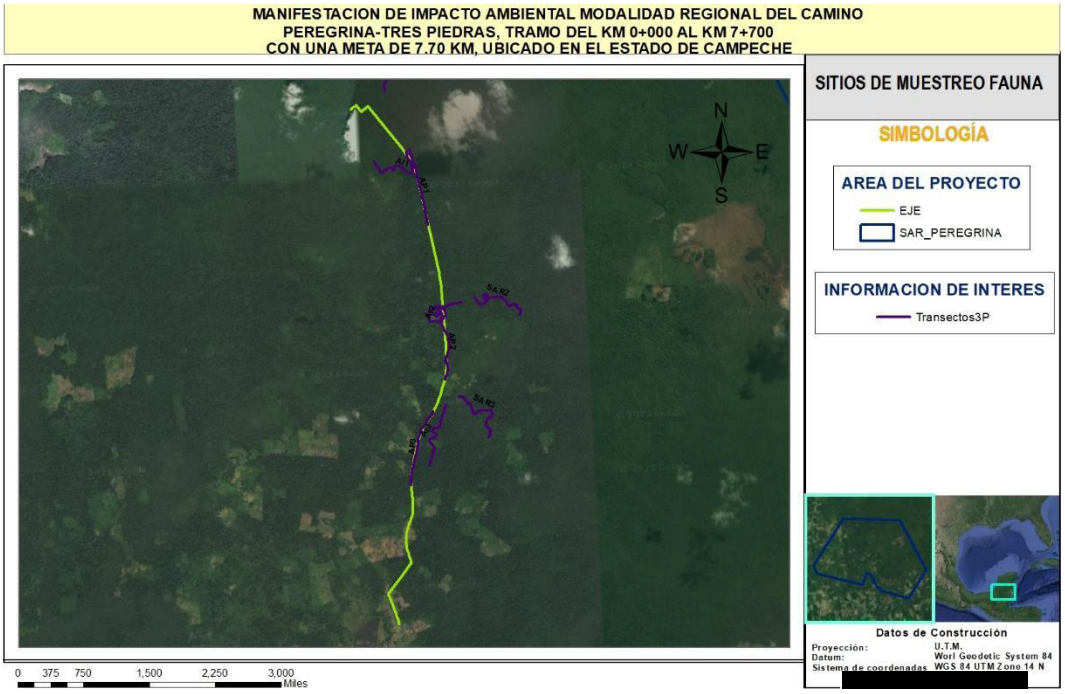


Figura 68. Ubicación de los sitios de muestreo de Fauna

Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el SAR

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 las 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 133 individuos, repartidos entre 32 especies pertenecientes al grupo

de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza para fauna.

Cuadro 64. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

	Riqueza	Abundancia
Ornitofauna	21	71
Herpetofauna	6	42
Mastofauna	5	20
Total	32	133

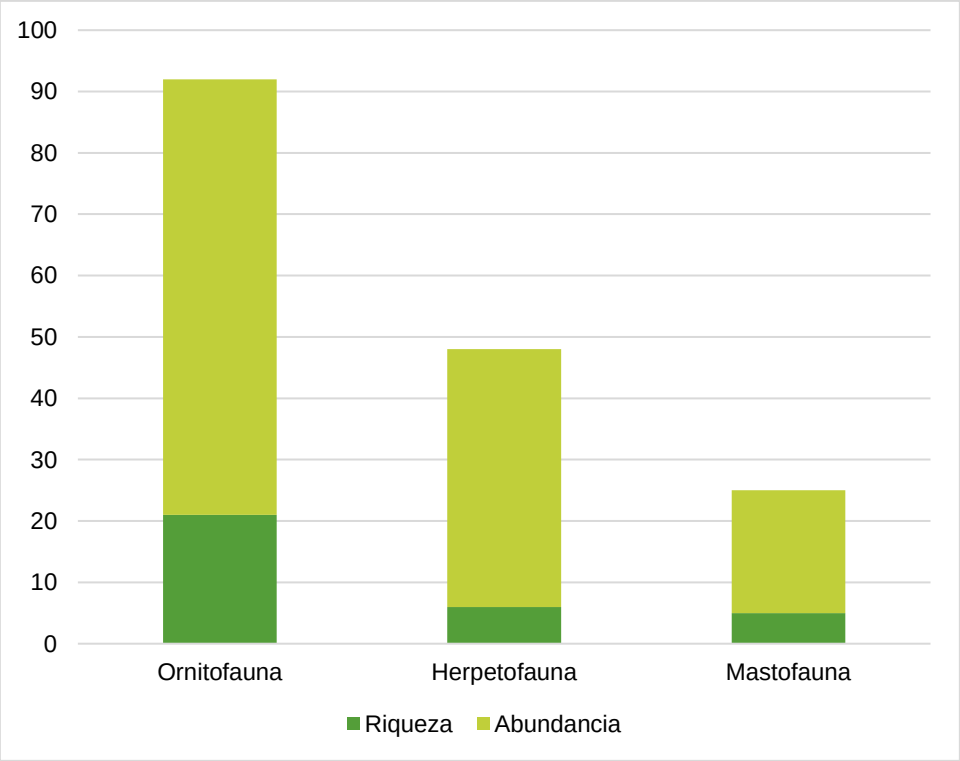


Figura 69. Representación gráfica riqueza por grupo en el SAR

En la figura anterior se puede observar que el grupo más ampliamente representado es el de las aves con 21 especies, debido a que generalmente por sus características ecológicas evolutivas y conductuales ocupan un nicho adaptativo especial gracias a su capacidad de volar lo cual les permite existir de forma abundante en ecosistemas conservados y modificados.

IV.1.4.5 Resultados para aves en el SAR

Este grupo faunístico está representado por 17 familias con 21 especies y una abundancia de 71 individuos. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies *Ramphastos sulfuratus* (Tucancillo Pico Canoa) y *Ciccaba nigrolineata* (Búho Barrado Albinegro) se encuentran listadas con categoría de Amenazada (A).

Las especies más abundantes son *Pitangus sulphuratus y Columbina Talpacoti*, tal y como se muestra en los siguientes cuadros y figura.

Cuadro 65. Especies de aves identificadas en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Strigidae	Ciccaba nigrolineata	Búho Barrado Albinegro	Observación	A	LC
Picidae	Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	Observación		LC
Odontophoridae	Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca	Observación		LC
Columbidae	Columbina Talpacoti	Tortolita canela	Observación		LC
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	Observación		LC
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	Observación		LC
Cardinalidae	Cyanocompsa parellina	Colorín azulnegro	Observación		LC
Icteridae	Dives dives	Tordo cantor	Observación		LC
Picidae	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	Observación		LC
Jacanidae	Jacana spinosa	Jacana Norteña	Observación		LC
Mimidae	Mimus gilvus	Centzontle tropical	Observación		LC
Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luisito común	Observación		LC
Cracidae	Ortalis vetula	Chachalaca	Observación		LC
Cardinalidae	Piranga rubra	Piranga Roja	Observación		LC
Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	Observación		LC
Hirundinidae	Progne chalybea	Golondrina pecho gris	Observación		LC
Corvidae	Psilorhinus morio	Chara pea	Observación		LC
Ramphastidae	Ramphastos sulfuratus	Tucancillo Pico Canoa	Observación	A	LC
Accipitridae	Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	Observación		LC

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Trogonidae	Trogon melanocephalus	Coa cabeza negra	Observación		LC
Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	Observación		LC

Cuadro 66. Densidad y abundancia proporcional de aves presente en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Strigidae	*Ciccaba nigrolineata*	Búho Barrado Albinegro	0	1	0	1	0.014
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	0	1	0	1	0.014
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca	2	3	1	6	0.085
Columbidae	*Columbina Talpacoti*	Tortolita canela	2	1	4	7	0.099
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	1	1	1	3	0.042
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	2	3	1	6	0.085
Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorin azulnegro	0	2	0	2	0.028
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	1	1	1	3	0.042
Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	1	0	0	1	0.014
Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana Norteña	0	1	0	1	0.014
Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	1	0	1	2	0.028
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	1	2	2	5	0.070
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	0	4	0	4	0.056
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	1	1	1	3	0.042
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	2	4	4	10	0.141
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	1	1	2	4	0.056
Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea	1	1	0	2	0.028
Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucancillo Pico Canoa	2	0	1	3	0.042
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	1	0	0	1	0.014
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	1	1	1	3	0.042
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	1	1	1	3	0.042
			22	31	24	71	1.000

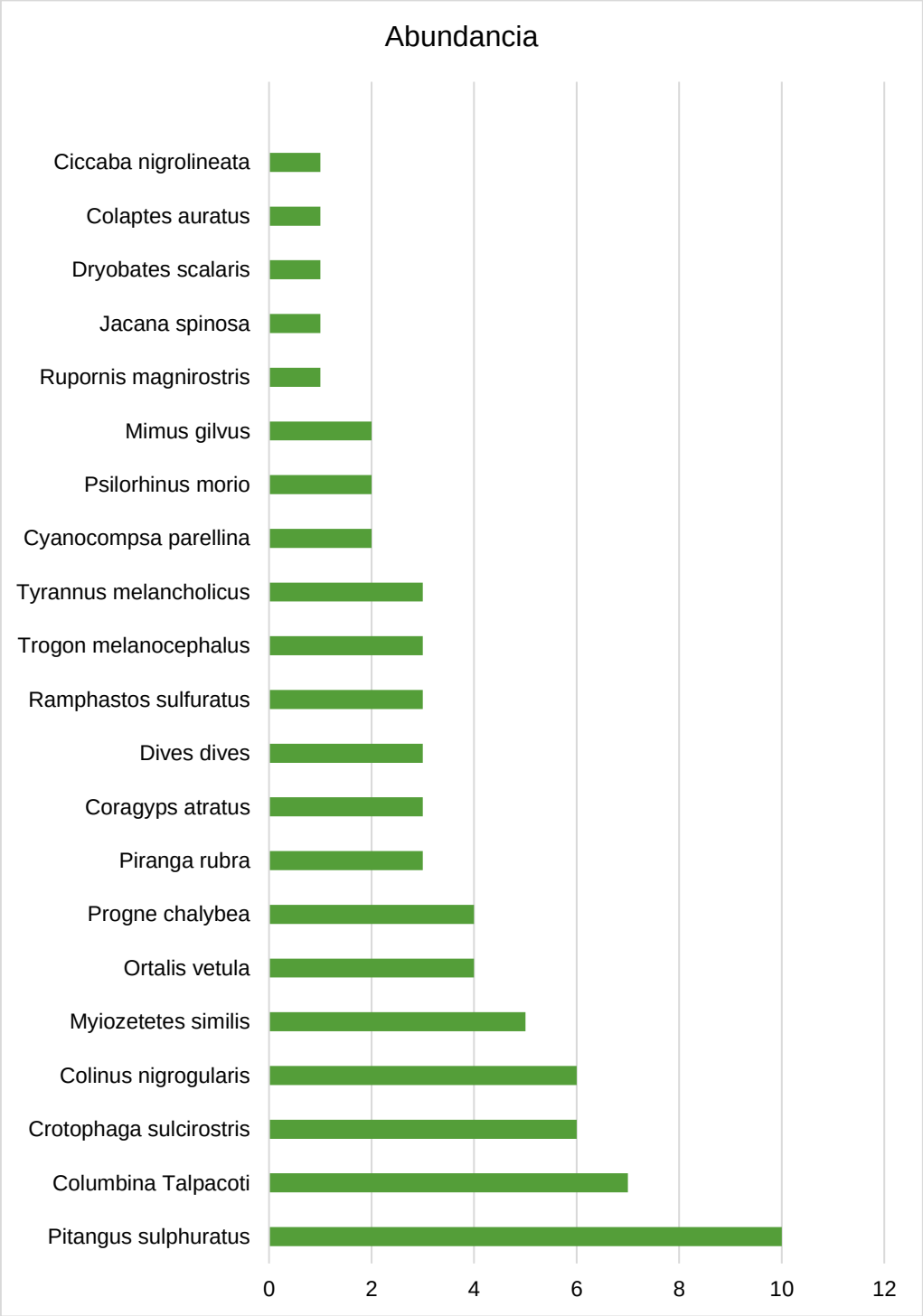


Figura 70. Riqueza y abundancia de aves en el SAR

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de aves presenta una diversidad baja media y una distribución uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 67. Índices de diversidad calculados para el grupo de aves presente en el SAR

Índice	Resultado
Shannon H	2.837
Simpson 1-D	0.930
Equidad de Pielou J	0.931

IV.1.4.6 Resultados para herpetofauna (anfibios y reptiles) en el SAR

Este grupo faunístico está representado por 5 familias con 6 especies y una abundancia de 42 individuos. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Rhinoclemmys areolata* (Tortuga mojina de monte) se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).

La especie más abundante es *Trachycephalus vermiculatus* con 30 registros, tal y como se muestra en los siguientes cuadros y figura.

Cuadro 68. Especies de herpetofauna identificadas en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Ranas marmoleadas	Rastro/Cantos		LC
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	Observación		LC
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Gigante	Observación		LC
Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	Rastro/Caparazón	A	NT
Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Cascabel Yucateca	Observación		LC
Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis Liso del Sureste	Observación		LC

Cuadro 69. Densidad y abundancia proporcional de herpetofauna presente en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Ranas marmoleadas	10	10	10	30	0.714
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	1	0	1	2	0.048
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Gigante	1	1	1	3	0.071

Geoemydidae	Rhinoclemmys areolata	Tortuga mojina de monte	1	0	0	1	0.024
Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Cascabel Yucateca	1	0	1	2	0.048
Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis Liso del Sureste	2	1	1	4	0.095
			16	12	14	42	1

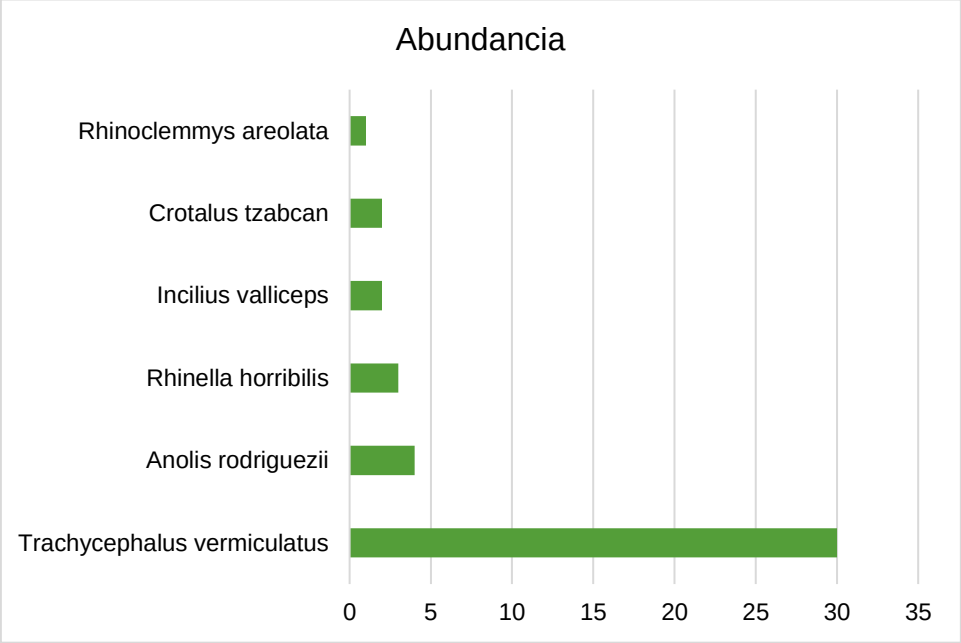


Figura 71. Riqueza y abundancia de herpetofauna en el SAR

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de aves presenta una diversidad baja y una distribución no uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 70. Índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna presente en el SAR

Índice	Resultado
Shannon H	1.032
Simpson 1-D	0.470
Equidad de Pielou J	0.575

IV.1.4.7 Resultados para mamíferos en el SAR

Este grupo faunístico está representado por 5 familias con 5 especies y una abundancia de 20 individuos. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-

059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Ateles geoffroyi* (Mono Araña Centroamericano) se encuentra listada con categoría de en Peligro de extinción (P).

La especie más abundante es son *Ateles geoffroyi* con 11 registros, tal y como se muestra en los siguientes cuadro y figura.

Cuadro 71. Especies de mamíferos identificadas en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Rastro/Huella		LC
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	Rastro/Madriguera		LC
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Rastro/Huella		LC
Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	Observación	P	EN
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Observación		LC

Cuadro 72. Densidad y abundancia proporcional de mamíferos presente en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	1	0	1	2	0.100
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	1	0	0	1	0.050
Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	3	5	3	11	0.550
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	1	1	1	3	0.150
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	1	1	3	0.150
			7	7	6	20	1

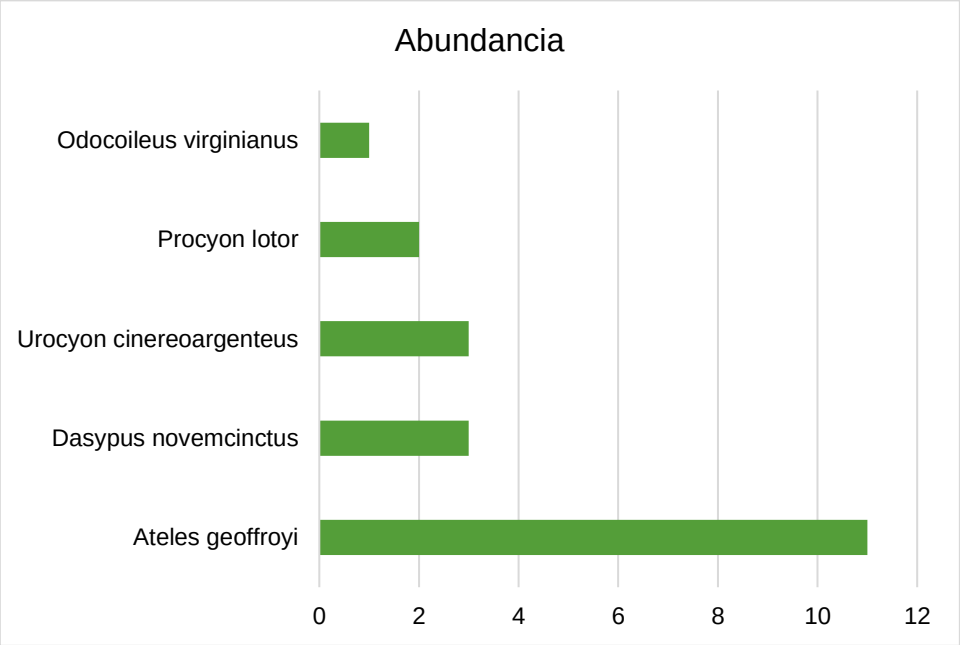


Figura 72. Riqueza y abundancia de mamíferos en el SAR

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad baja y una distribución con tendencia uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 73. Índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos presente en el SAR

Índice	Resultado
Shannon H	1.278
Simpson 1-D	0.640
Equidad de Pielou J	0.794

Asimismo, se realizó una evaluación del trabajo de campo en función del esfuerzo del muestreo mediante una curva de acumulación de especies y el empleo de estimadores no paramétricos

Como resultado, encontramos que en cada uno de los grupos taxonómicos estudiados se acercó a la asíntota de la curva, lo cual nos indica que encontramos arriba del 90 % de las especies esperadas.

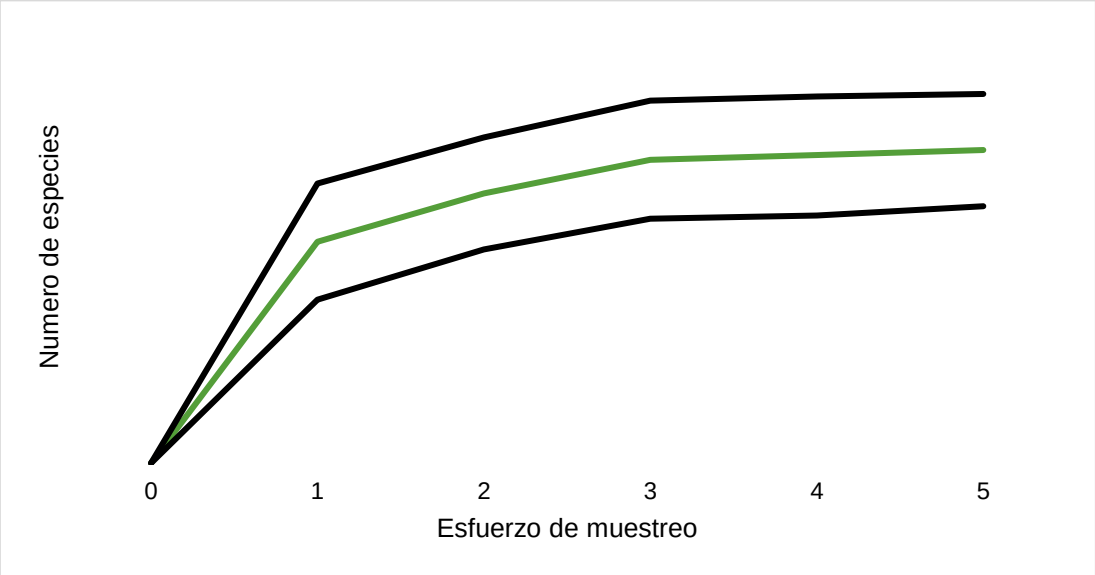


Figura 73. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en el SAR

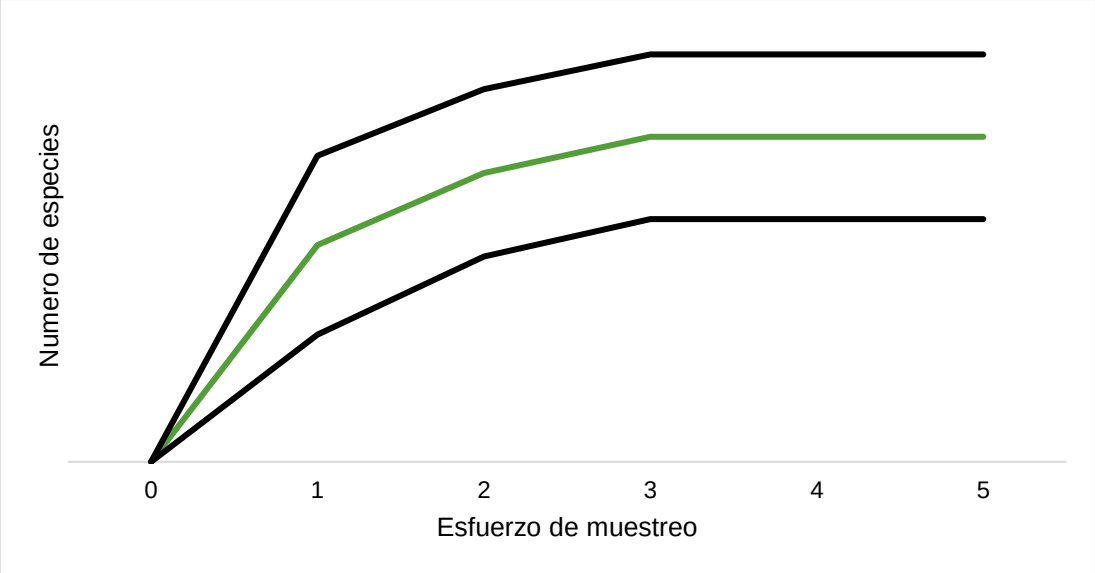


Figura 74. Curva de acumulación de especies de herpetofauna identificadas en el SAR

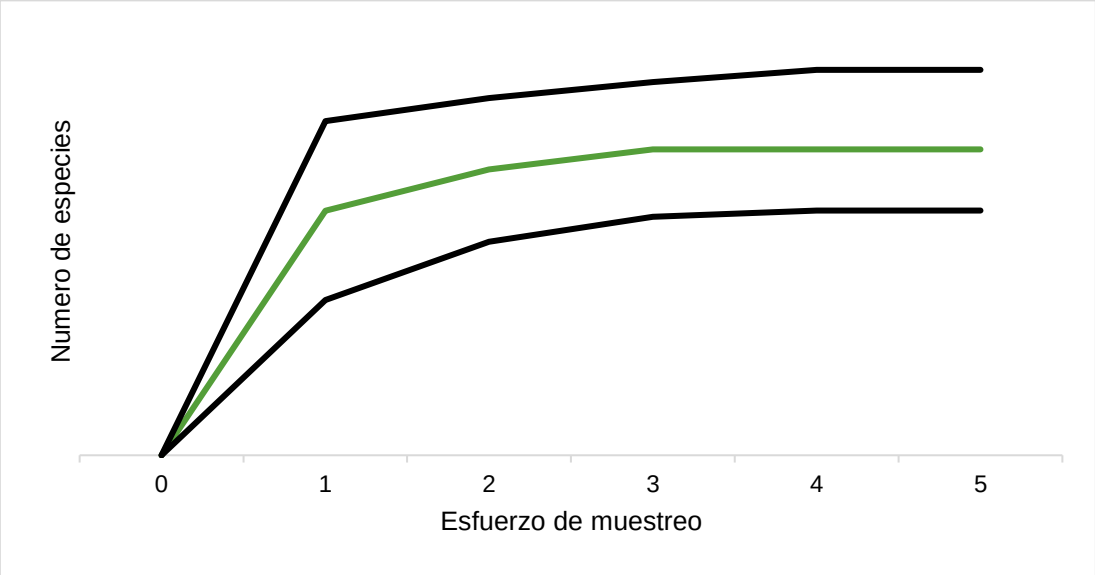


Figura 75. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en el SAR

IV.1.5 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área de Influencia (AI)

Para el Área de influencia (AI) se contabilizaron un total de 48 individuos, repartidos entre 15 especies pertenecientes al grupo de aves y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza de fauna.

Cuadro 74. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área de influencia

	Riqueza	Abundancia
Ornitofauna	13	43
Mastofauna	2	5
Total	15	48

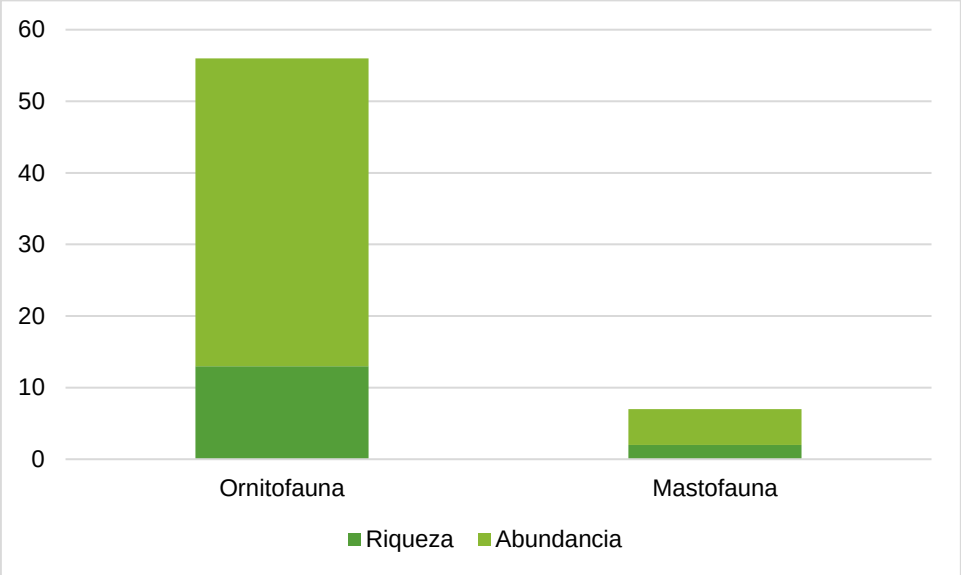


Figura 76. Representación gráfica riqueza por grupo en el AI.

En la figura anterior se puede observar que el grupo más ampliamente representado es el de las aves con 13 especies, debido a que generalmente por sus características ecológicas evolutivas y conductuales ocupan un nicho adaptativo especial gracias a su capacidad de volar lo cual les permite existir de forma abundante en ecosistemas conservados y modificados.

Al respecto de la ausencia de reptiles y anfibios es un indicador de perturbación al hábitat de dichos grupos, así como a sus características ecológicas puesto que los ciclos de vida de los anfibios están fuertemente vinculados al agua.

IV.1.5.1 Resultados para aves en el AI

Este grupo faunístico está representado por 9 familias con 13 especies y una abundancia de 43 individuos. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo Collarejo) y *Campephilus guatemalensis* (Carpintero pico plateado) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie *Ramphastos sulfuratus* (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).

Las especies más abundantes son *Progne chalybea* y *Crotophaga sulcirostris* el primero con 8 registros y el segundo con 5 registros, tal y como se muestra en los siguientes cuadro y figura.

Cuadro 75. Especies de aves identificadas en el AI

Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipo de registro	NOM-059	UICN	
Picidae	Carpintero pico plateado	*Campephilus guatemalensis*	Observación	Pr	LC	
Columbidae	Tortolita canela	*Columbina Talpacoti*	Observación		LC	
Cathartidae	Zopilote común	*Coragyps atratus*	Observación		LC	
Cuculidae	Garrapatero Pijuy	*Crotophaga sulcirostris*	Observación		LC	
Icteridae	Tordo cantor	*Dives dives*	Observación		LC	
Hirundinidae	Golondrina pecho gris	*Progne chalybea*	Observación		LC	
Corvidae	Chara pea	*Psilorhinus morio*	Observación		LC	
Ramphastidae	Tucancillo Collarejo	*Pteroglossus torquatus*	Observación	Pr	LC	
Tyrannidae	Papamoscas Cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	Observación		LC	
Icteridae	Zanate mayor	*Quiscalus mexicanus*	Observación		LC	
Ramphastidae	Tucán pico canoa	*Ramphastos sulfuratus*	Observación	A	LC	
Trogonidae	Coa cabeza negra	*Trogon melanocephalus*	Observación		LC	
Tyrannidae	Tirano pirirí	*Tyrannus melancholicus*	Observación		LC	

Cuadro 76. Densidad y abundancia proporcional de aves presente en el AI

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Picidae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	1	0	0	1	0.023
Columbidae	*Columbina Talpacoti*	Tortolita canela	2	1	1	4	0.093
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	1	1	1	3	0.070
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	1	2	2	5	0.116
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	1	1	2	4	0.093
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	4	3	1	8	0.186
Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea	3	0	0	3	0.070
Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo Collarejo	1	1	0	2	0.047
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	1	1	2	4	0.093
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	1	0	1	2	0.047
Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa	1	1	0	2	0.047
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	2	0	1	3	0.070
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	1	1	0	2	0.047
			20	12	11	43	1

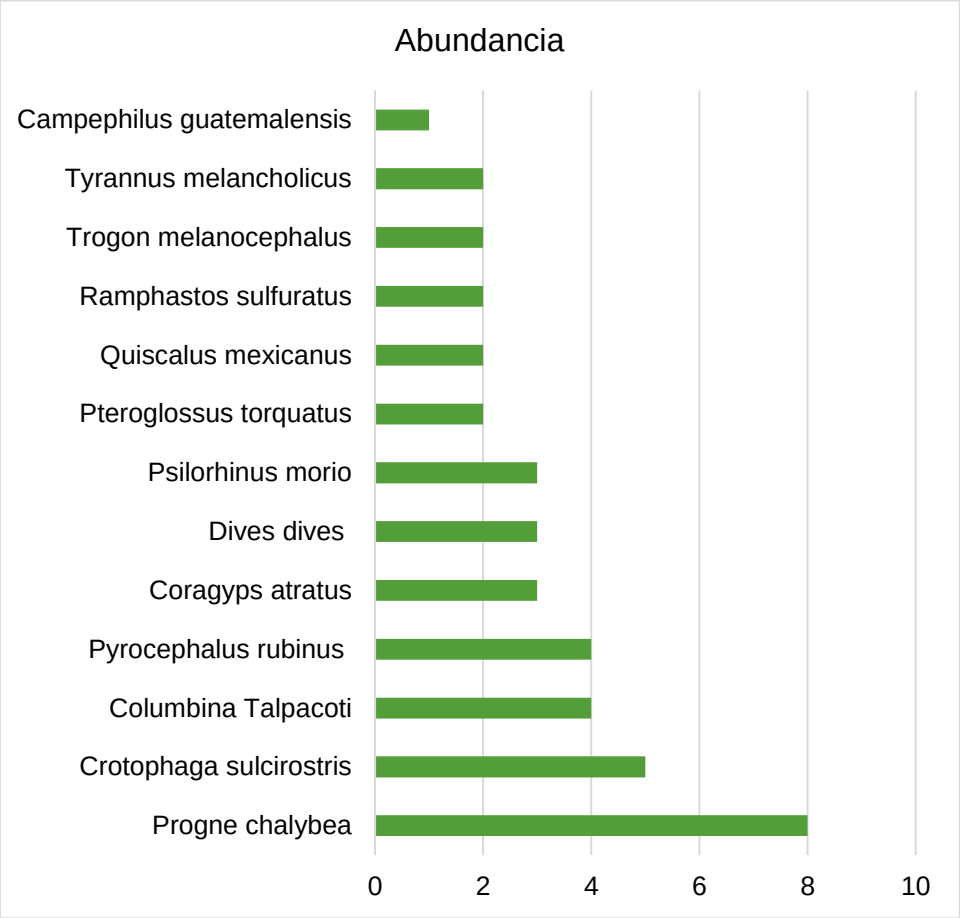


Figura 77. Riqueza y abundancia de aves en el AI

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad baja y una distribución con tendencia uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 77. Índices de diversidad calculados para el grupo de aves presente en el AI

Índice	Resultado
Shannon H	1.278
Simpson 1-D	0.640
Equidad de Pielou J	0.794

IV.1.5.2 Resultados para mamíferos en el AI

Este grupo faunístico está representado por 2 familias con 2 especies y una abundancia de 5 individuos. Las dos especies registradas son *Dasypus novemcinctus y Procyon lotor* los registros se muestran en los siguientes cuadro y figura.

Cuadro 78 especies de mamíferos identificados en el AI

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	Rastro/Madriguera		LC
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	Rastro/Huella		LC

Cuadro 79. Densidad y abundancia proporcional de mamíferos presente en el AI

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	1	1	0	2	0.4
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	1	1	1	3	0.6
			2	2	1	5	1

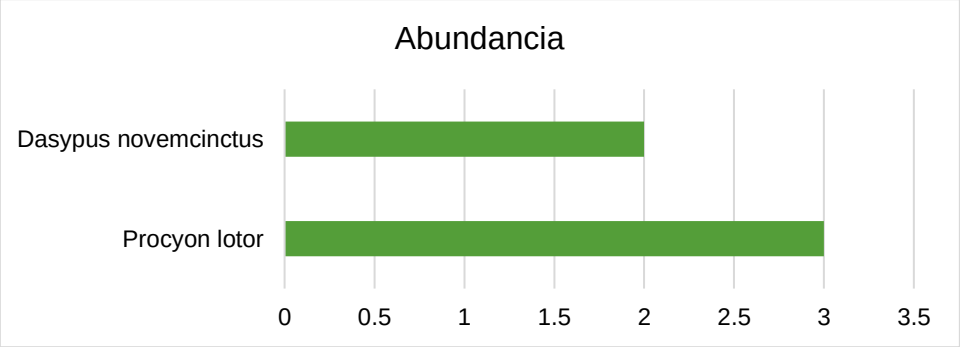


Figura 78. Riqueza y abundancia de mamíferos en el AI

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad baja y una distribución uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 80. Índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos presente en el AI

Índice	Resultado
Shannon H	0.673
Simpson 1-D	0.480
Equidad de Pielou J	0.971

Asimismo, se realizó una evaluación del trabajo de campo en función del esfuerzo del muestreo mediante una curva de acumulación de especies y el empleo de estimadores no paramétricos

Como resultado, encontramos que en cada uno de los grupos taxonómicos estudiados se acercó a la asíntota de la curva, lo cual nos indica que encontramos arriba del 90 % de las especies esperadas.

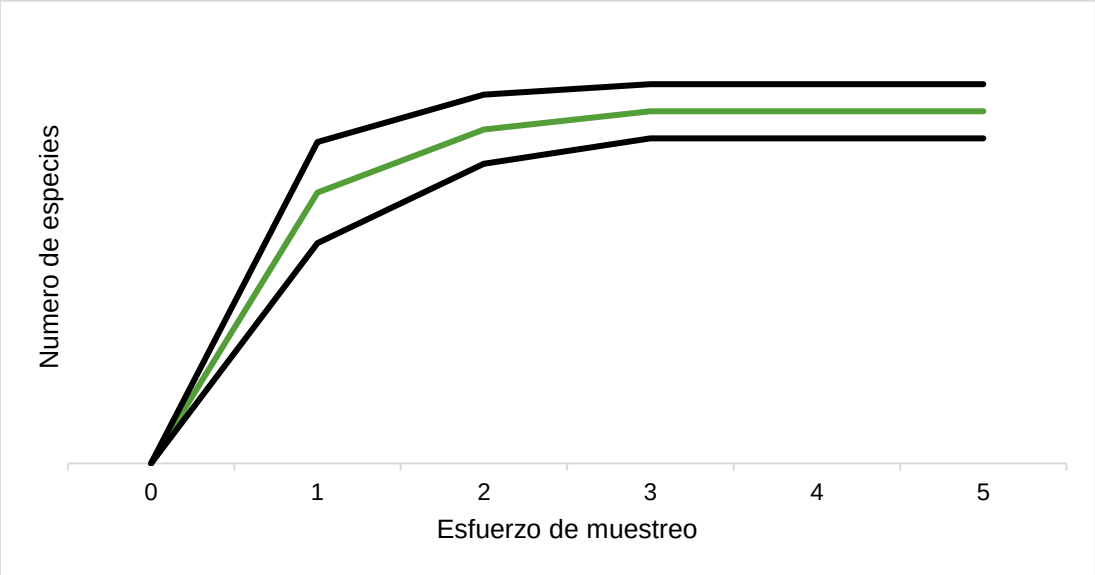


Figura 79. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en el AI

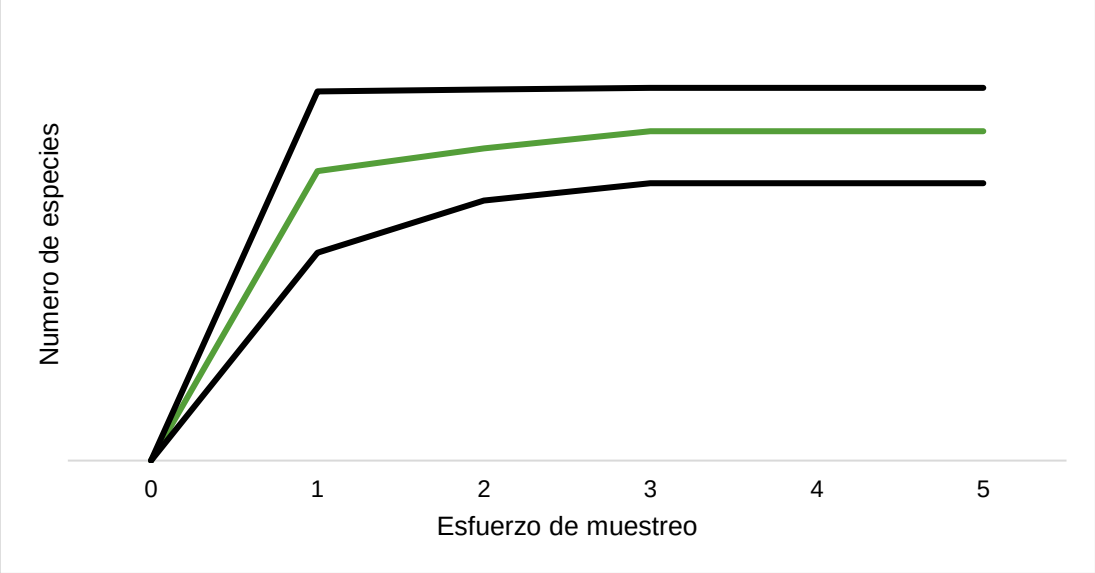


Figura 80. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en el AI

IV.1.6 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área del Proyecto (AP)

Para el Área del Proyecto (AP) se contabilizaron un total de 55 individuos, repartidos entre 18 especies pertenecientes al grupo de aves y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza de fauna.

Cuadro 81. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área del Proyecto

	Riqueza	Abundancia
Ornitofauna	15	47
Mastofauna	3	8
Total	18	55

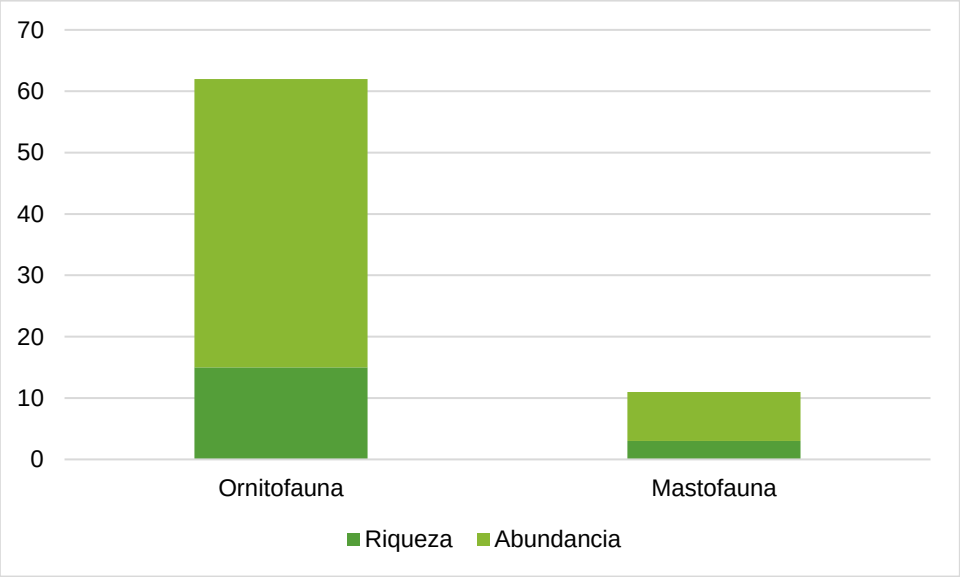


Figura 81. Representación gráfica riqueza por grupo en el AP

En la figura anterior se puede observar que el grupo más ampliamente representado es el de las aves con 15 especies, debido a que generalmente por sus características ecológicas evolutivas y conductuales ocupan un nicho adaptativo especial gracias a su capacidad de volar lo cual les permite existir de forma abundante en ecosistemas conservados y modificados.

Al respecto de la ausencia de reptiles y anfibios es un indicador de perturbación al hábitat de dichos grupos, así como a sus características ecológicas puesto que los ciclos de vida de los anfibios están fuertemente vinculados al agua.

IV.1.6.1 Resultados para aves en el AP

Este grupo faunístico está representado por 10 familias con 15 especies y una abundancia de 47 individuos. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo Collarejo) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie *Ramphastos sulfuratus* (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).

Las especies más abundantes son *Crotophaga sulcirostris, Progne chalybea, Quiscalus mexicanus y Volatinia jacarina;* la primera con un registro de 5 y las consecuentes con 4 registros de individuos respectivamente, tal y como se muestra en los siguientes cuadro y figura.

Cuadro 82. Especies de aves presentes en el AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca	Observación		LC
Columbidae	*Columbina Talpacoti*	Tortolita canela	Observación		LC
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Observación		LC
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	Observación		LC
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	Observación		LC
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	Observación		LC
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	Observación		LC
Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	Observación		LC
Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea	Observación		LC
Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo Collarejo	Observación	Pr	LC
Trogonidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	Observación		LC
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	Observación		LC
Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa	Observación	A	LC
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	Observación		LC
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	Observación		LC

Cuadro 83. Densidad y abundancia proporcional de aves presente en el AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca	1	1	1	3	0.064
Columbidae	*Columbina Talpacoti*	Tortolita canela	1	1	1	3	0.064
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	1	1	0	2	0.043
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	2	3	3	8	0.170
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	1	1	1	3	0.064
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	1	0	0	1	0.021
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris	3	1	0	4	0.085
Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	1	0	0	1	0.021
Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea	2	0	0	2	0.043
Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo Collarejo	1	1	0	2	0.043
Trogonidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	1	1	1	3	0.064
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	2	2	0	4	0.085
Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa	1	1	0	2	0.043
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	5	0	0	5	0.106
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	1	1	2	4	0.085
			24	14	9	47	1

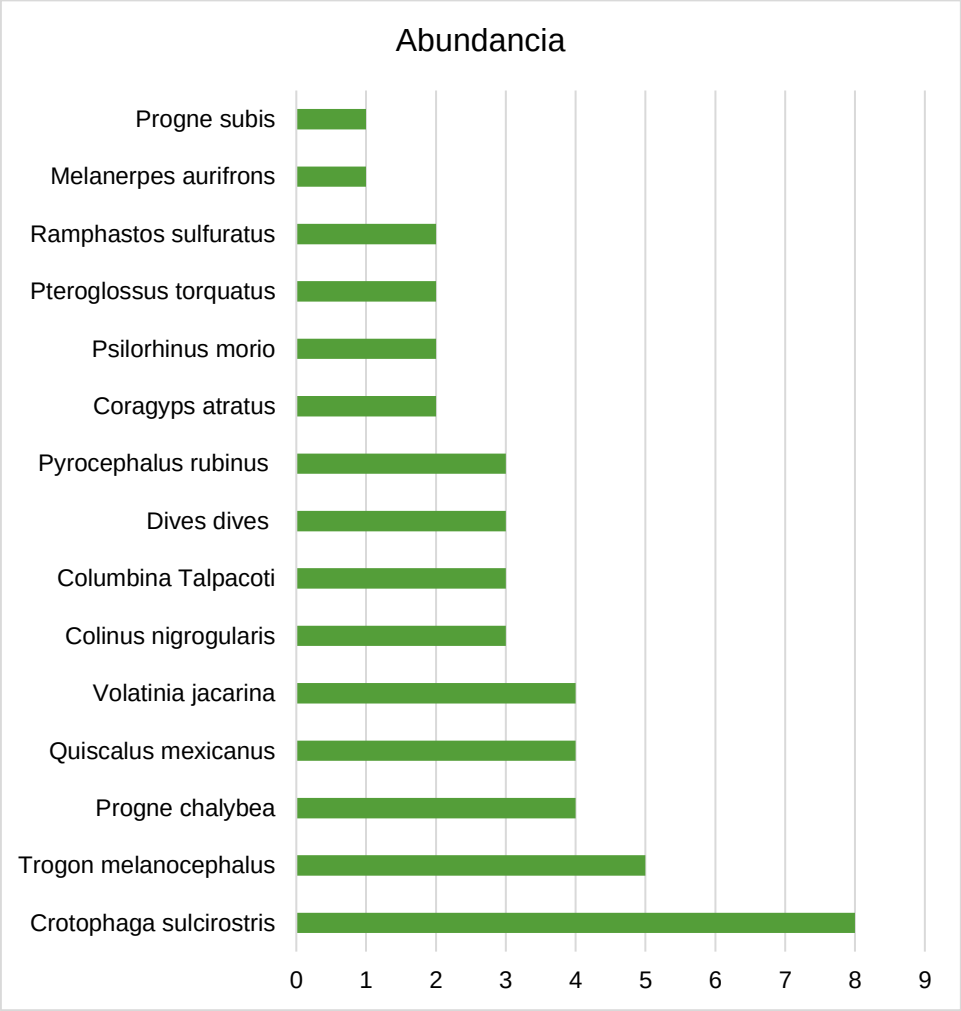


Figura 82. Riqueza y abundancia de aves en el AP

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad media baja y una distribución uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 84. Índices de diversidad calculados para el grupo de aves presente en el AP

Índice	Resultado
Shannon H	2.573
Simpson 1-D	0.913
Equidad de Pielou J	0.950

IV.1.6.2 Resultados para mamíferos en el AP

Este grupo faunístico está representado por 3 familias con 3 especies y una abundancia de 8 individuos. Las tres especies registradas son *Urocyon cinereoargenteus, Dasypus novemcinctus y Procyon lotor* los registros se muestran en los siguientes cuadro y figura.

Cuadro 85 especies de mamíferos presentes en el AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Observación		LC
Mephitidae	Conepatus semistriatus	Zorrillo de espalda blanca sureño	Observación		LC
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	Observación		LC

Cuadro 86. Densidad y abundancia proporcional de mamíferos presente en el AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	1	2	3	Abundancia	Abundancia relativa
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	1	1	1	3	0.375
Mephitidae	Conepatus semistriatus	Zorrillo de espalda blanca sureño	0	1	1	2	0.25
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	1	1	1	3	0.375
			2	3	3	8	1

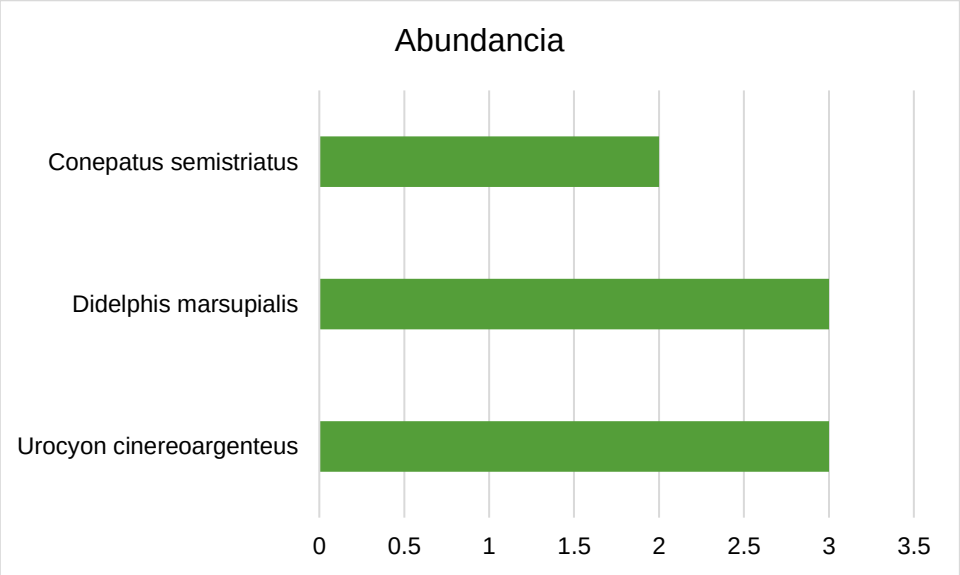


Figura 83. Riqueza y abundancia de mamíferos en el AP

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad baja y una distribución uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 87. Índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos presente en el AP

Índice	Resultado
Shannon H	1.082
Simpson 1-D	0.656
Equidad de Pielou J	0.985

Asimismo, se realizó una evaluación del trabajo de campo en función del esfuerzo del muestreo mediante una curva de acumulación de especies y el empleo de estimadores no paramétricos

Como resultado, encontramos que en cada uno de los grupos taxonómicos estudiados se acercó a la asíntota de la curva, lo cual nos indica que encontramos arriba del 90 % de las especies esperadas.

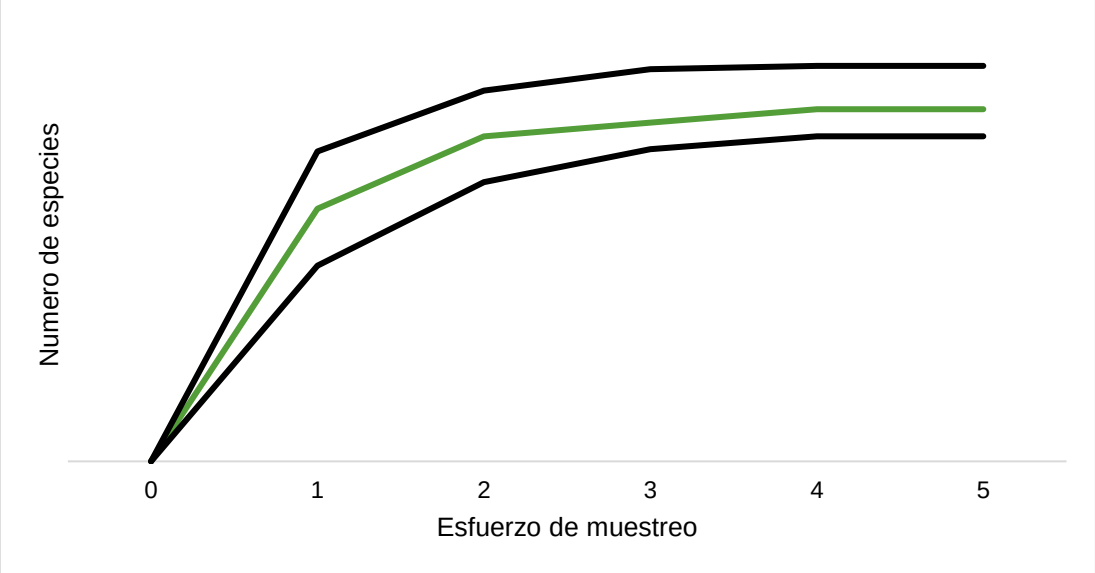


Figura 84. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en el AP

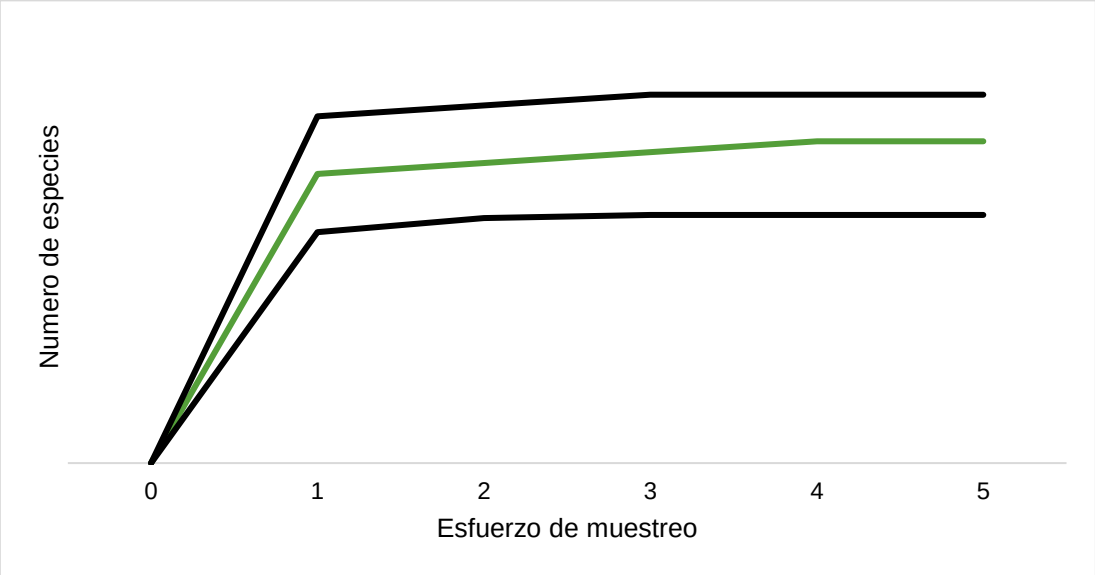


Figura 85. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en el AP

IV.1.6.3 Especies vulnerables en SAR y AP (especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010)

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies presentes en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional (SAR) reside en el hecho de conocer el impacto que tienen los individuos en la zona de estudio. De esta manera, se revisó el estatus de riesgo de las especies presentes de acuerdo con la Norma Oficial para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (**NOM-O59- 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.

Para el caso particular del SAR y AP del Proyecto se reconoce a las siguientes especies bajo alguna categoría de riesgo según la Norma en comento:

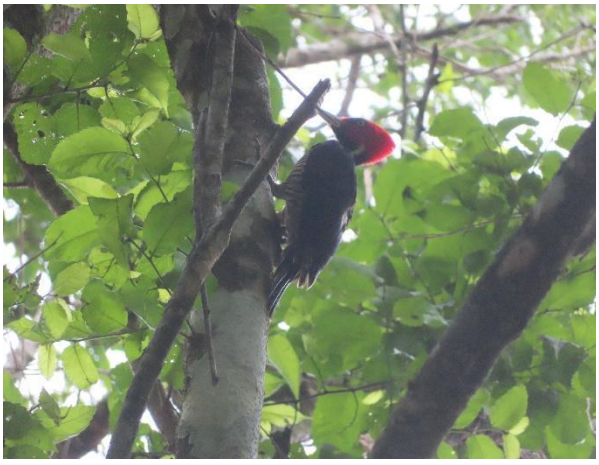
Cuadro 88. Especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de importancia para el Proyecto debido a su registro en SAR y AP

Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	UICN	REGISTRO
Ramphastidae	Tucancillo Pico Canoa	*Ramphastos sulfuratus*	A	LC	SAR, AI y AP
Strigidae	Búho Barrado Albinegro	*Ciccaba nigrolineata*	A	LC	SAR
Geoemydidae	Tortuga mojina de monte	*Rhinoclemmys areolata*	A	NT	SAR
Atelidae	Mono Araña Centroamericano	*Ateles geoffroyi*	P	EN	SAR
Ramphastidae	Tucancillo Collarejo	*Pteroglossus torquatus*	Pr	LC	AI y AP
Picidae	Carpintero pico plateado	*Campephilus guatemalensis*	Pr	LC	AI

avesmx.conabio.gob.mx



Ramphastos sulfuratus



Campephilus guatemalensis



Rhinoclemmys areolata



Ateles geoffroyi

Figura 86. Fotografías de algunas especies de fauna avistadas en el SAR, AI y AP

IV.1.1.1 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, ecológicos 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:

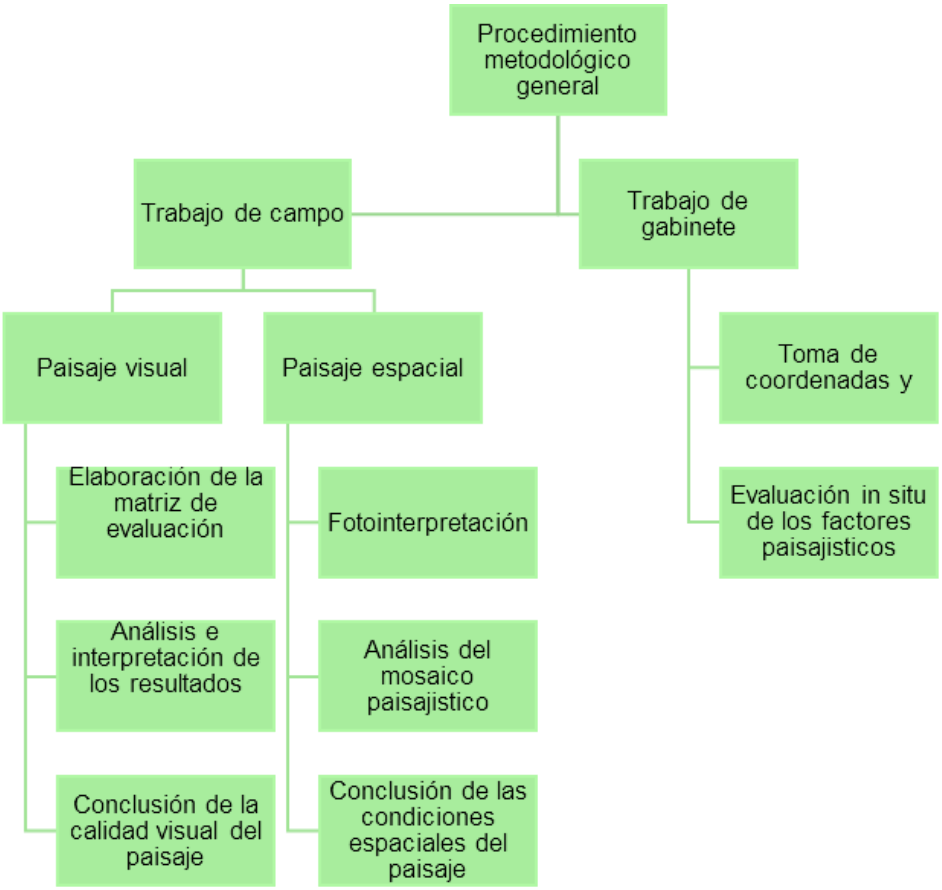


Figura 87. Metodología de evaluación de calidad del paisaje

IV.1.1.1.1 Metodología del Diagnóstico del Paisaje Visual

Para estimar las condiciones visuales del paisaje en el área correspondiente al trazo de la avenida 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 89. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Geomorfología	Relieve con formas poco comunes o ampliamente llamativas: Cadenas montañosas con riscos, cañadas, cañones, monolitos, etc. Valles con sistemas de dunas o elementos rocosos de gran tamaño.	Formas erosivas naturales interesantes. Relieve del terreno amplio, pero sin llegar a formar sistemas montañosos. Las formas en el terreno son llamativas, pero no de grado excepcional.	Terreno que llega a formar colinas o valles con elementos moderadamente destacados.	Relieve en el terreno que puede llegar a formar pequeñas colinas o valles con suaves depresiones.	Planicies sin ningún elemento atractivo visualmente como depresiones, cañones, formaciones rocosas, etc.
Valor	5	4	3	2	1
Vegetación	Componente florístico sin alteración aparente. Los elementos que la componen muestran atractivas y numerosas texturas, formas, tamaños, colores, etc.	Vegetación natural con muy bajo o inapreciable impacto por el hombre. Muestra variables importantes en la textura, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos que la componen.	Texturas, tamaños, colores y formas de los elementos florísticos de una variabilidad moderada. La vegetación presenta un evidente, aunque moderado impacto en su composición, cobertura, arreglo y configuración natural.	Las variaciones en las características de los elementos que componen la vegetación son bajas. Las condiciones de la vegetación natural se aprecian alteradas de forma importante, tanto en la composición, como en la cobertura y configuración de sus componentes florísticos.	Terreno sin presencia de vegetación o vegetación compuesta de elementos alóctonos o secundarios. Las texturas, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos no muestran un atractivo visual de importancia.
	5	4	3	2	1
Fauna	Presencia visual o auditiva de manera permanente de diferentes grupos faunísticos, tanto vertebrados como invertebrados. Especies altamente llamativas que pueden, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia constante de fauna silvestre moderadamente llamativa, que puede, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia moderada de fauna silvestre que no forma grandes congregaciones.	Presencia ocasional de distintos grupos de fauna silvestre que pueden, o no, ser atractivas visual o auditivamente. Ocasionalmente se puede llegar a ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.	Presencia nula o casi nula de fauna silvestre atractiva. Ocasionalmente se puede ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.
Valor	5	4	3	2	1

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Agua	Elemento que realza en extremo el atractivo visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. En todos los casos el agua se muestra limpia y sin malos olores.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y sin malos olores	Cuerpos o corrientes de agua pequeños que pueden ser perennes o intermitentes realzando moderadamente la calidad visual del paisaje. El agua se aprecia levemente contaminada y con mal olor.	Corrientes o cuerpos de aguas poco contrastantes que usualmente son intermitentes. Sus aguas se aprecian contaminadas en una medida importante y presentan mal olor.	Corrientes o cuerpos de agua, ausentes, efímeros, intermitentes, perennes o poco perceptibles que apenas realzan la calidad visual del paisaje. Sus aguas se muestran muy contaminadas y con olores nauseabundos.
Valor	5	4	3	2	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Moderada combinación y realce del factor color en el paisaje.	Poca combinación de colores en el paisaje. Los tonos suelen ser apagados y poco contrastantes.	Totalidades de colores apagados y casi monocromáticos, que no realzan la calidad visual del paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
Fondo escénico	El paisaje circundante a la superficie de muestreo realza fuertemente la calidad visual del paisaje. Habitualmente el fondo escénico se compone de macizos montañosos conservados.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos montañosos de calidad aceptable, realzando la calidad visual del paisaje.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de una topografía que puede, o no, superar a las colinas en relieve. La vegetación se encuentra moderadamente aceptable. Se pueden llegar a ver elementos antrópicos como casas o tierras de cultivo	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos poco atractivos. Es posible visualizar casas, tierras de cultivo, ganado en pastoreo, etc.	El fondo escénico se compone total o casi en su totalidad de elementos antrópicos como casas, carreteras, tierras de cultivo, zonas pecuarias, etc.
Valor	5	4	3	2	1
Singularidad y rareza	Paisaje de alta singularidad que muestra elementos paisajísticos únicos o poco usuales.	Paisaje poco común a nivel regional. Los elementos compositivos denotan una alta armonía.	Paisaje común a nivel regional, pero a nivel local resulta atractivo. Puede presentar algunos elementos compositivos particulares que resalta su calidad visual.	Muy común a nivel regional. A escala local suele presentar un atractivo moderado. Los elementos que lo componen resultan en su mayoría homogéneos	Muy común incluso a nivel local. Los elementos que lo componen, además de ser comunes, resultan poco atractivos en el paisaje.

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Valor	5	4	3	2	1
Grado de alteración humana	Paisaje sin evidencia de alteración humana.	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista.	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad visual al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
Valor	5	4	3	2	1

Se seleccionaron 10 sitios de observación distribuidos a lo largo del eje donde se pretende modernizar el camino de terracería. 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 90. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto.

ID	Coordenada X	Coordenada Y
SO 1	777772	2005847
SO 2	778746	2004252
SO 3	778603	2001528
SO 4	778378	1999720
SO 5	776679	1998681
SO 6	777134	2001042
SO 7	779773	1999905
SO 8	780259	2003223
SO 9	776625	2004879
SO 10	780034	2006218



Punto observación 3



Punto observación 5

	
Punto observación 6	***Punto observación 8***

Figura 88. Fotografías de algunos puntos de observación

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.

Cuadro 91. Clasificación de la calidad del paisaje

Clasificación	Rango
Muy alta	33.6 - 40
Alta	27.2 - 33.5
Media	20.8 - 27.1
Baja	14.4 - 20.7
Muy baja	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 92. 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	
Geomorfología	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0
Vegetación	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	2.9
Fauna	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	2.5	2.5
Agua	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1.2
Color	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	2	3	2.8
Fondo escénico	2.5	2.5	3	3	2.5	2.5	2.5	2.5	3	2.5	2.6
Singularidad o rareza	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.8
Grado de alteración humana	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	2.9
Calidad paisajística por sitio	18.5	18.5	21.5	21.5	21	21	21	21	23.0	21	**20.7**

Con base en los resultados del cuadro anterior, se desprende que la calidad visual del paisaje a nivel local es “Baja” con sitios que presentan calidad visual “Media”. En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas de pastizal y algunos puntos con vegetación de selva mediana Subperennifolia, así como asentamientos humanos, actividades de agricultura, tala y potreros.

El grado de impacto que podría tener el presente proyecto hacia la calidad visual del paisaje que actualmente se registra, se considera como “bajo”, partiendo del hecho de que el camino ya se encuentra en operación y a la predominancia de áreas de pastizal. Aunado a lo anterior, el trazo de la carretera ha sido debidamente planeado y será realizado de acuerdo con 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 local se estima como Baja, de acuerdo a la evaluación realizada en campo. Los principales elementos de origen antropogénico que dominan el paisaje local corresponden a pastizal asentamientos humanos 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.1.2 Medio socioeconómico

El proyecto se ubica en el municipio de Candelaria, en el estado de Campeche, El municipio de Candelaria se encuentra al sureste del territorio del estado de Campeche entre los paralelos 17° 49′ 00″ y 18° 30′ 39″ de latitud norte y los meridianos 90° 14′ 00 y 91° 19′ 42″ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Colinda al norte con el municipio de Escárcega; al sur con la República de Guatemala y el estado de Tabasco; al este con el municipio de Calakmul y al oeste con el municipio de Carmen.

IV.1.2.1 Población

El municipio de Candelaria tiene un extensión territorial de 5,6669.5 km2, lo cual representa el 9.9% del territorio estatal. Así mismo presenta una densidad poblacional de 8.3 habitantes /km2. Cuenta con al menos 615 localidades de las cuales tres presentan el mayor número de habitantes y son Candelaria con 11,121 habitantes, Benito Juárez con 1329 habitantes y el Desengaño con 1257 habitantes.

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, el municipio de Candelaria cuenta con 46,913 habitantes, siendo 49.5% mujeres y 50.5 hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (5,190 habitantes), 0 a 4 años (5,019 habitantes) y 10 a 14 años (4,830 habitantes). Entre ellos concentraron el 32.1% de la población total.

Cuadro 93. Población total del municipio

Municipio	2010	2020
Candelaria	41,144	46,913

IV.1.2.2 Vivienda y servicios

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, el municipio de Candelaria cuenta 13,289 viviendas, lo cual representa el 5.1 % del total estatal. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.5. Así mismo estas viviendas presentan en proporción los siguientes servicios Drenaje el 85.8%, Agua entubada el 42.8%, Sanitario el 92.7% y Energía eléctrica el 92.4%.

Sobre los bienes que existen en cada vivienda se tiene que el 67.7% cuenta con refrigerador, el 60.6% cuenta con lavadora, el 31 % cuenta con motocicleta, el 23.3 % cuenta con vehículo y el 21.1% cuenta con bicicleta.

Estas mismas viviendas tiene acceso a computadora (9.6%), teléfono fijo (9.6%), teléfono celular (56.8%) e Internet (10.9%).

Cuadro 94. Viviendas y servicios

Total viviendas	Piso de tierra	Drenaje	Agua entubada	Energía eléctrica	Refrigerador	Internet
13,289	8.8%	85.5%	42.8%	92.4%	60.6%	10.9%

En la localidad de La Peregrina, para 2020 se censaron 94 viviendas particulares, de las cuales el 83 cuentan con luz eléctrica, 85 tienen disponibilidad de agua entubada, 13 tienen drenaje. En cuanto a bienes materiales, 6 tienen radio, 47 refrigerador, 41 tiene televisión, 17 internet y 35 al menos un celular

IV.1.2.3 Salud

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, en cuanto a la afiliación a los servicios de salud el 67.3% de la población del municipio tiene afiliación a launa institución pública de Salud. Las instituciones de salud en el municipio son DIF, SSA e IMMS-BIENESTAR. En el siguiente cuadro se observan la distribución de afiliación las instituciones de Salud.

Cuadro 95. Población con servicio de salud

Total afiliada	IMMS	INSABI	ISSSTE	IMMS-BIENESTAR	PEMEX, Defensa o Marina	Otros
67.3%	5.7%	86.1%	3.3 %	7.4%	0.4%	0.6%

IV.1.2.4 Educación

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, los niveles de escolaridad de la población de Candelaria son Básica con el 67.8%, Media superior con 14.6% y superior con 5.2%, así mismo el 12.2% no tiene escolaridad.

En cuanto a la tasa de alfabetización sobresale que el 97 .3% la población en el rango de 15 a 24 años y el 85.7 % la población en el rango de 25 años y más sabe leer y escribir. En el siguiente cuadro se ordena la asistencia escolar por rango de edad.

Cuadro 96. Asistencia escolar en el municipio.

Población total	3 a 5 años	6 a 11 años	12 a 14 años	15 a 24 años
46,913	62.3%	94.3%	82.9 %	25.%

IV.1.2.5 Desarrollo social

Antes de abordar lo referente a las actividades económicas del municipio, es oportuno mencionar que, de acuerdo con el CONEVAL, el municipio contaba para 2010 un grado de rezago social "Medio" y un Grado de marginación "Alto". En 2020, 49.5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 31% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 16%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 1.21%.

IV.1.2.6 Actividades económicas

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 68.3% de la población. Es así como el 37.3% de mujeres son económicamente activas y el 62.7% de hombres son económicamente activos.

Así mismo el 31.4% de la población no es económicamente activa y corresponde a estudiantes, personas dedicadas a los quehaceres del hogar, pensionados o jubilados y personas con limitaciones físicas.

Los sectores económicos del municipio se centran en comercio al menor, Servicios de alojamiento y preparación de alimentos, industria manufacturera y comercio al por mayor principalmente. Cabe señalar que Candelaria exporta a Estados Unidos melón, sandía y papaya.

IV.1.2.7 Población indígena

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, la población que habla lengua indígena corresponde al 6.48%, la población que solo cuya lengua es indígena es de 3.55%. Las lenguas indígenas más recurrentes son dos Chol con el 60.3% de hablantes y Tseltal con el 16.8% de hablantes. Así mismo el 1.41% de la población se considera afrodescendiente.

Con base en las "Cédulas de información básica de los pueblos indígenas de México" elaborado por el INPI se presenta el siguiente cuadro que enlista algunas características sociodemográficas del municipio de Candelaria.

Cuadro 97. Características sociodemográficas de la población indígena del municipio de Candelaria

Indicador		Total
Educación	Analfabeta	24.5 %
	Preescolar	0.3 %
	Primaria	15.8 %
	Secundaria	20.8 %
	Media superior	8.4%
	Superior	4 %

Indicador		Total
Derechohabiencia	Sin derecho	11.9 %
	Seguro popular	84.6 %
Población ocupada según sector de actividad	Primario	76.4 %
	Secundario	6.3 %
	Terciario	16.4 %
Porcentaje de viviendas ocupadas		11.2 %
Servicios en viviendas	Sin agua entubada	23.7 %
	Sin drenaje	12.3 %
	Sin electricidad	18 %
Bienes electrodomésticos	Radio	20.5 %
	Televisión	49.8 %
	Refrigerador	42 %
	Teléfono	5 %
	Internet	1.2 %
	Computadora	4.9 %
	Celular	19 %

De acuerdo con datos del INPI[19] los Ch'oles, Habitan en la región noroeste del estado de Chiapas que colinda al norte y al noroeste con el estado de Tabasco. La organización social de los ch'oles se basa en una institución identificada como junta comunitaria. Las reuniones se realizan de manera formal o informal. En estas reuniones los miembros de la comunidad se reúnen para decidir sobre asuntos de interés colectivo, como organizar faenas, buscar solución a problemas de tierras o necesidades en infraestructura, entre otros. Los sitios de reunión pueden ser el centro del poblado o al lado de una cancha de juego. La economía está basada en la agricultura en pequeñas parcelas. El maíz, frijol, papa y café son los cultivos más importantes de las tierras altas; los primeros están destinados al autoconsumo, mientras que el último se vende para obtener ingresos. Las zonas ubicadas en la planicie costera son propicias para el cultivo de caña de azúcar, arroz y frutales como el mango, plátano y cítricos. No obstante, la economía familiar no es lo suficientemente productiva para satisfacer las necesidades de la unidad doméstica; por lo tanto, la migración a centros urbanos y turísticos, entre ellos la ciudad de Palenque, para contratarse como trabajadores asalariados, es una alternativa que deben afrontar muchos ch'oles.

Un número importante de profesionistas de este Pueblo Indígena forman parte de la economía del país, desarrollándose dentro de su propia especialización.

De acuerdo con datos del INPI[20], el pueblo Tseltal habla variantes lingüísticas pertenecientes a la familia lingüística maya. Habitan en una extensa zona del estado de Chiapas; la mayor parte de ellos habita en la región conocida como los Altos, y un número menor se asienta en el norte

[19] http://atlas.inpi.gob.mx/1590-2/

[20] http://atlas.inpi.gob.mx/tseltales-tzeltales-etnografia/

de la entidad. Las comunidades se dividen en barrios o secciones. La vida comunitaria gira alrededor del teklum o centro ceremonial y cabecera del municipio; el resto de la población habita en parajes que se distribuyen en todo el territorio de la comunidad. Cada persona posee tres nombres: el primero es el nombre de pila ladino, el segundo es un apellido de origen hispano y el tercero es un apellido de origen indígena, generalmente tomado de una planta, animal o un fenómeno natural. Generalmente, el grupo doméstico corresponde a una familia extensa compuesta por una pareja, hijos solteros o casados, con sus respectivas esposas e hijos. El hombre de más edad controla al grupo, detenta las tierras y organiza las actividades agrícolas. La principal actividad económica es la agricultura. La producción en los Altos es raquítica e insuficiente para satisfacer las necesidades familiares, debido a que las tierras se encuentran sumamente fraccionadas y su explotación ha aumentado por el crecimiento poblacional; a lo anterior se suma la mala calidad de las tierras cuyos terrenos son escarpados, deslavados y erosionados. El maíz es el principal cultivo y absorbe el trabajo de casi todo el año; se cultiva mediante las técnicas de roza, tumba y quema, con el auxilio de azadón, arado de palo, machete y el hacha. Debido a que la cosecha no cubre las mínimas necesidades alimentarías de la familia, los tzeltales se ven obligados a buscar trabajo como asalariados en el Soconusco, o a emigrar en forma definitiva, principalmente a la selva lacandona. En la parte baja, de mejores condiciones productivas, se cultiva fundamentalmente café y cacahuate. Es poca la importancia de la ganadería, ya que el ganado mayor es prácticamente inexistente en la parte alta y en la baja los pastizales son controlados por los mestizos.

Así mismo de acuerdo con información de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, el SAR y AP del proyecto estaría inmerso en la Región indígena denominada “Maya”. La región Maya es una de las más extensas y pobladas, ya que abarca casi por completo la Península de Yucatán; sin embargo, llama la atención que pese a ser una de las regiones con mayor población indígena, ésta no alcanza el 50 por ciento de la población total. Respecto del total de población indígena, los mayas representan más del 95 por ciento, y en la región habita poco más del 97 por ciento de la población maya de México. En los municipios de Campeche se encuentran núcleos importantes de población chol; otros grupos presentes en la región son kanjobal y mame. En esta región se observa una gran diversidad etnolingüística, motivada por la presencia de uno de los puntos turísticos más importantes del país, Cancún, ciudad que se presenta como un fuerte punto de atracción para la población migrante. Por ello, no debe extrañarse la presencia de contingentes de población nahua, totonaca, tzotzil y zapoteca en esta zona de la República

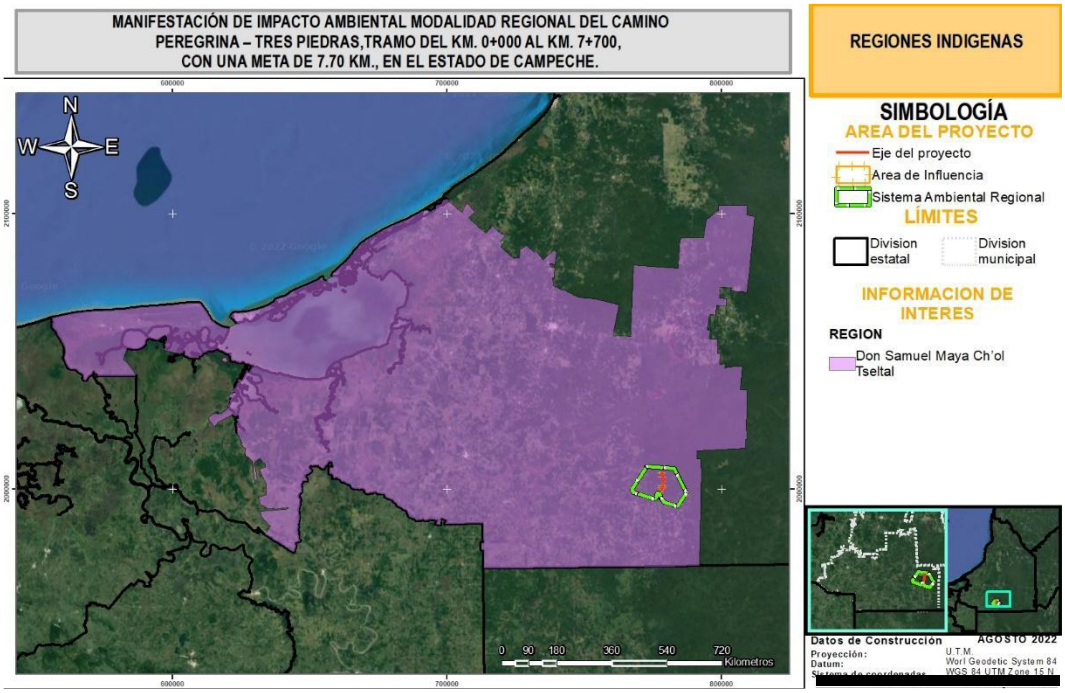


Figura 89. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones Indígenas

IV.2 Diagnostico 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.

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 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 98.Componentes ambientales susceptibles a ser impactados

Componente	Factor
Agua	Cantidad
	Calidad
Suelo	Calidad
	Conservación (erosión y compactación)
Aire	Calidad
	Sonido (ruido)
Flora	Abundancia y diversidad
	Conectividad (fragmentación)
Fauna	Hábitat
	Anfibios y reptiles
	Aves y quirópteros
	Mamíferos terrestres
Paisaje	Calidad visual
Socioeconómico	Empleo
	Comercio

IV.2.1 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 99. 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 100. Valoración de los componentes ambientales

Componente	Factor	Valor	Descripción
Agua	Cantidad	0.25	De acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 800 a 1200 mm.
	Calidad	0.25	De acuerdo con el Mapa de Regiones Hidrológicas de México (RH), la totalidad del SAR se encuentra inmerso en la RH 30 denominada “Grijalva - Usumacinta” y se encuentra dentro de la Cuenca RH 30 “Laguna de Términos”. Asimismo, la mayor parte del SAR (99.23 %) se encuentra dentro de la subcuenca RH30Cf “Varias” y el resto en la subcuenca RH30Cg “R. Caribe” en el siguiente cuadro se muestran las proporciones presentes en el SAR, AI y DDV. . En el caso del SAR, este se encuentra inmerso dentro del acuífero “Península de Yucatán”.
Suelo	Calidad	0.25	Se percibe en las inmediaciones del área del proyecto áreas ocupadas por actividades de agricultura y asentamientos humanos.
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	Dentro del SAR, según el Mapa de Degradación de INEGI, se identifica que no hay datos disponibles respecto a dicho tema.
Aire	Calidad	0.50	Se considera como en condiciones cotidianas a una zona predominantemente rural. Aunque es de destacarse que las localidades donde inicia y termina el trazo no tienen ninguna fuente fija o móvil que genere emisiones a la atmosfera ya sea de ruido o partículas al aire además de las emitidas por el paso de vehículos
	Sonido (ruido)	0.50	
Flora	Abundancia y diversidad	0.50	De acuerdo con los resultados del muestreo del SAR y AI; y una vez realizado el análisis de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de **86** especies pertenecientes a **39** familias diferentes, de las cuales la Rubiáceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 8 especies, seguida de las familias Fabácea y Sapindácea con 7 especies cada una. Por otra parte, es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y *Cryosophila stauracantha* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* y *Cedrela odorata* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Sujeta protección especial (Pr). **Estrato arbóreo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 53 especies, entre las especies que sobresalen están *Spondias mombin* con un IVI de 15.81, un IDR de 11.64, una abundancia de 116.67 ind/ha y un IS de 0.228; le sigue *Cecropia peltata* con un IVI de 15.80, un IDR de 12.46, con una abundancia de 138.89 ind/ha y un IS de 0.251; por último, *Pouteria reticulata* con un IVI de 14.88, un IDR de 11.55, con una abundancia de 119.44 ind/ha y un IS de 0.231. **Estrato arbustivo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 59 especies, entre las especies que sobresalen están *Trema micrantha* con un IVI de 31.65, un IDR de 30.85, una abundancia de 272.22 ind/ha y un IS de 0.139;
	Conectividad (fragmentación)	0.50	

Componente	Factor	Valor	Descripción
			le sigue *Cecropia peltata* con un IVI de 23.32, un IDR de 22.53, con una abundancia de 144.44 ind/ha y un IS de 0.089; por último, *Piper yucatanense* con un IVI de 20.39, un IDR de 15.63, con una abundancia 761.11 ind/ha y un IS de 0.261 **Estrato palmeras** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Cryosophila stauracantha* con un IVI de 95.21, un IDR de 67.94, una abundancia de 177.78 ind/ha y un IS de 0.367 y *Chamaedorea seifrizii* con un IVI de 87.69, un IDR de 60.41, con una abundancia 166.67 ind/ha y un IS de 0.368. **Estrato enredaderas** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Amphilophium crucigerum* con un IVI de 204.99, un IDR de 163.32, una abundancia de 1 i554.44 nd/ha y un IS de 0.149 y *Paullinia cururu* **Resultados en el Área del Proyecto** De acuerdo con los resultados del muestreo y una vez realizado el análisis de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de **59** especies pertenecientes a **21** familias diferentes, de las cuales la Piperaceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 12 especies, seguida de las familias Fabácea con 11 especies y Rubiaceae con 7 especies cada una. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros. Por otra parte, es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y *Cryosophila stauracantha* se encuentran listadas en la norma de referencia con categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* se encuentra listada en la norma de referencia con categoría de Sujeta protección especial (Pr). **Estrato arbóreo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Sapindus saponaria* con un IVI de 22.43, un IDR de 18.17, una abundancia de 150 ind/ha y un IS de 0.295, seguida de *Trema micrantha* con un IVI de 17.44, un IDR de 15.31, con una abundancia 127.78 ind/ha y un IS de 0.273 y por último *Cecropia peltata* con un IVI de 16.23, un IDR de 14.11, una abundancia de 122.22 nd/ha y un IS de 0.267. **Estrato arbustivo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Oeceoclades maculata* con un IVI de 41.70, un IDR de 37.85, una abundancia de 4,211.11 ind/ha y un IS de 0.365, seguida de *Brosimum alicastrum* con un IVI de 38.98, un IDR de 37.06, con una abundancia 4,177.78 ind/ha y un IS de 0.364, *Sapindus saponaria* con un IVI de 21.43, un IDR de 19.50, una abundancia de 1,211.11 ind/ha y un IS de 0.219 y por ultimo

<table>
<tr><th>Componente</th><th>Factor</th><th>Valor</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>Aspidosperma megalocarpon con un IVI de 16.30, un IDR de 10.53, una abundancia de 1,144.44 nd/ha y un IS de 0.212.

<u>Estrato palmeras</u>

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están Chamaedorea seifrizii con un IVI de 117.32, un IDR de 77.32, una abundancia de 200 ind/ha y un IS de 0.270, Cryosophila stauracantha con un IVI de70.06, un IDR de 50.06, con una abundancia 11.11 ind/ha y un IS de 0.122 y Desmoncus chinantlensis con un IVI de 64.35, un IDR de 44.35, con una abundancia 66.67 ind/ha y un IS de 0.334

<u>Estrato enredaderas</u>

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 5 especies, entre las especies que sobresalen están Amphilophium crucigerum con un IVI de 161.06, un IDR de 127.72, una abundancia de 1,644.44 ind/ha y un IS de 0.255, seguida por Bignonia potosina con un IVI de 60.90, un IDR de 49.79, con una abundancia 400 ind/ha y un IS de 0.300 y Paullinia cururu con un IVI de 47.88, un IDR de 14.54, con una abundancia 277.78 ind/ha y un IS de 0.251.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Fauna</td><td>Hábitat</td><td>0.75</td><td rowspan="4"><u>Para el SAR</u> contabilizaron un total de 133 individuos, repartidos entre 32 especies pertenecientes al grupo de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza para fauna.

Cuadro. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

<table><tr><th></th><th>Riqueza</th><th>Abundancia</th></tr><tr><td>Ornitofauna</td><td>21</td><td>71</td></tr><tr><td>Herpetofauna</td><td>6</td><td>42</td></tr><tr><td>Mastofauna</td><td>5</td><td>20</td></tr><tr><td>Total</td><td>32</td><td>133</td></tr></table>
AVES EN EL SAR. Este grupo faunístico está representado por 17 familias con 21 especies y una abundancia de 71 individuos. Las especies más abundantes son Pitangus sulphuratus y Columbina Talpacoti. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies Ramphastos sulfuratus (Tucancillo Pico Canoa) y Ciccaba nigrolineata (Búho Barrado Albinegro) se encuentran listadas con categoría de Amenazada (A).

HERPETOFUANA EN EL SAR. Este grupo faunístico está representado por 5 familias con 6 especies y una abundancia de 42 individuos. La especie más abundante es son Trachycephalus vermiculatus con 30 registros. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-</td></tr>
<tr><td>Anfibios y reptiles</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>Aves y quirópteros</td><td>0.50</td></tr>
<tr><td>Mamíferos terrestres</td><td>0.25</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Componente</th><th>Factor</th><th>Valor</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
059-SEMARNAT-2010), que la especie Rhinoclemmys areolata (Tortuga mojina de monte) se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).

MAMIFEROS EN EL SAR. Este grupo faunístico está representado por 5 familias con 5 especies y una abundancia de 20 individuos. La especie más abundante es son Ateles geoffroyi con 11 registros. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie Ateles geoffroyi (Mono Araña Centroamericano) se encuentra listada con categoría de en Peligro de extinción (P).

<u>Para el Área de influencia (AI</u>) se contabilizaron un total de 48 individuos, repartidos entre 15 especies pertenecientes al grupo de aves y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza de fauna.

Cuadro. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área de influencia
<table>
<tr><th></th><th>Riqueza</th><th>Abundancia</th></tr>
<tr><td>Ornitofauna</td><td>13</td><td>43</td></tr>
<tr><td>Mastofauna</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>15</td><td>48</td></tr>
</table>
AVES EN EL AI. Este grupo faunístico está representado por 9 familias con 13 especies y una abundancia de 43 individuos. Las especies más abundantes son Progne chalybea y Crotophaga sulcirostris el primero con 8 registros y el segundo con 5 registros. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies Pteroglossus torquatus (Tucancillo Collarejo) y Campephilus guatemalensis (Carpintero pico plateado) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie Ramphastos sulfuratus (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).

MAMIFEROS EN EL AI. Este grupo faunístico está representado por 2 familias con 2 especies y una abundancia de 3individuos. Las dos especies registradas son Dasypus novemcinctus y Procyon.

<u>Para el Área del Proyecto (AP)</u> se contabilizaron un total de 55 individuos, repartidos entre 18 especies pertenecientes al grupo de aves y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza de fauna.
Cuadro. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área del Proyecto
<table>
<tr><th></th><th>Riqueza</th><th>Abundancia</th></tr>
<tr><td>Ornitofauna</td><td>15</td><td>47</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Componente</th><th>Factor</th><th>Valor</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td>Mastofauna</td><td>3</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>18</td><td>55</td></tr>
</table>
AVES EN EL AP. Este grupo faunístico está representado por 10 familias con 15 especies y una abundancia de 47 individuos. Las especies más abundantes son Crotophaga sulcirostris, Progne chalybea, Quiscalus mexicanus y Volatinia jacarina; la primera con un registro de 8 y las consecuentes con 4 registros de individuos respectivamente. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies Pteroglossus torquatus (Tucancillo Collarejo) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie Ramphastos sulfuratus (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).

MAMIFEROS EN EL AP. Este grupo faunístico está representado por 3 familias con 3 especies y una abundancia de 8 individuos. Las tres especies registradas son Urocyon cinereoargenteus, Dasypus novemcinctus y Procyon lotor.
</td></tr>
<tr><td>Paisaje</td><td>Calidad visual</td><td>0.25</td><td>La calidad visual del paisaje a nivel local es Baja. En términos descriptivos la zona del proyecto está dividido por áreas completamente perturbadas usadas para agricultura y asentamientos humanos, además de zonas con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

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 de ganadería.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Socioeconómico</td><td>Bienestar social</td><td>0.25</td><td>El municipio de Candelaria tiene un extensión territorial de 5,6669.5 km2, lo cual representa el 9.9% del territorio estatal. Así mismo presenta una densidad poblacional de 8.3 habitantes /km2. Cuenta con al menos 615 localidades de las cuales tres presentan el mayor número de habitantes y son Candelaria con 11,121 habitantes, Benito Juárez con 1329 habitantes y el Desengaño con 1257 habitantes.

De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, el municipio de Candelaria cuenta con 46,913 habitantes, siendo 49.5% mujeres y 50.5 hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (5,190 habitantes), 0 a 4 años (5,019 habitantes) y 10 a 14 años (4,830 habitantes). Entre ellos concentraron el 32.1% de la población total.

De acuerdo con el CONEVAL, el municipio contaba para 2010 un grado de rezago social “Medio” y un Grado de marginación “Alto”. En 2020, 49.5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 31% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 16%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 1.21%.</td></tr>
<tr><td>Bienestar económico</td><td>0.25</td><td>De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 68.3% de la población. Es así como el 37.3% de mujeres son económicamente activas y el 62.7% de hombres son económicamente activos.

Así mismo el 31.4% de la población no es económicamente activa y corresponde a estudiantes, personas dedicadas a los</td></tr>
</table>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			quehaceres del hogar, pensionados o jubilados y personas con limitaciones físicas. Los sectores económicos del municipio se centran en comercio al menor, Servicios de alojamiento y preparación de alimentos, industria manufacturera y comercio al por mayor principalmente. Cabe señalar que Candelaria exporta a Estados Unidos melón, sandía y papaya

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 101. Unidades de Importancia

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
Agua	Cantidad	0.25	10.00	20
	Calidad	0.25	10.00	
Suelo	Calidad	0.25	15.00	30
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15.00	
Aire	Calidad	0.50	10.00	20
	Sonido (ruido)	0.50	10.00	
Flora	Abundancia y diversidad	0.50	15.00	30
	Conectividad (fragmentación)	0.50	15.00	
Fauna	Hábitat	0.75	20.00	50
	Anfibios y reptiles	0.25	10.00	
	Aves y quirópteros	0.50	10.00	
	Mamíferos terrestres	0.25	10.00	
Paisaje	Calidad visual	0.25	30.00	30
Socioeconómico	Bienestar social	0.25	10.00	20
	Bienestar económico	0.25	10.00	
Total		**6.5**	**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 102. Unidades de Importancia

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del Factor
Agua	Cantidad	0.25	10.00	2.50
	Calidad	0.25	10.00	2.50
Suelo	Calidad	0.25	15.00	3.75
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15.00	3.75
Aire	Calidad	0.50	10.00	5.00
	Sonido (ruido)	0.50	10.00	5.00
Flora	Abundancia y diversidad	0.50	15.00	7.50
	Conectividad (fragmentación)	0.50	15.00	7.50
Fauna	Hábitat	0.75	20.00	15.00
	Anfibios y reptiles	0.25	10.00	2.50
	Aves y quirópteros	0.50	10.00	5.00
	Mamíferos terrestres	0.25	10.00	2.50
Paisaje	Calidad visual	0.25	30.00	7.50
Socioeconómico	Bienestar social	0.25	10.00	2.50
	Bienestar económico	0.25	10.00	2.50
Total		**6.5**	**200**	**75**

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.

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente) * 100}{(UI\ del\ componente)}$$

En el siguiente Cuadro las unidades de importancia establecidas se colocan al lado del componente correspondiente.

Cuadro 103. Valoración de la calidad por componente

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del factor	Valor del Componente	Calidad (%)
Agua	Cantidad	0.25	10.00	2.50	20.00	12.50
	Calidad	0.25	10.00	2.50		12.50
Suelo	Calidad	0.25	15.00	3.75	30.00	50.00
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15.00	3.75		12.50
Aire	Calidad	0.50	10.00	5.00	20.00	25.00
	Sonido (ruido)	0.50	10.00	5.00		25.00
Flora	Abundancia y diversidad	0.50	15.00	7.50	30.00	25.00
	Conectividad (fragmentación)	0.50	15.00	7.50		25.00
Fauna	Hábitat	0.75	20.00	15.00	50.00	30.00
	Anfibios y reptiles	0.25	10.00	2.50		5.00
	Aves	0.50	10.00	5.00		10.00
	Mamíferos terrestres	0.25	10.00	2.50		5.00
Paisaje	Calidad visual	0.25	30.00	7.50	30.00	25.00
Socioeconómico	Bienestar social	0.25	10.00	2.50	20.00	12.50
	Bienestar económico	0.25	10.00	2.50		12.50
Total		**6.50**	**200.00**	**75.00**	**200.00**	**287.50**

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima respectivamente.

Cuadro 104. Rangos de calidad

Calidad	Nivel	Porcentaje
Muy alta/Optima	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 105. Calidad de cada componente

Componente	Calidad del componente (%)	
Agua	25	Baja
Suelo	63	Alta
Aire	50	Media
Flora	50	Media
Fauna	50	Media
Paisaje	25	Baja
Socioeconómico	25	Baja

IV.3 Conclusiones

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.

Derivado del trabajo de campo se concluyó que el uso del suelo y vegetación reportado por INEGI en el Área de Proyecto (LC) tuvo diferencias con lo observado en campo, en general se tienen 4 clasificaciones, de las cuales pastizal cultivado es el más representativo con el 58% de ocupación en la superficie a aprovecharse por la modernización del proyecto, seguido es el camino existente por con 22 %,le sigue vegetación de selva mediana subperennifolia con el 13% y por ultimo asentamientos humanos con 7%.

Cabe señalar que el proyecto contempla el aprovechamiento en su totalidad del camino existente, pero será necesaria la remoción de vegetación en la línea de ceros del proyecto, por lo que será necesario Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en 1.4693 ha de vegetación selva median subperennifolia. De acuerdo con los muestreos realizados la afectación será a 24,640 individuos de los cuales, el 6% (1,358 individuos) corresponde a individuos de porte arbóreo, 79% (19,346 individuos) a arbustos, 14% (3,496 individuos) a enredaderas y 2% (441 individuos) a palmeras.

Para los casos de la vegetación y fauna se identifica que existen especies sujetas a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación 14/11/2019) o de importancia ecológica presentes en el AP y así como en el SAR, por lo que, en el capítulo VI se describen las 0medidas de mitigación y compensación ambiental, entre las cuales se proponen “Programa de rescate de rescate y reubicación de flora” y Programa de rescate de rescate y reubicación de fauna”, donde se especifican los protocolos a seguir en caso de encontrase 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

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

CONTENIDO

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.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 23

V. 1.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA DE PROYECTO 23
V. 1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL 24

V.4. IMPACTOS RESIDUALES 31

V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS 33

V.6. CONCLUSIÓN 35

FIGURAS

FIGURA 1. NÚMERO DE IMPACTOS POR SU NATURALEZA (POSITIVOS Y NEGATIVOS) 16
FIGURA 2. NÚMERO DE IMPACTOS POR ETAPA DEL PROYECTO..... 16
FIGURA 3. NÚMERO DE IMPACTOS POR ACTIVIDAD 17
FIGURA 4. NÚMERO DE IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL 18

CUADROS

CUADRO 1. FACTORES AMBIENTALES 2
CUADRO 2. ACTIVIDADES DEL PROYECTO 4
CUADRO 3. EJEMPLO DE MATRIZ DE DOBLE ENTRADA 4
CUADRO 4. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 5
CUADRO 5. CRITERIOS DEL MÉTODO CONESA 7
CUADRO 6. MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA 10
CUADRO 7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CON EL MÉTODO CONESA 12
CUADRO 8. IMPACTOS MODERADOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO 19
CUADRO 9. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA EN EL AP. 26
CUADRO 10. ESPECIES DE AVES PRESENTES EN EL AP 30
CUADRO 11 ESPECIES DE MAMÍFEROS PRESENTES EN EL AP 30

CUADRO 12. IMPACTOS RESIDUALES IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO _____ 32
CUADRO 13. IMPACTOS ACUMULATIVOS PARA EL PROYECTO_____ 34

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

V.1. Identificación de impactos

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto, se tomó en cuenta la siguiente información:

- **Capítulo II.** Relativo a la descripción del proyecto y sus alternativas, de donde se obtuvo información sobre las obras y actividades que pudieran provocar modificaciones en el medio.
- **Capítulo IV.** Concerniente a la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de la problemática detectada en el área de influencia del proyecto que permiten visualizar un estado inicial (línea base o cero) de las características de los componentes[1] y factores ambientales[2]. 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

[1] 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.
[2] El término *factor ambiental* se refiere a un concepto de descripción sencilla y excluyente de otros, propio de la subdivisión para cada componente ambiental, se trata de un elemento del ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio.

factor ambiental y puede ser benéfico o perjudicial), resultando en un total de 24 factores ambientales (Cuadro 1).

Asimismo, derivado del análisis de la información del Capítulo II de la presente MIA-R se realizó un listado de las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas, y también algunos aspectos derivados de las mismas como pueden ser la generación de residuos y emisiones (Cuadro 2).

Cuadro 1. Factores ambientales

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
Suelo	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).
Geología y geomorfología	F05	Relieves	Se refiere a las características topográficas naturales del terreno.
Hidrología superficial	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.
Hidrología subterránea	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.
Aire	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 refiera a las características, dentro de una extensión reducida y homogénea, de los factores climáticos tales como temperatura, precipitación,

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
			fenómenos climáticos (tormentas, lluvias, granizadas, humedad, etc.).
	F13	Ruido y vibraciones	Presencia de niveles de ruido y emisiones vibratorias perceptibles.
Fauna	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.
Flora	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.
Socioeconómico	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.
Paisaje	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
Preparación del sitio	Desmonte
	Despalme
Construcción	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
Operación y mantenimiento	Tránsito vehicular diurno y nocturno
	Programa de mantenimiento

V. 1.2 Matriz de interacción

Para la identificación de los impactos ambientales, se aplicó una matriz de doble entrada, que permite relacionar las actividades del proyecto (columnas) con los factores ambientales (filas). De manera visual la estructura empleada en la matriz de interacción se presenta a continuación:

Cuadro 3. Ejemplo de matriz de doble entrada

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO
		Ai … Aj
FACTOR AMBIENTAL	**F_{01}…, 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		PS-13	CO-01	CO-09			CO-19	CO-26			5
Uso de Suelo		PS-14									1
Procesos Erosivos		PS-15	CO-02								2
Calidad del Suelo					CO-13	CO-16	CO-20	CO-27	OP-01	OP-10	6
Relieves			CO-03								1
Cauces	PS-01	PS-16	CO-04					CO-28			4
Calidad del agua superficial			CO-05				CO-21		OP-02	OP-11	4
Recarga media		PS-17		CO-10			CO-22	CO-29			4
Calidad del aire	PS-02	PS-18	CO-06	CO-11	CO-14	CO-17	CO-23	CO-30	OP-03		9
Microclima	PS-03						CO-24				2
Ruido y vibraciones	PS-04	PS-19	CO-07	CO-12	CO-15	CO-18	CO-25	CO-31	OP-04		9
Abundancia de fauna	PS-05								OP-05		2
Especies de fauna en alguna categoría bajo la	PS-06								OP-06		2

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	
NOM-059-SEMARNAT-2010											
Distribución de fauna	PS-07								OP-07		2
Abundancia de la vegetación	PS-08										1
Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	PS-09										1
Distribución de vegetación	PS-10										1
Servicios básicos									OP-08		1
Empleo y activación económica	PS-11		CO-08						OP-09		3
Calidad Visual	PS-12										1
Interacciones por actividad	12	7	8	4	3	3	7	6	9	2	61/61

V.2. Valoración de los impactos

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a su valoración. Para el caso de este proyecto se ha optado por utilizar:

Matriz de Leopold modificada. En este método se utilizan dos tipos de matrices en etapas sucesivas de análisis (1) Matriz de identificación de impactos ambientales a partir de la relación entre las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados y (2) Matriz de Importancia como primera valoración cualitativa de los impactos ambientales identificados sobre los factores ambientales. Esta matriz permite valorar tanto la agresividad de las acciones como los factores ambientales que sufrirán en mayor o menor grado las consecuencias de la actividad en cuestión. Este método considera los siguientes valores:

Magnitud. Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda de cada interacción. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.

Importancia. Valor ponderal, que da el peso relativo del impacto potencial, se escribe en la mitad inferior derecha de cada interacción. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Método Conesa. Este método propone una matriz causa-efecto o matriz de impacto, similar a la propuesta en el método de Leopold. Una vez identificados los impactos y las causas que los producen se caracterizan cada uno de los impactos identificados de acuerdo con una serie de atributos y valores, para determinar su importancia (Cuadro 5).

Cuadro 5. Criterios del método Conesa

Atributo y descripción
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
Momento (MO). 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. Los valores que puede tomar son: Largo plazo (1) = MO > 5 años Medio plazo (2) = 1 año ≤ MO ≤ 5 años Inmediato (4) = MO < 1 años
Persistencia (PS). 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 *Fugaz* si permanece menos de un año, el *Temporal* si lo hace entre uno y diez años, y el *Permanente* si supera los diez años. Los valores que puede tomar son: Fugaz (1) = PS < 1 año Temporal (2) = 1 año ≤ PS ≤ 10 años Permanente (4) = PS > 10 años
Reversibilidad (RV). 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. Los valores que puede tomar son: No aplica (0) Corto plazo (1) = RV < 1 año Medio plazo (2) = 1 año ≤ RV ≤ 10 años Irreversible (4) = RV > 10 años
Sinergia (SI). 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. Los valores que puede tomar son: Sin sinergismo (1) Sinérgico (2) Muy sinérgico (4)
Acumulación (AC). Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo. Los valores que puede tomar son Simple (1) o Acumulativo (4)
Relación Causa-Efecto (EF). 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. Los valores que puede tomar son Indirecto (1) o Directo (4)
Periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular. Los valores que puede tomar son: Irregular o aperiódico y discontinuo (1) Periódico (2) Continuo (4)

Atributo y descripción
Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la *reversibilidad* se refiere a la reconstrucción por medio naturales). Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60. Los valores que puede tomar son: No aplica (0) De manera inmediata (1) = MC < 1 año A mediano plazo (2) = 1 año ≤ MC ≤ 10 años Mitigable (4) = 10 año < MC ≤ 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:

$$I = \pm (3\,IN + 2\,EX + MO + PS + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los impactos con los métodos propuestos, así como el análisis de estos:

Cuadro 6. Matriz de Leopold modificada

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental	Relación mag/imp por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento		
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10		
Tipo de Suelo		-5/5	-5/5	-5/5			-5/5	-5/5			5	25/25
Uso de Suelo		-8/6									1	8/6
Procesos Erosivos		-6/5	-6/5								2	12/10
Calidad del Suelo					-6/5	-6/5	-8/8	-4/4	-4/6	-4/6	6	32/34
Relieves			-6/6								1	6/6
Cauces	-5/5	-5/5	-5/5					-5/5			4	20/20
Calidad del agua superficial			-5/5				-5/5		-5/5	-5/5	4	20/20
Recarga media		-5/5		-5/5			-5/5	-5/5			4	20/20
Calidad del aire	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4		9	36/36
Microclima	-8/6						-8/8				2	16/14
Ruido y vibraciones	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4		9	36/36
Abundancia de fauna	-5/5								-5/5		2	10/10
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-7/5								-7/5		2	14/10

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental	Relación mag/imp por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento		
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10		
Distribución de fauna	-4/4								-4/4		2	8/8
Abundancia de la vegetación	-7/6										1	7/6
Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-8/5										1	8/5
Distribución de vegetación	-7/5										1	7/5
Servicios básicos									+8/10		1	8/10
Empleo y activación económica	+5/5		+5/5						+5/5		3	15/15
Calidad Visual	-5/8										1	5/8
Interacciones por actividad	12	7	8	4	3	3	7	6	9	2	61/61	313/304
Relación mag/imp por actividad	69/62	37/34	40/39	18/18	14/13	14/13	39/39	27/27	33/33	9/11	300/279	

Cuadro 7. Resultados de la evaluación con el método Conesa

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
PS-01	Desmonte	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-22	Compatible
PS-02	Desmonte	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
PS-03	Desmonte	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	A mediano plazo	2	-31	Moderado
PS-04	Desmonte	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
PS-05	Desmonte	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-25	Moderado
PS-06	Desmonte	Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-37	Moderado
PS-07	Desmonte	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
PS-08	Desmonte	Abundancia de la vegetación	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-33	Moderado
PS-09	Desmonte	Especies de flora bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable	4	-49	Moderado
PS-10	Desmonte	Distribución de vegetación	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable	4	-37	Moderado
PS-11	Desmonte	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Temporal	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	24	Compatible
PS-12	Desmonte	Calidad Visual	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	A mediano plazo	2	-33	Moderado
PS-13	Despalme	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-33	Moderado
PS-14	Despalme	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Parcial	2	Inmediato	4	Permanente	4	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-59	Severo
PS15	Despalme	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-27	Moderado
PS-16	Despalme	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-23	Compatible

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
PS-17	Despalme	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-28	Moderado
PS-18	Despalme	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
PS-19	Despalme	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-33	Moderado
CO-02	Cortes y excavaciones	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Periódico	2	A mediano plazo	2	-25	Moderado
CO-03	Cortes y excavaciones	Relieves	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Parcial	2	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-49	Moderado
CO-04	Cortes y excavaciones	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-24	Compatible
CO-05	Cortes y excavaciones	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-23	Compatible
CO-06	Cortes y excavaciones	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-07	Cortes y excavaciones	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-08	Cortes y excavaciones	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	26	Moderado
CO-09	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-47	Moderado
CO-10	Formación y compactación de terraplenes	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-25	Moderado
CO-11	Formación y compactación de terraplenes	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-12	Formación y compactación de terraplenes	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-13	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-35	Moderado
CO-14	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-15	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
CO-16	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-29	Moderado
CO-17	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-18	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Extenso	4	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-51	Severo
CO-20	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Extenso	4	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo	2	-63	Severo
CO-21	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato	4	Temporal	2	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-28	Moderado
CO-22	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Extenso	4	Inmediato	4	Temporal	2	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-59	Severo
CO-23	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-24	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Total	4	Extenso	4	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sinergismo	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	4	De manera inmediata	1	-41	Moderado
CO-25	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-26	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Temporal	2	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-21	Compatible
CO-27	Construcción de obras de drenaje	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-23	Compatible
CO-28	Construcción de obras de drenaje	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-23	Compatible
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Permanente	4	Medio plazo	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-25	Moderado
CO-30	Construcción de obras de drenaje	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
CO-31	Construcción de obras de drenaje	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-21	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	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-21	Compatible
OP-03	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
OP-04	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	-35	Moderado
OP-06	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	-35	Moderado
OP-07	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
OP-08	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Servicios básicos	Benéfico (+)	1	Muy Alta	8	Extenso	4	Inmediato	4	Permanente	4	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	44	Moderado
OP-09	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Muy Alta	8	Extenso	4	Inmediato	4	Temporal	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	42	Moderado
OP-10	Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible
OP-11	Programa de mantenimiento	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	Corto plazo	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata	1	-19	Compatible

El resultado de la identificación de impactos presentada arrojó un total de 61 impactos potenciales (57 negativos y 4 positivos) de los cuales 19 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 31 en la etapa de construcción y 11 para la etapa de operación y mantenimiento.

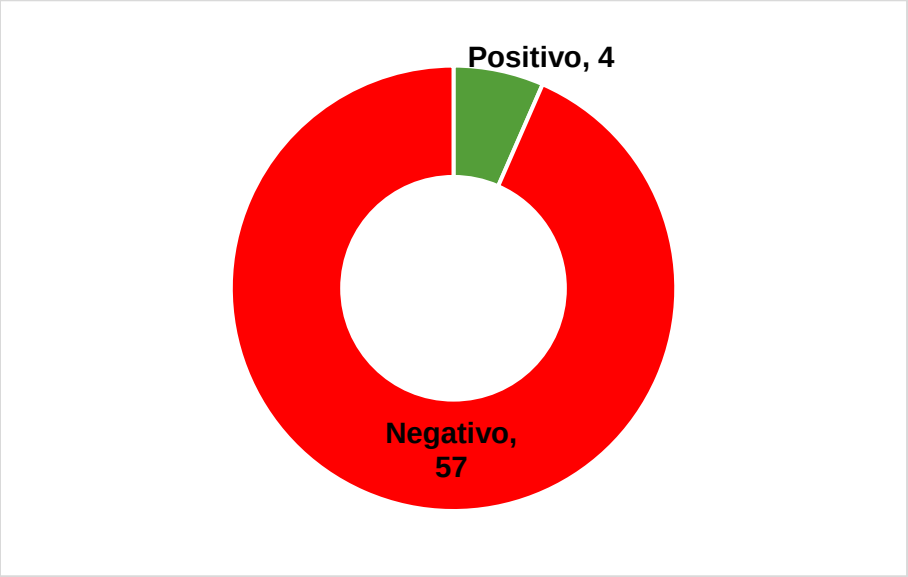


Figura 1. Número de impactos por su naturaleza (positivos y negativos)

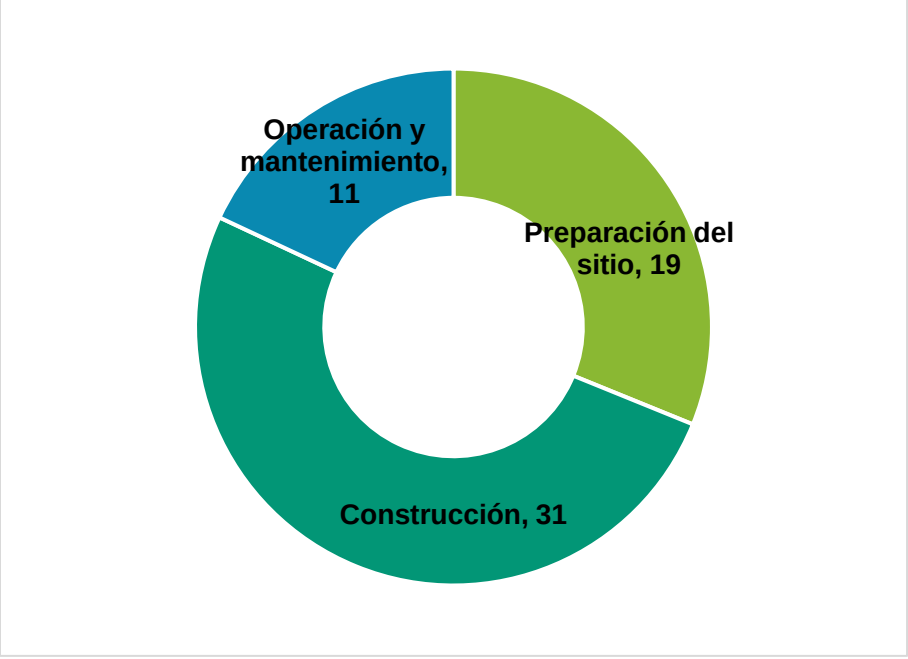


Figura 2. Número de impactos por etapa del proyecto

De manera general, las actividades que presentan el mayor número de impactos potenciales son: Desmonte con 12 y Tránsito vehicular con 9, seguido por cortes y excavaciones con 8. Para el caso de los factores ambientales que presentan el mayor número de interacciones se destacan Calidad del aire y Ruido y vibraciones ambos con 9 impactos, seguidos por calidad del suelo con 6 y tipo de suelo con 5.

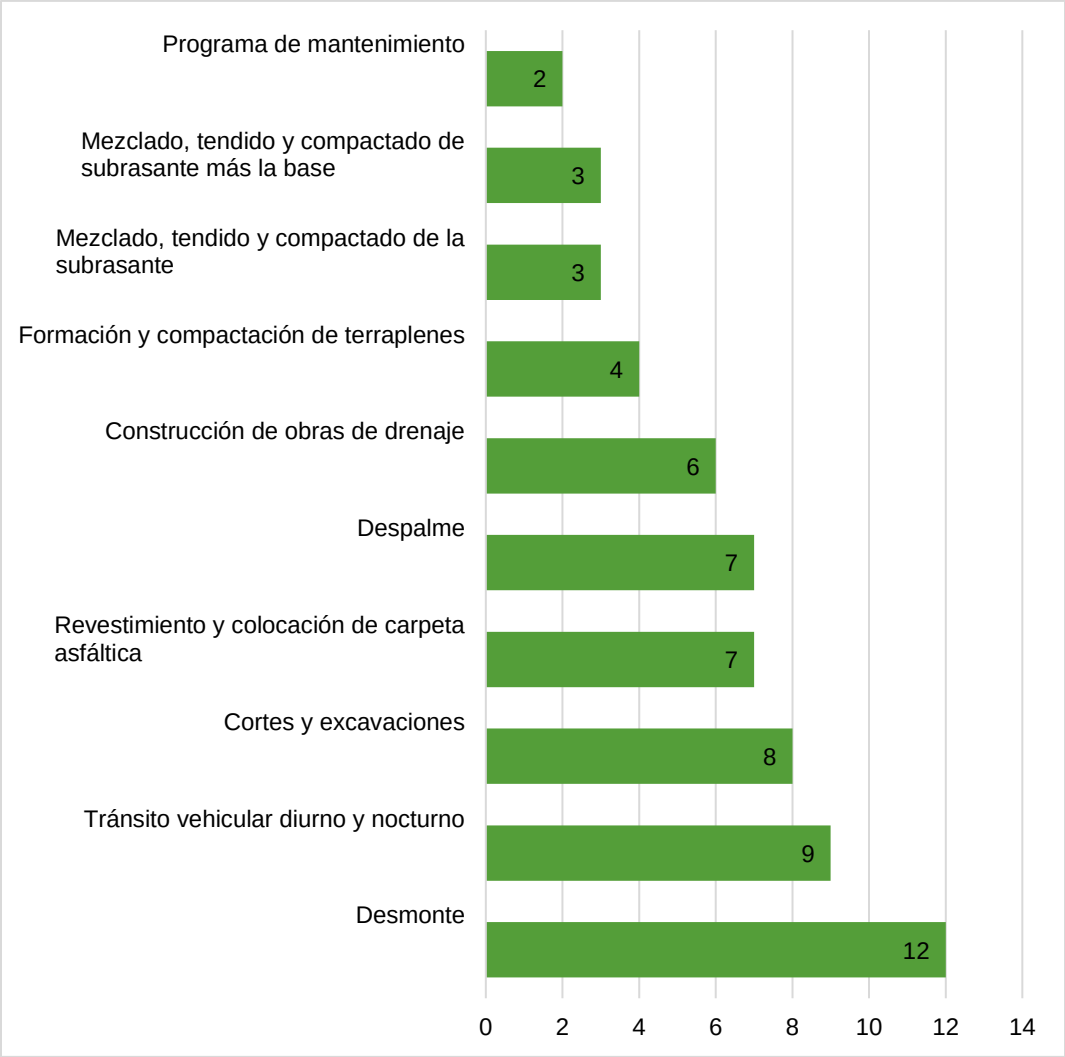


Figura 3. Número de impactos por actividad

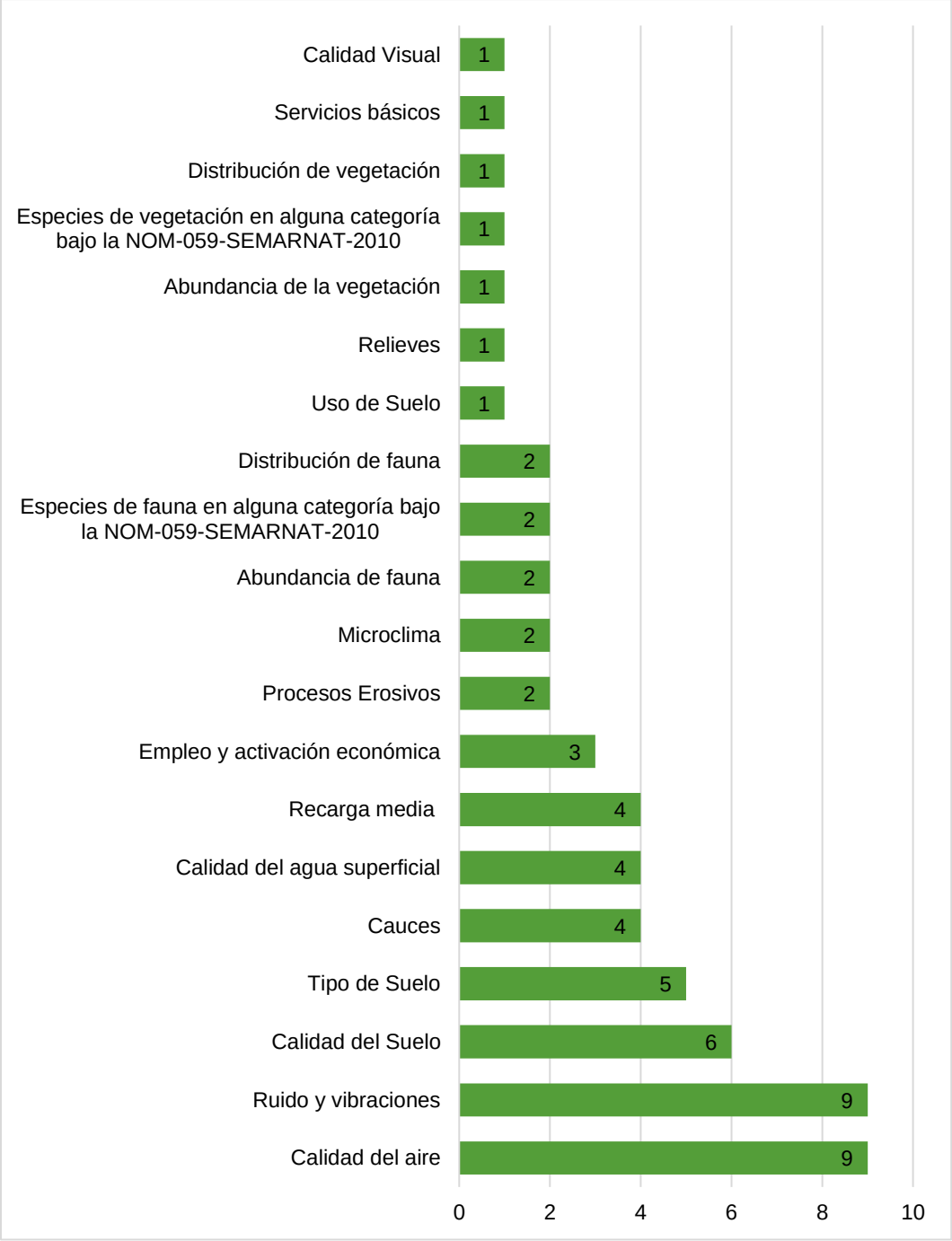


Figura 4. Número de impactos por factor ambiental

Según la relación magnitud/importancia que brinda la matriz de Leopold modificada, se destacan las actividades Desmonte con 69/62, Despalme con 37/34, Cortes y excavaciones con 40/39 y Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con 39/39. Para el caso de los factores ambientales, los que presentaron un valor mayor en la relación de

magnitud/importancia son Calidad del aire y ruido y vibraciones, ambos con 36/36, seguidos de calidad del suelo con 32/34 y tipo de suelo con 25/25.

Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 32 compatibles, 25 moderados y 4 severos. No se determinaron impactos críticos.

A continuación, se presentan los impactos catalogados como moderados y severos:

Cuadro 8. Impactos moderados identificados para el proyecto

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA		JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
PS-03	Desmonte	Microclima	-31	Moderado	El impacto que se presenta por el retiro de la vegetación en áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
PS-05		Abundancia de fauna	-25	Moderado	La fauna silvestre es susceptible de perturbaciones al hábitat, debido a las actividades del proyecto, en específico al desmonte dado que el retiro de vegetación repercute de manera indirecta en la alteración del hábitat provocando el desplazamiento hacia zonas con menor perturbación. Este desplazamiento repercute a su vez en las cadenas tróficas, y en disminución de zonas de alimentación y refugio.
PS-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-37	Moderado	
PS-08		Abundancia de la vegetación	-33	Moderado	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales repercute de manera directa en la abundancia de la flora en términos de remoción de individuos de distintas especies en los estratos arbóreo arbustivo y herbáceo. Así mismo, el despalme reduce la diversidad biológica e incentiva la dominancia de especies secundarias.
PS-09		Especies de flora bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-49	Moderado	
PS-10		Distribución de vegetación	-37	Moderado	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales repercute de manera directa en la distribución de los tipos de vegetación. Particularmente en un total de 1.4693 ha de vegetación de selva medina perennifolia
PS-12		Calidad Visual	-33	Moderado	El retiro de vegetación forestal repercute en la calidad visual del sitio ya que se ve modificada de manera negativa al eliminar elementos naturales del ambiente para la modernización de un camino.
PS-13	Despalme	Tipo de Suelo	-33	Moderado	El despalme implica la pérdida puntual de material edáfico que puede contener material orgánico y específicamente de germoplasma, aunado a que también implicará la pérdida de refugios para algunas especies de fauna silvestre incluyendo las especies de lento desplazamiento. El retiro de la capa superficial del suelo repercute de manera directa en el cambio de uso de suelo ya que en primer instancia se tiene un
PS-14		Uso de Suelo	-59	Severo	

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA		JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
					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" para incluirse en el uso de suelo con las características del camino tipo D.
PS15		Procesos Erosivos	-27	Moderado	El despalme provoca el movimiento de tierras mismo que puede provocar alteración a las características físicas del suelo como en su estructura, espacio poroso y densidad, la superficie que ha sido despojada de la cubierta vegetal y de la capa superficial del suelo deja al descubierto el material litológico profundo convirtiéndolo en material fácilmente erosionable por la acción del viento y el agua.
PS-17		Recarga media	-28	Moderado	El retiro de la cubierta superficial del suelo modifica las características físicas del mismo entre las que se incluye la capacidad de infiltración, por ende, la recarga a los mantos acuíferos se ve modificada de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio.
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	-33	Moderado	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica aún más las características físicas del suelo.
CO-02		Procesos Erosivos	-25	Moderado	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica las características físicas del suelo y puede provocar incentivar la erosión eólica del suelo durante la etapa de construcción.
CO-03		Relieves	-49	Moderado	Los cortes y excavaciones modifican de manera directa el relieve ya que es necesario realizar movimientos de tierra para estabilizar el relieve para la modernización carretera.
CO-08		Empleo y activación económica	26	Moderado	Se considera de importancia ya que se engloba la apertura de vacantes para trabajar durante la construcción del proyecto.
CO-09	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	-47	Moderado	De manera general estas actividades modifican de manera gradual las características físicas del suelo, la infiltración o recarga a los acuíferos, y por la colocación de materiales distintos al suelo natural se considera modificación a la calidad del suelo
CO-10		Recarga media	-25	Moderado	
CO-13	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	-35	Moderado	
CO-16		Calidad del Suelo	-29	Moderado	
CO-19	Revestimiento y colocación de	Tipo de Suelo	-51	Severo	Esta actividad presenta parte de los impactos más significativos negativos por el

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA		JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
CO-20	carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	-63	Severo	desarrollo del proyecto, en primera instancia la colocación de carpeta asfáltica significa el completo aislamiento del suelo que se encuentra por debajo de todo el tramo carretero, ya que estará recubierto de revestimiento y carpeta asfáltica. Además de lo anterior, la colocación de carpeta asfáltica significa el completo aislamiento del suelo, el suelo se ve compactado y de manera indirecta se pierde la capacidad de infiltración de agua específicamente en todo el tramo modificado También, el microclima se ve modificado ya que el asfalto se calienta con la exposición al sol por lo que el tramo del proyecto aumentara la temperatura de manera puntual.
CO-21		Calidad del agua superficial	-28	Moderado	
CO-22		Recarga media	-59	Severo	
CO-24		Microclima	-41	Moderado	
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Recarga media	-25	Moderado	La construcción de obras de drenaje modifica las escorrentías que se presentan actualmente en el sitio ya que cambia ligeramente su curso.
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	-35	Moderado	Durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de la fauna incluidas especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010
OP-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-35	Moderado	
OP-08		Servicios básicos	44	Moderado	Se considera positivo ya que la modernización carretera mejora las condiciones de un camino de terracería y de esto se deriva un mejor tránsito que beneficia de manera directa e indirecta a localidades aledañas en cuanto al acceso a bienes, servicios y otros.
OP-09		Empleo y activación económica	42	Moderado	

En cuanto a los impactos mostrados en el Cuadro anterior se debe destacar que pueden existir impactos MODERADOS o SEVEROS de naturaleza positiva. A continuación, se presenta la descripción de los impactos mostrados en el cuadro anterior agrupados de la siguiente forma:

Impactos moderados de naturaleza negativa: Estos impactos reciben esta categoría principalmente porque durante la evaluación han obtenido un valor de importancia alto y la modificación se considera inmediata, es decir ocurre en menos de un año, se consideran "irreversibles" (es decir que de manera natural le tomaría al entorno más de 10 años para regresar a las condiciones naturales previas a la modificación), la relación causa-efecto es directa y el impacto es continuo. Los factores ambientales implicados son principalmente

para el componente suelo y vegetación, es decir tipo de suelo y calidad del suelo, abundancia y distribución de la vegetación.

Impactos severos de naturaleza negativa: En este caso es importante destacar a los 4 impactos de naturaleza negativa denominados Severos: 1) La actividad *Despalm*e sobre el factor ambiental *Uso de suelo*, en este respecto, se considera un impacto con importancia total ya que el uso de suelo que es *1.4693 ha de vegetación de selva mediana subperennifolia* pasara a convertirse en uso de suelo de una vía general de comunicación, la extensión es puntual ya que abarca únicamente el trazo del proyecto, el impacto se manifiesta en menos de un año, se considera como un impacto que permanecerá por más de 10 años, se considera que para que el factor modificado vuelva a las condiciones previas a la perturbación sería en un lapso mayor a 10 años, en cuanto a la relación causa-efecto se trata de un impacto directo, se considera irregular ya que se presenta una única vez durante el desarrollo del proyecto y su vida útil, asimismo se considera que por medios antropogénicos el impacto se puede mitigar en un periodo inferior a los 10 años ;2) La actividad *Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica* sobre el factor ambiental *Tipo de suelo* se presenta ya que será necesario la colocación de materiales externos para la pavimentación de la superficie de rodamiento lo que terminara de modificar el tipo de suelo, la intensidad se considera total debido a la magnitud de la modificación al factor ambiental, la extensión es puntual ya que será únicamente en los accesos al puente vehicular, el impacto se presentara en menos de un año, se considera permanente ya que la modificación perdurara por más de 10 años, en cuanto a la relación causa-efecto el impacto es directo, sobre la recuperabilidad del factor se considera que se podría realizar en un periodo menor a los 10 años ;3) La actividad *Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica* sobre el factor ambiental *Calidad del suelo* se presenta ya que será necesario la colocación de materiales externos para la pavimentación de los accesos lo que terminara de modificar la calidad del suelo, la intensidad se considera total debido a la magnitud de la modificación al factor ambiental, la extensión es puntual ya que será únicamente en los accesos al puente vehicular, el impacto se presentara en menos de un año, se considera permanente ya que la modificación perdurara por más de 10 años, en cuanto a la relación causa-efecto el impacto es directo, sobre la recuperabilidad del factor se considera que se podría realizar en un periodo menor a los 10 años ; 4) La actividad *Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica* sobre el factor ambiental *Recarga medi*a se presenta por la compactación del suelo y la presencia de pavimentos lo que no permitirá la infiltración del agua específicamente en esa área modificada, la intensidad es total debido a la magnitud del cambio, la extensión es puntual ya que solo se verá afectada el área de los accesos al puente, se considera que el factor ambiental podría recuperarse en un periodo mayor a los 10 años si fuese de manera natural, pero en un periodo menor a los 10 años si se tratase con la intervención del hombre, la relación causa-efecto es directa, y el impacto es continuo.

Impactos moderados y severos de naturaleza positiva: En este respecto, estos impactos reciben las categorías mencionadas ya que, según las características del método de evaluación de impactos empleado, se presentan en menos de un año, son de importancia alta, muy alta o total y la persistencia es superior a los 10 años. Es importante recalcar que

el mayor beneficio del desarrollo del proyecto es mejorar la conectividad del municipio de Candelaria, así como de las localidades cercanas a la Peregrina. Así mismo resultaría conveniente que en los casos en los que no se necesite personal especifico se utilizara mano de obra local, lo cual podría reflejar un aumento en los ingresos locales, aumento de bienes y servicios, y por lo tanto un aumento de la economía local.

V.3. Caracterización de los impactos

En este apartado se realiza un análisis de los impactos ambientales resultantes de la evaluación correspondiente por etapa de proyecto y por el componente ambiental afectado.

V. 1.3 Caracterización de los impactos por etapa de proyecto

A) Etapa de Preparación del sitio

En la preparación del sitio para la construcción del proyecto se consideran las obras y acciones necesarias para ejecutar el desmonte y despalme en las zonas que serán sujetas a corrección de trazo o de curvas y aquellas en las que exista presencia de vegetación. Es importante destacar que la mayoría de las obras se realizaran 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 reitera que con base en la NOM-059-SEMARNAT se encontraron en SAR y por ende con potencial distribución en AP que las especies de flora *Astronium graveolens y Cryosophila* stauracantha se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina y Cedrela odorata* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Sujeta protección especial (Pr). Así mismo las especies de fauna *Ramphastos sulfuratus, Ciccaba nigrolineata, Rhinoclemmys areolata* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Amenazada (A); *Campephilus guatemalensis y Pteroglossus torquatus* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Sujeta protección especial (Pr), finalmente *Ateles geoffroyi* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de en Peligro de extinción (P).

B) Etapa de 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 provocaran 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 con 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 integraran 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. 1.4 Caracterización de los impactos por factor ambiental

A) Impactos al suelo

El primer impacto al suelo se manifiesta por el desmonte y despalme ya que se requerirá la remoción de la cubierta vegetal y el suelo superficial para comenzar a adecuar los sitios para las actividades de construcción.

Posteriormente la calidad del suelo y sus características físicas se verán modificadas por la colocación de material de revestimiento y compactación de este 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.

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.

Para el caso de afectación a individuos que pudieran encontrarse bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies deberán ser consideradas en las actividades previas al ingreso de maquinaria para su rescate y reubicación en la medida de lo posible considerando como prioridad a las especies de lento desplazamiento.

Es importante mencionar que durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de individuos de los distintos grupos faunísticos.

E) 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.

Se removerá la totalidad de la vegetación existente que no haya sido rescatada y reubicada conforme al Programa de rescate y reubicación de flora silvestre. La remoción de la vegetación provocara la disminución de la abundancia y densidad de las especies presentes en una superficie de 1.4693 ha con vegetación de selva mediana subperennifolia, misma que s e menciona a continuación.

Vegetación de selva mediana subperennifolia

De acuerdo con los resultados del muestreo y una vez realizado el análisis de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de 59 especies pertenecientes a 21 familias diferentes, de las cuales la Piperaceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 12 especies, seguida de las familias Fabácea con 11 especies y Rubiaceae con 7 especies cada una. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 9. Composición florística selva mediana subperennifolia en el AP.

Familia	Cantidad de especies
Piperaceae	12
Fabaceae	11
Rubiaceae	7
Anacardiaceae	6
Sapindaceae	6
Apocynaceae	5
Euphorbiaceae	4
Moraceae	4
Sapotaceae	4
Myrtaceae	3
Urticaceae	3
Lauraceae	2
Malvaceae	2
Orchidaceae	2
Zamiaceae	2
Annonaceae	1
Burseraceae	1
Cannabaceae	1
Salicaceae	1
Simaroubaceae	1
Verbenaceae	1

De acuerdo con la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y *Cryosophila stauracantha* se encuentran listadas en la norma de referencia con categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* se encuentra listada en la norma de referencia con categoría de Sujeta protección especial (Pr).

A continuación, se describe el análisis estructural de la vegetación de selva mediana subperennifolia en el área del proyecto:

Estrato arbóreo

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Sapindus saponaria* con un IVI de 22.43, un IDR de 18.17, una abundancia de 150 ind/ha y un IS de 0.295, seguida de *Trema micrantha* con un IVI de 17.44, un IDR de 15.31, con una abundancia 127.78 ind/ha

y un IS de 0.273 y por último *Cecropia peltata* con un IVI de 16.23, un IDR de 14.11, una abundancia de 122.22 nd/ha y un IS de 0.267.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Astronium graveolens* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A). *Astronium graveolens* presenta un IVI de 12.31, un IDR de 8.05, una abundancia de 27.78 nd/ha y un IS de 0.105.

De forma general, para el estrato arbóreo se tiene una abundancia igual a 1927.78 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 2.971

Estrato arbustivo

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Oeceoclades maculata* con un IVI de 41.70, un IDR de 37.85, una abundancia de 4,211.11 ind/ha y un IS de 0.365, seguida de *Brosimum alicastrum* con un IVI de 38.98, un IDR de 37.06, con una abundancia 4,177.78 ind/ha y un IS de 0.364, *Sapindus saponaria* con un IVI de 21.43, un IDR de 19.50, una abundancia de 1,211.11 ind/ha y un IS de 0.219 y por ultimo *Aspidosperma megalocarpon* con un IVI de 16.30, un IDR de 10.53, una abundancia de 1,144.44 nd/ha y un IS de 0.212.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Astronium graveolens* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A) y *Zamia prasina* con categoría de Sujeta a protección especial (Pr). *Astronium graveolens* presenta un IVI de 4.81, un IDR de 0.97, una abundancia de 55.56 ind/ha y un IS de 0.023. *Zamia prasina* presenta un IVI de 4.73, un IDR de 0.89, una abundancia de 77.78 ind/ha y un IS de 0.030

De forma general, para el estrato arbóreo se tiene una abundancia igual a 13,166.67 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 2.036.

Cabe mencionar que *Oeceoclades maculata* es una especie invasora-exótica. Su distribución original se encuentra las regiones tropicales de África, pero fue introducida en el Neotrópico. Se establece de formar rápida y tiene una dispersión de semillas muy alta, así mismo esta especie tiene el potencial de vector (transportar patógenos y parásitos). Esta especie tiene implicaciones ecológicas negativas asociadas con su interferencia en la regeneración de algunas especies de árboles. Es por tanto que haberle encontrado en el Área del Proyecto con una abundancia tan alta es reflejo del grado de colonización de áreas por esta especie y un indicio de su interferencia en la germinación y establecimiento de

plantas jóvenes y por ende en los proceso de regeneración natural del ecosistema (CABI. 2014).

Estrato palmeras

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Chamaedorea seifrizii* con un IVI de 117.32, un IDR de 77.32, una abundancia de 200 ind/ha y un IS de 0.270, *Cryosophila stauracantha* con un IVI de70.06, un IDR de 50.06, con una abundancia 11.11 ind/ha y un IS de 0.122 y *Desmoncus chinantlensis* con un IVI de 64.35, un IDR de 44.35, con una abundancia 66.67 ind/ha y un IS de 0.334

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie *Cryosophila stauracantha* se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).

De forma general, para el estrato arbóreo se tiene una abundancia igual a 300 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 0.919.

Estrato enredaderas

Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 5 especies, entre las especies que sobresalen están *Amphilophium crucigerum* con un IVI de 161.06, un IDR de 127.72, una abundancia de 1,644.44 ind/ha y un IS de 0.255, seguida por *Bignonia potosina* con un IVI de 60.90, un IDR de 49.79, con una abundancia 400 ind/ha y un IS de 0.300 y *Paullinia cururu* con un IVI de 47.88, un IDR de 14.54, con una abundancia 277.78 ind/ha y un IS de 0.251.

Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), en este estrato no hay especies con alguna categoría de protección.

De forma general, para el estrato arbóreo se tiene una abundancia igual a 12,377.78 ind/ha, así como un Índice de Shannon con valor de 0.909

Conclusión

Conforme a los resultados del muestreo de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** del **AP**, se concluye que el estrato con mayor riqueza es el arbustivo (con 38 especies), a este le sigue el estrato arbóreo con 37 especies, a este le sigue el estrato enredaderas con 5 especies y, por último, está el estrato palmeras y conformado por 4

especies. El estrato que presentó mayor abundancia es el arbustivo con 13,166.67 ind/ha, después se encuentra enredaderas con 2,377.78 ind/ha, el estrato arbóreo con 927.78 ind/ha y, por último, el estrato palmeras con 300 ind/ha.

Por otra parte, el estrato que presentó mayor Índice de Shannon es el arbóreo con un valor de 2.971, seguido del estrato arbustivo con un IS de 2.036, el estrato palmeras con un IS de 0.919 y, por último, se encuentra el estrato enredaderas con un IS de 0.909.

F) 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.

De acuerdo con los resultados del muestreo y una vez realizado el análisis se contabilizaron un total de 55 individuos, repartidos entre 15 especies pertenecientes al grupo de aves y 3 especies pertenecientes al grupo de mamíferos. Al respecto de la abundancia, el grupo más ampliamente representado es el de las aves con 15 especies, debido a que generalmente por sus características ecológicas evolutivas y conductuales ocupan un nicho adaptativo especial gracias a su capacidad de volar lo cual les permite existir de forma abundante en ecosistemas conservados y modificados.

Asimismo, la ausencia de reptiles y anfibios es un indicador de perturbación al hábitat de dichos grupos, así como a sus características ecológicas puesto que los ciclos de vida de los anfibios están fuertemente vinculados al agua.

Ornitofauna

Este grupo faunístico está representado por 10 familias con 15 especies y una abundancia de 47 individuos. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo Collarejo) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie *Ramphastos sulfuratus* (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon 2.573, indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad media baja y una distribución uniforme, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Especies de aves presentes en el AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Odontophoridae	Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca	Observación		LC
Columbidae	Columbina Talpacoti	Tortolita canela	Observación		LC
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	Observación		LC
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	Observación		LC
Icteridae	Dives dives	Tordo cantor	Observación		LC
Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	Observación		LC
Hirundinidae	Progne chalybea	Golondrina pecho gris	Observación		LC
Hirundinidae	Progne subis	Golondrina Azulnegra	Observación		LC
Corvidae	Psilorhinus morio	Chara pea	Observación		LC
Ramphastidae	Pteroglossus torquatus	Tucancillo Collarejo	Observación	Pr	LC
Trogonidae	Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	Observación		LC
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	Observación		LC
Ramphastidae	Ramphastos sulfuratus	Tucán pico canoa	Observación	A	LC
Trogonidae	Trogon melanocephalus	Coa cabeza negra	Observación		LC
Thraupidae	Volatinia jacarina	Semillero brincador	Observación		LC

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 3 familias con 3 especies y una abundancia de 1 individuos respectivamente. Las tres especies registradas son *Urocyon cinereoargenteus, Dasypus novemcinctus y Procyon lotor.*

Cuadro 11 especies de mamíferos presentes en el AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro	NOM-059	UICN
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Observación		LC
Mephitidae	Conepatus semistriatus	Zorrillo de espalda blanca sureño	Observación		LC
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	Observación		LC

Respecto a la diversidad calculada el índice de Shannon 1.082, indica que la comunidad de mamíferos presenta una diversidad baja y una distribución uniforme

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 socioeconómico 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 Baja. En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas de pastizal, desprovistas de vegetación, así como de aquellas con presencia de vegetación de selva median subperennifolia. 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.

Por otro lado, es importante destacar los impactos relacionados con eventos no deseados como atropellamiento o lesiones accidentales a los individuos de la fauna que se pueden

presentar por el tránsito vehicular por lo que será importante mantener en buenas condiciones de iluminación y señalamiento el tramo carretero. En el siguiente cuadro se enlistan los impactos residuales.

Cuadro 12. Impactos residuales identificados para el proyecto

CO-20 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con Factor Calidad del suelo). De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica se presenta como un material ajeno al suelo natural modificando sus características físicas. El impacto es considerado de naturaleza negativa con una calificación como SEVERO, la magnitud del impacto se considera total y con una extensión extensa considerando que la pavimentación se llevara a cabo en las zonas de modernización (áreas que no son actualmente vía general de comunicación y que en algunos casos requiere CUSTF), aunque el camino se encuentra en operación. La manifestación del impacto se presentará de manera inmediata al realizar esta actividad y será permanente, se considera un impacto simple, directo, irregular y para el caso de que el factor pudiera recuperar las características previas a su modificación derivadas del proyecto se considera que de manera natural sería irreversible y si se tratase de actividades de mitigación el periodo podría llegar hasta los 10 años.
CO-22 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Recarga media). De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica puede impedir la permeabilidad del suelo y con ello la recarga media a los mantos acuíferos. El impacto es de naturaleza perjudicial y con una clasificación de SEVERO considerando que derivado de la modificación de la calidad del suelo por la colocación de la carpeta asfáltica de manera indirecta se afecta la capacidad de infiltración y por ende la recarga media a los acuíferos, la extensión se considera extensa, tomando en cuenta que esto se realizara en la totalidad del proyecto. Se considera permanente, irreversible, simple y mitigable.
CO-24 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Microclima). De manera general la carpeta asfáltica provocara un aumento en la temperatura del microclima en la longitud total de los trazos a modernizar. Este impacto es de naturaleza perjudicial derivado de la afectación al microclima, se considera extenso en términos de la longitud del proyecto, se manifestará de manera inmediata, tendrá una persistencia permanente, será irreversible, simple, indirecto, irregular y mitigable de 1 a 10 años.
OP-05 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Abundancia de fauna). Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia alta, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de

este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar “recuperar” individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.
OP-06 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010). Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia alta, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar “recuperar” individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.

V.5. Impactos acumulativos

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de “línea base o cero”. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el sistema ambiental regional, es importante que el consultor identifique los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con lo que el proyecto interactúa. En este sentido para identificar los impactos acumulativos se tomó en cuenta:

- Los efectos de actividades pasadas y presentes y futuros que han modificado a los ecosistemas de la región.
- Los cambios predecibles sobre el ambiente que podrían razonablemente esperarse del proyecto propuesto, en combinación con las otras actividades humanas en el SAR.
- Evaluación de la suma total de alteraciones similares a aquéllas relacionadas con el proyecto propuesto, independientemente de su origen.

En el siguiente cuadro se enlistan los impactos acumulativos

Cuadro 13. Impactos acumulativos para el proyecto

PS-08 (Actividad Desmonte sobre el Factor Abundancia de la vegetación). Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye pastizal, vegetación de selva mediana subperennifolia y asentamientos humanos. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable) para el trazo existe vegetación forestal, particularmente de vegetación de selva mediana subperennifolia de la que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 1.4693 ha. La remoción de individuos derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales o el retiro de individuos potencializa o aumenta las condiciones de deterioro de la flora, particularmente la disminución de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas. 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 Restauración Integral.
PS-09 (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 (eje proyectado) se distribuye pastizal, vegetación de selva mediana subperennifolia y asentamientos humanos. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en 1.4693 ha, dentro de la línea de ceros. 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, palmeras y enredaderas la vegetación de selva median subperennifolia 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 Restauración integral.
PS-10 (Actividad Desmonte sobre Factor Distribución de la vegetación). Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye pastizal, vegetación de selva mediana subperennifolia y asentamientos humanos, particularmente será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 1.4693 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-14 (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 se distribuye pastizal, vegetación de selva mediana subperennifolia y asentamientos humanos De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable, para el trazo existe vegetación forestal, particularmente de vegetación de selva mediana subperennifolia para un total de 1.4693 ha. Lo anterior incide en la perdida 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 Restauración integral.

V.6. Conclusión

La modernización del camino a 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 mejor la calidad de vida de los habitantes de las localidades involucradas, del municipio de Candelaria y para el estado de Campeche.

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 y a que se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales en un total de 1.4693 ha de vegetación de selva median subperennifolia, 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).

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

CUADROS 2

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 18

VI. 2.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL 19

VI. 2.1.1 PRESENTACIÓN DE INFORMES 22

VI. 2.2 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL 24

VI. 2.3 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA 25

VI. 2.3.1 ESPECIES SUJETAS A RESCATE, MANEJO Y REUBICACIÓN 26

VI. 2.3.2 TÉCNICAS SELECCIONADAS PARA REALIZAR EL RESCATE DE ESPECIES 27

VI. 2.3.3 MANEJO DE PLANTAS RESCATADAS DENTRO DEL ALBERGUE TEMPORAL O CENTRO DE ACOPIO 30

VI. 2.4 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA 32

VI. 2.4.1 SELECCIÓN DE ESPECIES SUSCEPTIBLES DE RESCATE 33

VI. 2.4.2 TÉCNICAS DE RESCATE 34

VI. 2.4.3 INDICADORES DE ÉXITO DEL PROGRAMA 38

VI. 2.4.4 PLÁTICAS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL 38

VI. 2.5 PROGRAMA DE RESTAURACIÓN INTEGRAL 39

VI. 2.5.1 PROGRAMA DE REFORESTACIÓN 39

VI. 2.5.2 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO 47

VI. 2.5.3 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE PROTECCIÓN A LOS COMPONENTES HÍDRICOS .. 49

VI. 2.6 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS 52

VI. 2.7 PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIÓN DE PARTÍCULAS Y RUIDO 53

VI. 2.8 PROGRAMA PARA UBICACIÓN Y DIMENSIÓN DE PASOS DE FAUNA. 55

VI. 2.9 INDICADORES AMBIENTALES..... 59

CUADROS

CUADRO 1. IMPACTOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO 2

CUADRO 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EL PROYECTO 5

CUADRO 3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR ETAPA DEL PROYECTO. CONSTRUCCIÓN 10

CUADRO 4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR ETAPA DEL PROYECTO. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO..... 16

CUADRO 5. ACTIVIDADES CONTEMPLADAS EN EL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... 18

CUADRO 6. ESPECIES DE FLORA SUSCEPTIBLES A RESCATE Y REUBICACIÓN 26

CUADRO 7. ESPECIES DE FAUNA SUSCEPTIBLES A RESCATE Y REUBICACIÓN..... 33

CUADRO 8. PROPUESTA DE LAS ESPECIES A REFORESTAR..... 41

CUADRO 9. ACCIONES EMERGENTES PAR AL SOBREVIVENCIA..... 46

CUADRO 10. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS DE DRENAJE 49

CUADRO 11. CARACTERÍSTICAS Y SUPERFICIES DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE A CONSTRUIR PARA EL PROYECTO 51

CUADRO 12.DIMENSIONES DE PASOS DE FAUNA SUPERIORES A LA VÍA. 57

CUADRO 13. DIMENSIONES DE PASOS DE FAUNA INFERIORES A LA VÍA. 58

CUADRO 14. DENSIDADES MÍNIMAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE PASOS DE FAUNA DEPENDIENDO EL TIPO DE HÁBITAT Y DEL GRUPO DE REFERENCIA 59

CUADRO 15. INDICADORES AMBIENTALES..... 60

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Las medidas propuestas en este capítulo son el resultado de un análisis integral, por lo que las medidas preventivas y de mitigación tienen la finalidad de prevenir al máximo la generación de impactos adversos por la ejecución del proyecto, por lo tanto, se estará contribuyendo a la conservación de las condiciones naturales que presentan los ecosistemas.

Las medidas de protección y mitigación que se proponen en el presente capítulo, responden por tanto a los principales aspectos señalados en los capítulos anteriores y atienden a las acciones del proyecto de acuerdo a su carácter e importancia en la aplicación, así como a la relación con el impacto; las medidas se clasifican en preventivas y de mitigación las cuales están definidas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental en su artículo 3º del capítulo 1 fracción XIII y XIV.

XIII. MEDIDAS PREVENTIVAS (PREV). Es el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

XIV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN (MIT). Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

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.

El resultado de la identificación de impactos presentada arrojó un total de 61 impactos potenciales (57 negativos y 4 positivos) de los cuales 19 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 31 en la etapa de construcción y 11 para la etapa de operación y mantenimiento. Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 32 compatibles, 25 moderados y 4 severos. No se determinaron impactos críticos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Impactos identificados para el proyecto

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA	
PS-03	Desmonte	Microclima	-31	Moderado
PS-05		Abundancia de fauna	-25	Moderado
PS-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-37	Moderado
PS-08		Abundancia de la vegetación	-33	Moderado
PS-09		Especies de flora bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-49	Moderado
PS-10		Distribución de vegetación	-37	Moderado
PS-12		Calidad Visual	-33	Moderado
PS-13	Despalme	Tipo de Suelo	-33	Moderado
PS-14		Uso de Suelo	-59	Severo
PS15		Procesos Erosivos	-27	Moderado
PS-17		Recarga media	-28	Moderado
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	-33	Moderado
CO-02		Procesos Erosivos	-25	Moderado
CO-03		Relieves	-49	Moderado
CO-08		Empleo y activación económica	26	Moderado
CO-09	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	-47	Moderado
CO-10		Recarga media	-25	Moderado
CO-13	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	-35	Moderado
CO-16		Calidad del Suelo	-29	Moderado
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Tipo de Suelo	-51	Severo
CO-20		Calidad del Suelo	-63	Severo
CO-21		Calidad del agua superficial	-28	Moderado
CO-22		Recarga media	-59	Severo
CO-24		Microclima	-41	Moderado
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Recarga media	-25	Moderado

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA	
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	-35	Moderado
OP-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-35	Moderado
OP-08		Servicios básicos	44	Moderado
OP-09		Empleo y activación económica	42	Moderado

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 con los siguientes términos:

- Prevención. Aquellas obras o acciones tendientes para 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 de este.
- 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	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Agua	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 al escurrimiento perenne. En caso de que previo a las actividades de preparación del sitio y construcción se encuentre evidencia de residuos o posibles contaminantes ajenos a las actividades del proyecto se deberán almacenar y manejar dichos residuos para evitar la contaminación del escurrimiento perenne. Recuperar de forma manual de cualquier material caído accidentalmente en los escurrimientos,	Supervisor ambiental Brigada de limpieza Contenedores rotulados para separación de residuos	Preparación del sitio	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
			Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Supervisor ambiental	Preparación del sitio, 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
			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	Supervisor ambiental. Contenedores rotulados para separación de residuos Lonas alusivas al manejo de residuos	Preparación del sitio	Adecuado manejo de residuos	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la ejecución de actividades

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
				posteriormente hacer su adecuada disposición final.				
	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	Supervisor ambiental Empresa contratada para la renta y mantenimiento de baños portátiles	Durante las etapas de preparación del sitio.	Dar mantenimiento oportuno a los sanitarios portátiles (responsabilidad de la empresa contratista)	Disminuir la contaminación al suelo y al agua subterránea
	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.	Supervisor ambiental Lonas	Durante las etapas de preparación del sitio	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire
	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	Supervisor ambiental. Contenedores rotulados para separación de residuos Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante las etapas de preparación del sitio	Designar a un responsable de la supervisión del manejo y almacenamiento de residuos y material de construcción que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos
Aire	Modificación a la calidad del aire 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.	Supervisor ambiental Lonas	Durante las etapas de preparación del sitio	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	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Fauna	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Fauna	Preventiva	Rescate y reubicación de Fauna en el sitio del proyecto	Ahuyentamiento de posibles ejemplares de aves y mamíferos que se alejaran del sitio principalmente por la presencia del personal. Realización del rescate y reubicación de individuos faunísticos principalmente de aquellos de lento desplazamiento	Supervisor ambiental Brigada de al menos 3 personas Equipo y material para ahuyentar Equipo y material para manejo de fauna	Durante las etapas de 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.
	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Fauna bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Preventiva	Rescate y reubicación de Fauna (especialmente especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o especies de importancia ecológica en el sitio del proyecto	Ahuyentamiento de posibles ejemplares de aves y mamíferos que se alejaran del sitio principalmente por la presencia del personal. Realización del rescate y reubicación de individuos faunísticos principalmente de aquellos de lento desplazamiento.	Supervisor ambiental Brigada de al menos 3 personas Equipo y material para ahuyentar Equipo y material para manejo de fauna	Previo a la preparación del sitio	Designar a un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de fauna. Este debe tener en cuenta la presencia y poder reconocer a los individuos de las especies que se encuentran bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
	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	Supervisor ambiental Lonas alusivas a la prohibición de extracción de Fauna	Durante las etapas de preparación del sitio	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.
Flora	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Flora	Preventiva	Rescate y reubicación de Flora (incluyendo especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o especies de importancia ecológica en el sitio del proyecto	Realizar el rescate y reubicación de individuos florísticos que se encuentren catalogados bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que se consideren de importancia ecológica en el sitio pudiendo extraer el	Supervisor ambiental Brigada de al menos 3 personas Material para ale marcaje de individuos a rescatar	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 plantee en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora para este proyecto

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
				individuo completo o partes de estos, que se encuentren en condiciones para ser reubicados en otro sitio.	Material y equipo para el traslado de individuos			
	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	Supervisor ambiental Lonas alusivas a la prohibición de extracción de Flora	Durante las etapas de preparación del sitio	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.
	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 maquinaría o sustancias químicas.	Minimizar la afectación a la flora y eliminar la vegetación únicamente las áreas autorizadas. Promover el reusó del material vegetal resultante.	Supervisor ambiental. Brigadas equipadas con hacha y machete Trituradora	Durante las etapas de preparación del sitio	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
	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 reusó del material vegetal resultante.	Supervisor ambiental. Brigadas equipadas con hacha y machete Trituradora	Durante las etapas de preparación del sitio	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de buenas prácticas en el desmonte y despalme	Disminución en la afectación a las superficies con vegetación fuera de las áreas autorizadas
Seguridad	Modificación al suelo, agua, flora y fauna	Preventiva	Concientización ambiental al personal	Realización de talleres de concientización ambiental al personal involucrado en las actividades de preparación del sitio y construcción	Supervisor ambiental. Posters de apoyo para dar platicas	Durante las etapas de preparación del sitio	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de los procedimientos operativos durante la	Disminución en la ocurrencia de contaminación al suelo y agua y disminución en la ocurrencia de eventos no

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
							preparación del sitio y la construcción	deseados con flora y fauna
	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	Supervisor ambiental.	Durante las etapas de preparación del sitio	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.
		Preventiva	Colocación de señalamientos	Colocación de señalamientos en el área de proyecto (incluye señalamientos viales, de seguridad y operativos)	Supervisor ambiental. Lonas con señalética	Durante las etapas de preparación del sitio	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
Suelo	Generación de residuos de manejo especial (residuos de la construcción o de excavaciones)	Preventiva	Adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción.	Asignar un área exclusiva de almacenamiento temporal de material resultante de excavaciones que puede tratarse de suelo o de residuos de la construcción	Supervisor ambiental Lona o área acordonada	Durante las etapas de preparación del sitio	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.
	Modificación al suelo	Preventiva	Manejo, almacenamiento y disposición de residuos de acuerdo con su naturaleza	Colocar recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos	Supervisor ambiental. Contenedores rotulados para separación de residuos Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante las etapas de preparación del sitio	Designar a un responsable de la supervisión del manejo de los residuos de acuerdo con su naturaleza	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.

Cuadro 3. Medidas de mitigación por etapa del proyecto. Construcción

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Agua	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 las cuales favorecerán el libre paso de los flujos hidrológicos, principalmente los generados en época de lluvias.	Supervisor ambiental	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
	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Se vigilará que no existan vertimientos de aguas residuales y desechos de obra en los escurrimientos del lugar.	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca a los escurrimientos	Supervisor ambiental. Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante la etapa de construcción y con especial énfasis en las actividades realizadas cerca de escurrimientos	Realizar acciones de supervisión en cuanto al manejo, disposición, transporte y ubicación temporal de residuos o material de construcción cerca de escurrimientos	Disminuir la contaminación de escurrimientos
		Preventiva	Vigilar el comportamiento de los escurrimientos de agua. Recuperación de forma manual de los materiales que pudiera contener los escurrimientos	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca al escurrimiento perenne. Recuperar de forma manual de cualquier material caído accidentalmente en los escurrimientos,	Supervisor ambiental. Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante la construcción del sitio	Realizar acciones de recolección y manejo de residuos o materiales ajenos al proyecto previo a la preparación del sitio y construcción en los escurrimientos,	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Agua	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.	Supervisor ambiental. Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante la construcción del sitio	Adecuado manejo de residuos	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la ejecución de actividades
	Modificación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de carpeta asfáltica	Compensación	Actividades de Revegetación	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 Revegetación acorde a los diversos tipos de vegetación existentes que potencializarán la regeneración de nuevas de la vegetación y por ende la infiltración al suelo.	Supervisor ambiental Encargado del programa Brigada de al menos 4 personas Material y equipo para manejo, traslado y plantación de especies vegetales	Durante la construcción del sitio	Ejecución de un Programa de Revegetación	Compensar la afectación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de la carpeta asfáltica
	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;	Supervisor ambiental Encargado de las acciones Personal con picos y palas	Durante la construcción del sitio	Ejecución de un Programa de Conservación de Suelo	Controlar y prevenir la erosión hídrica provocada por la eliminación de la cubierta vegetal
Agua	Modificación a la calidad del suelo y a la calidad del	Preventiva	Uso de sanitarios portátiles	Instalar y dar mantenimiento a sanitarios portátiles	Supervisor ambiental Empresa contratada para la renta y	Durante la construcción del sitio	Dar mantenimiento oportuno a los sanitarios portátiles (responsabilidad de la empresa contratista)	Disminuir la contaminación al suelo y al agua subterránea

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
	agua subterránea				mantenimiento de baños portátiles			
	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.	Supervisor ambiental. Lonas	Durante la construcción del sitio	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire
	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	Supervisor ambiental.	Durante la construcción del sitio	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
	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	Supervisor ambiental. Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante la construcción del sitio	Designar a un responsable de la supervisión del manejo y almacenamiento de residuos y material de construcción que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos
Aire	Modificación a la calidad del aire	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias	Supervisor ambiental	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

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
	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
	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
		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
		Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen Gas L.P. como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen Gas L.P. como combustible		En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen Gas L.P. como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-050-SEMARNAR-1993	Disminuir la contaminación atmosférica
Aire	Modificación a la calidad del aire por emisión de partículas y polvos	Correctiva	Riego en zonas de obra con agua tratada	Evitar o disminuir el levantamiento de polvos fugitivos y material particulado		Durante la construcción del sitio	Regar con agua tratada si y solo si es necesario para evitar el levantamiento y dispersión de polvos.	Disminuir la contaminación atmosférica
Fauna	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Fauna	Preventiva	Rescate y reubicación de Fauna en el sitio del proyecto	Realización del rescate y reubicación de individuos faunísticos principalmente de aquellos de lento desplazamiento y características fasoriales	Supervisor ambiental Brigada de al menos 3 personas Equipo y material para ahuyentar	Durante las etapas de preparación del sitio	Designar a un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de fauna	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
					Equipo y material para manejo de fauna			
	Modificación a la abundancia de fauna	Preventiva	Prohibición de aprovechamiento o extracción de fauna	Prohibición del aprovechamiento o extracción de ejemplares de fauna en el sitio del proyecto	Supervisor ambiental Lona alusiva a la prohibición de la extracción de especies	Durante la construcción del sitio	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.
	Modificación en la abundancia de individuos de fauna	Preventiva Mitigación	Integrar en las obras de drenaje cruces o pasos de fauna	Integrar en las obras de drenaje cruces o pasos de fauna	Supervisor ambiental Brigada de al menos dos personas para monitoreo de pasos de fauna. Cámaras trampa Bitácora	Durante la construcción del sitio	Integrar en las obras de drenaje cruces de fauna	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Flora	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Prohibición de aprovechamiento o extracción de flora	Prohibición del aprovechamiento o extracción de ejemplares de flora en el sitio del proyecto	Supervisor ambiental Lona alusiva a la prohibición de la extracción de especies	Durante la construcción del sitio	Designar a un responsable de la supervisión de la ocurrencia de eventos no deseados relacionados con la flora en el sitio del proyecto	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Flora	Modificación a la abundancia de flora	Remediación	Inducir vegetación nativa en las zonas aledañas a los desmontes y despalmes mediante actividades de revegetación.	Promover el desarrollo de vegetación nativa en las zonas aledañas al proyecto preferentemente dentro del derecho de vía mediante actividades de reforestación	Supervisor ambiental Encargado del programa Brigada de al menos 4 personas Material y equipo para manejo, traslado y plantación de especies vegetales	Durante la construcción del sitio	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

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
								verificará la eficacia de la medida.
Seguridad	Modificación al suelo, agua, flora y fauna	Preventiva	Concientización ambiental al personal	Realización de talleres de concientización ambiental al personal involucrado en las actividades de preparación del sitio y construcción	Supervisor ambiental. Posters de apoyo para dar platicas	Durante la construcción del sitio	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
	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	Supervisor ambiental	Durante la construcción del sitio	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.
	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)		Durante la construcción del sitio	Designar a un responsable de la supervisión de la colocación de señalamientos adecuados a las áreas o actividades que se estén realizando o se realizarán	Disminución en la ocurrencia de accidentes laborales

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Suelo	Modificación a la estructura del suelo, su calidad y al relieve	Preventiva	Contar con un manual de uso de equipos y maquinaria para la ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción	Se deberá contar con un manual de uso para cada equipo y maquinaria a emplear para las distintas actividades	Supervisor ambiental. Lonas con señalética	Durante la construcción del sitio	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.
	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	Supervisor ambiental Lona o área acordonada	Durante la construcción del sitio	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.
	Modificación al suelo	Preventiva	Manejo, almacenamiento y disposición de residuos de acuerdo con su naturaleza	Colocar recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos	Supervisor ambiental. Contenedores rotulados para separación de residuos Lonas alusivas al manejo de residuos	Durante la construcción del sitio	Designar a un responsable de la supervisión del manejo de los residuos de acuerdo con su naturaleza	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.

Cuadro 4. Medidas de mitigación por etapa del proyecto. Operación y mantenimiento

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Fauna	Modificación en la abundancia de individuos de fauna	Mitigación	Integrar en las obras de drenaje cruces o pasos de fauna en zonas previamente identificadas como de alto índice de atropello	Integrar en las obras de drenaje cruces o pasos de fauna	Supervisor ambiental	Operación y mantenimiento	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	Recursos necesarios	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Seguridad	Ocurrencia de eventos no deseados (accidentes laborales)	Preventiva	Colocación de señalamientos	Colocación de señalamientos en el área de proyecto (incluye señalamientos viales, de seguridad y operativos)	Supervisor ambiental. Lonas con señalética	Operación y mantenimiento	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
Suelo	Generación de residuos de manejo especial (residuos de la construcción o de excavaciones)	Preventiva	Adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción.	Asignar un área exclusiva de almacenamiento temporal de material resultante de excavaciones que puede tratarse de suelo o de residuos de la construcción	Supervisor ambiental Lona o área acordonada	Operación y mantenimiento	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.
	Modificación al suelo	Preventiva	Manejo, almacenamiento y disposición de residuos de acuerdo con su naturaleza	Colocar recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos	Supervisor ambiental. Contenedores rotulados para separación de residuos Lonas alusivas al manejo de residuos	Operación y mantenimiento	Designar a un responsable de la supervisión del manejo de los residuos de acuerdo con 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:

1. Vigilar que, en relación con el medio, cada actividad o etapa de la obra se realice según el proyecto y según las condiciones en que ha sido autorizado.
2. Evaluar o examinar la efectividad y pertinencia de las medidas en concordancia con la minimización de los niveles de prevención, reducción, rehabilitación y compensación de impactos ambientales negativos.
3. Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acercará a un nivel crítico.

Para el programa de vigilancia ambiental se ha elaborado un cuadro donde se indicará el cumplimiento de cada una de las actividades contempladas, la etapa en que serán ejecutadas y la frecuencia de esta actividad.

Cuadro 5. Actividades contempladas en el plan de vigilancia ambiental

NO.	ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA
1	Solo será retirada la vegetación que interfiera con la obra	**Preparación del sitio**	Variable, aproximadamente 7 meses
2	Se realizarán actividades de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	**Preparación del sitio**	Todas las veces que sea necesario
3	Se excavará solo en los sitios donde se tiene proyectado	**Construcción**	Cada vez que sea necesario
4	Se colocarán botes o tambos para que se depositen los residuos generados	**Preparación del sitio, construcción y abandono del sitio**	Estos serán colocados diariamente y aquellos que contengan residuos peligrosos deberán de llevarse al almacén temporal donde no podrán permanecer allí más de 6 meses de acuerdo con el artículo 84 del reglamento de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos
5	Se realizará constantemente una verificación vehicular	**Preparación del sitio, construcción, abandono del sitio y operación y mantenimiento**	Una vez cada 4 meses

NO.	ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA
6	Manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos	**Durante todas las etapas del proyecto**	Cada vez que se requiera
7	Se darán platicas de educación ambiental al personal que laborará en la obra	**Previo al inicio de la obra**	Al inicio de cada etapa que contempla la obra o cada vez que se requiera
8	Quedará prohibido la colecta, caza, captura, consumo y comercialización de flora y fauna silvestre del lugar	**Durante todas las etapas del proyecto**	Todo el tiempo que dure la obra
9	Se cubrirá con una lona los camiones que transporten material	**Preparación del sitio y construcción**	Cuando se lleven a cabo actividades de transporte
10	Recuperación del sitio	**Término de la obra**	Una vez

El presente programa de vigilancia ambiental contempla los siguientes puntos:

- Dar seguimiento a la supervisión ambiental para garantizar el cumplimiento de los resultados contenidos en el presente estudio.
- Supervisar el correcto manejo de residuos peligrosos y no peligrosos propios del desarrollo del proyecto y del material sobrante de la construcción a fin de evitar la proliferación de fauna nociva y contaminación del suelo.
- Examinar la efectividad y suficiencia de las medidas para alcanzar los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales negativos.
- Determinar en caso necesario, las modificaciones necesarias o las medidas de mitigación adicionales para lograr los niveles mencionados.
- Atención de contingencias, refiriéndose a las acciones que se han de tomar ante un eventual accidente o emergencia provocado por las acciones propias de la obra.

VI. 2.1 Seguimiento y control

Para realizar un plan de seguimiento y control se prevé llevar una bitácora escrita de cada una de las acciones realizadas, por fecha y descripción de la acción firmada por el responsable de la obra, anexa al control interno de la obra.

Se realizarán visitas periódicas al sitio de la obra, en caso de algún evento adverso incidental que afecte al medio será necesaria la presencia del técnico especialista para atender o supervisar que las brigadas formadas para este propósito realicen lo previsto correctamente, si el técnico por causa de fuerza mayor no logra presentarse durante el

evento, debe asistir posteriormente al sitio para solucionar los imprevistos durante la contingencia generada por el evento.

La empresa ejecutora estará obligada a realizar una memoria fotográfica por cada una de las actividades propias de la obra. En la memoria se remitirá:

- Fecha.
- Hora.
- Duración de las operaciones.
- Efectos adversos sobre el medio.
- Acciones que realizar para mitigarlo.

Una vez realizada se anotará en la bitácora de obra y serán anexadas fotografías a la memoria propuesta con el fin de documentar puntualmente todas y cada una de las situaciones adversas y la forma de afrontarlas por parte de los ejecutores de la obra.

Las brigadas de prevención que serán conformadas estarán obligadas a observar conductas que no pongan en riesgo la integridad de sus compañeros y del medio, con la facultad de amonestar verbalmente a quienes propicien situaciones potenciales de riesgo tales como:

- Fogatas sin supervisión.
- Uso indiscriminado de maquinaria y vehículos en horarios no permitidos o no laborales.
- El depositar restos de comida y envoltorios plásticos, metálicos o de cualquier otro material procesado industrial y comercialmente en sitios no establecidos para ello.
- Fumar durante el trabajo.
- Ingerir bebidas embriagantes, antes, durante o en cualquier etapa de la ejecución de la obra.
- Realizar acciones de mantenimiento a los vehículos, maquinaria y/o equipo impulsado por combustibles fósiles que representen un riesgo de derrames.

Durante la fase de construcción del proyecto, el Programa de vigilancia ambiental se podrá implementar respecto a los siguientes indicadores:

- Seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases.
- Seguimiento de las afectaciones del suelo.
- Seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna.
- Incremento en el volumen de residuos generados.

Seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases.

Para el seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases, producidas en su mayor parte por la maquinaria que se utilizará en todas las actividades que se desarrollarán en la construcción del proyecto, se llevarán a cabo visitas programadas para cada semana. En estas visitas se evaluará si se cumplen con las medidas adoptadas:

- Todos los vehículos involucrados en la obra deberán contar con un certificado de verificación de contaminantes y/o registro de última afinación.
- Velocidad reducida de los vehículos que trabajen en la obra.
- Vigilancia de las actividades de carga, descarga y transporte de materiales.

La toma de datos se llevará a cabo mediante inspecciones visuales periódicas en las que se estimará el nivel de polvo existente en la atmosfera y la dirección predominante del viento estableciendo cuales son los lugares afectados.

Estas inspecciones se llevarán a cabo una vez por semana, en las horas donde las emisiones sonoras y el polvo se consideren altas. La primera inspección se llevará a cabo antes del inicio de las actividades programadas para de este modo tener conocimiento de la situación previa y poder realizar comparaciones posteriores.

Seguimiento de las afectaciones del suelo.

Las tareas que afectarán al suelo son: las actividades de la remoción de la vegetación, el despalme y las excavaciones de las superficies necesarias para el desarrollo de las diferentes actividades.

Se ejecutarán visitas periódicas para corroborar que se están cumpliendo con las medidas establecidas y de este modo minimizar los impactos, evitando que las operaciones se realicen fuera de las áreas asignadas para ello.

En las visitas se observará:

- La vigilancia en la remoción de la vegetación, en el despalme inicial y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos más allá de lo necesario, es decir que se reduzca en la medida de lo posible el área de trabajo.
- Se ejecutarán una serie de observaciones en las zonas aledañas al proyecto, con la finalidad de detectar cambios o alteraciones no contempladas en el presente estudio.
- En caso de encontrarse cambios en el entorno se registrarán y analizarán para proponer medidas correctoras necesarias en cada uno de ellos.

Seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna.

- Se vigilará que se ejecuten las medidas seleccionadas para la minimización o compensación de los impactos a la flora y fauna del lugar afectadas por las obras del proyecto.
- Si se observará un nuevo impacto a la flora o fauna del entorno del lugar, se procedería al análisis de este y a la adopción de nuevas medidas de mitigación.
- Incremento en el volumen de residuos generados.
- Se vigilará que se lleve a cabo el buen manejo de residuos peligrosos y no peligrosos durante todas las actividades que se desarrollarán en la construcción de la obra.
- Se registrará semanalmente en una bitácora el volumen que se va generando de residuos no peligrosos.

VI. 2.1.1 Presentación de informes

Cada 6 meses, desde la fecha de la aprobación del proyecto por parte de la SEMARNAT, se presentará un informe sobre el desarrollo del Programa y el grado de eficacia y cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación adoptadas para este estudio. En estos informes se concretarán los siguientes puntos:

- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo.
- Seguimiento de las medidas para la protección de la flora y fauna.
- Seguimiento de las medidas para la protección de los componentes hídricos.
- Seguimiento de los niveles sonoros, partículas suspendidas y emisiones.
- Correlación de los datos existentes entre las distintas actividades de la obra y los efectos e impactos que se van produciendo.
- Eficacia real observada de las medidas de mitigación propuestas, corrección de fallas y en caso de detectarse un impacto no previsto en este estudio, aplicar medidas correctivas al respecto.

Un Programa de vigilancia ambiental tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones, medidas protectoras y correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental. Este programa, tiene además otras funciones adicionales, como las siguientes:

- Permite comprobar la cuantía de ciertos impactos de los que su predicción resulta difícil. Existen muchas alteraciones cuya predicción sólo puede realizarse cualitativamente, aunque esto no quiere decir que no se puedan establecer medidas correctoras, el programa de seguimiento permite evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctoras en el caso de que las ya aplicadas no sean suficientes.

- Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas. Este conocimiento adquiere todo un valor si se tiene en cuenta que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.
- En el programa de vigilancia ambiental se pueden detectar alteraciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptarse medidas correctoras.

Las fases de un programa de seguimiento son cuatro: objetivos, recolección y análisis de datos, interpretación, y retroalimentación con los resultados. A continuación, se describen brevemente cada una de ellas.

Objetivos: Se deben identificar los sistemas afectados, los tipos de impactos y los indicadores seleccionados. Para que el programa sea efectivo, el marco ideal es que estos indicadores sean pocos, fácilmente mesurables y representativos del sistema afectado.

Recolección y análisis de datos: Este aspecto incluye la recopilación de datos, su almacenamiento, acceso y clasificación por variables. La obtención de datos debe tener una frecuencia temporal adecuada que dependerá de la variable que se esté controlando.

Interpretación: El aspecto más importante de un programa de vigilancia ambiental es la interpretación de la información recogida. La visión elemental que se tenía anteriormente de que el cambio se podía medir por la desviación respecto a estados anteriores no es totalmente válida; hoy en día se conoce que los sistemas tienen fluctuaciones de diversa amplitud y frecuencia, pudiendo darse la paradoja de que la ausencia de desviaciones sea producto de un cambio importante.

Retroalimentación de los resultados: Los resultados obtenidos pueden servir para modificar los objetivos iniciales, por ello, el programa debe ser flexible y encontrar un punto de equilibrio entre la conveniencia de no efectuar cambios para poseer series temporales lo más largas posibles y la necesidad de modificar el programa con el fin de que éste refleje lo más adecuadamente posible la problemática ambiental.

Considerando todos estos aspectos, el Programa de vigilancia ambiental está condicionado por los impactos que se van a producir, siendo imposible fijar un programa genérico que abarque todos y cada uno de los impactos.

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 Rescate y reubicación de Fauna

- Programa de Reforestación
- Programa de Conservación de suelos
- Programa de Manejo de residuos
- Programa de Control de emisión de partículas y ruido

Asimismo, se consideran el siguiente Plan y Propuestas:

- Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental
- Programa de ubicación y dimensiones de pasos de fauna
- Conservación y protección de los componentes hídricos

VI. 2.2 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 con 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 con el 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 con el 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. 2.3 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. 2.3.1 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:

1. Considerada bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
2. Especies cuya distribución se restringa a zonas del AP
3. Que por sus características ecológicas tengan un mayor nivel de supervivencia

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 6. Especies de flora susceptibles a rescate y reubicación

Criterio	Especie	Descripción	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos a rescatar en el área de CUSTF
1	*Astronium graveolens*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	A	122
1	*Zamia prasina*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	Pr	114
1	*Cryosophila stauracantha*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	A	16
2	*Coccoloba spicata*	Especie nativa, de rápido crecimiento y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	8
2	*Maclura tinctoria*	Especie nativa, alta tolerancia a cambios en el ambiente	-	8
2	*Semialarium mexicanum*	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y alta tolerancia a cambios en el ambiente	-	8
2	*Thevetia ahouai*	Especie nativa, potencial para la fitorremediación de suelos y de distribución en Selvas	-	180
2	*Swietenia macrophylla*	Especie nativa, primaria y con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva	-	8
3	*Acacia gaumeri*	Especie nativa y de distribución restringida a la Península de Yucatán	-	33
3	*Aspidosperma megalocarpon*	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y de distribución en Selvas	-	1682
3	*Brosimum alicastrum*	Especie nativa, de uso doméstico, alimento de ganado y de distribución en Selvas	-	6138
3	*Celtis trinervia*	Especie nativa, tolerante a sequias y de distribución en Selvas	-	8

Criterio	Especie	Descripción	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos a rescatar en el área de CUSTF
3	*Chrysophyllum mexicanum*	Especie nativa, uso comestible, para fines medicinales y de distribución en Selvas Subperennifolias y Perennifolias	-	65
3	*Croton arboreus*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	114
3	*Croton icche*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	131
3	*Cupania belizensis*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	49
3	*Guettarda combsii*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	114
3	*Hampea trilobata*	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y de distribución en la Península de Yucatán	-	114
3	*Lonchocarpus rugosus*	Especie nativa, tolerante a sequias y de distribución en Selvas	-	49
3	*Lysiloma latisiliquum*	Especie nativa, de valor cultura par ale pueblo maya y de distribución en restringida al Península de Yucatán	-	33
3	*Piper amalago*	Especie nativa, de importancia ritual y medicinal	-	637
3	*Piscidia piscipula*	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	327
3	*Psychotria nervosa*	Especie nativa, fruto sirve de alimento a aves y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	196
3	*Sapindus saponaria*	Especie nativa, usos diversos y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	1779
3	*Simarouba amara*	Especie nativa, fácil adaptación y resistencia al ambiente y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	49
3	*Chamaedorea seifrizii*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias		294
3	*Terminalia buceras*	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	24
Total				**12,300**

VI. 2.3.2 Técnicas seleccionadas para realizar el rescate de especies

Las actividades de reubicación se realizarán con un mes de anticipación al inicio de las obras de preparación del sitio, el objetivo es evitar sacrificar juveniles de especies nativas y la utilización de estos para la remediación en zonas aledañas al proyecto.

Para lo anterior se hará necesario contratar un biólogo o ingeniero forestal, que sea el responsable de coordinar estas actividades, mismo que deberá contar con una cuadrilla de 5 personas para realizar los trabajos de manera directa.

El criterio común para la recolecta de individuos juveniles, es que sean especímenes sanos con una altura máxima de 2 m y/o con un diámetro menor a 5 cm. Las plántulas o juveniles se colectan arriba de los 15 cm de altura porque han pasado la fase crítica del establecimiento, una vez pasada esta, los individuos se encuentran en buenas condiciones para ser trasplantados.

Se deberá realizar un hoyo de 15, 30 y 60 cm de acuerdo con el tamaño de la plántula, por 30 cm de profundidad, este suelo se envolverá con cepellón, cuidando de realizar la excavación de tal forma que no se afecten las raíces; evitando dañarlas físicamente, o exponerlas al aire o al sol.

El juvenil debe ser librado de cualquier planta que implique competencia al momento de ser trasplantada.

Todos los juveniles recolectados se llevarán al vivero donde se hará la propagación para las obras de reubicación, se cuidarán ahí hasta su trasplante. Un traslado y almacenamiento inadecuados pueden mermar considerablemente el lote de plantas con que se van a recuperar, por lo que resulta importante poner especial cuidado en cómo se realiza esta actividad. En todos los casos, el transporte debe asegurar que los juveniles sufran el mínimo daño, ya sea este mecánico, por desecación y/o calentamiento.

Por ello, se debe realizar en vehículos cubiertos y bien ventilados. No se debe rebasar la capacidad máxima de almacenamiento de plantas; deben ir adecuadamente colocadas dentro del vehículo con la intención de reducir número de viajes, ya que ello repercute en daños a las plantas que pueden ser irreversibles. Es posible estibar dos capas de plantas siempre y cuando los envases de las plantas sean resistentes y de similares dimensiones con la finalidad de lograr un arreglo homogéneo que permita estibar dos capas. No se recomienda estibar más de dos capas ya que se pueden dañar las plantas en las capas inferiores.

Las plantas deberán ser almacenadas en el vivero provisionalmente, para posteriormente incorporarse en la reforestación. Se espera una supervivencia del 80%. Un valor menor indicaría un mal manejo de los juveniles y se recuperarían mediante la propagación en los viveros.

Recolecta de semillas

Es ideal que las semillas se recolecten localmente, pero en ocasiones –y dependiendo de la especie de interés- es factible obtenerlas de algunos distribuidores comerciales, centros de semillas, servicios forestales o en ciertas instituciones de investigación. Algunos aspectos por considerar para la recolección de semillas son los siguientes:

- Seleccionar las especies apropiadas al clima y a los fines con los cuales se establecerá la plantación.
- Obtener las semillas que provengan de lugares con condiciones ecológicas parecidas al área donde se va a localizar el vivero y a realizar la plantación (en cuanto a altitud, precipitación, tipo de suelo y otros factores).
- Si la colecta es local, es importante conocer dónde se localizan los mejores árboles. Las semillas deben colectarse de árboles donantes con características deseables para reproducir.
- Las semillas deben colectarse de árboles reproductivos, con apariencia saludable y vigorosa. Tienen que provenir de varios individuos de la misma especie (de preferencia entre 10 y 30), con la finalidad de mantener la variación genética de la población para asegurar una mejor adaptación a diversas situaciones ambientales.
- Las semillas no deben colectarse de árboles aislados o muy jóvenes.
- Las semillas deben colectarse sólo de frutos maduros. Si los frutos se colectan muy tempranamente, las semillas estarán inmaduras y no germinarán.
- El momento en que un fruto ya está maduro se reconoce por cambios en la coloración –de verde a rojo o negro-, cuando es un fruto carnoso. Si se trata de frutos secos (como el cono de los pinos o la magnolia), éstos tienen que colectarse justo antes de que se abran.
- No se deben utilizar los frutos enfermos o aquellos que se encuentren en el suelo, ya que pueden contaminar a las semillas sanas. Si no hay otra alternativa, los frutos del suelo se inspeccionan (como las bellotas de los robles), y se seleccionan los que tengan buen aspecto. Posteriormente hay que hacer pruebas de flotación en agua para descartar las semillas que floten, pues es muy probable que estén parasitadas o sean inviables.

Recolección de frutos

Hay varias técnicas para la recolección de frutos o semillas. Si es posible, hay que cortar del árbol sólo los frutos o pequeñas estructuras vegetativas adicionales adheridas a ellos para evitar el daño excesivo sobre la planta.

En los casos en que sea difícil subirse a un árbol para cosechar los frutos y éstos se colecten por medio del movimiento de ramas o con garrochas, es recomendable que caigan al suelo sobre grandes piezas, como lonas o preferentemente mantas de algodón.

El método por utilizar para la recolecta de frutos dependerá de las características físicas de las especies florísticas sujetas a reproducir, la habilidad de las personas encargadas de dichas actividades y los recursos disponibles para alcanzar los objetivos del programa. Se enumeran a continuación los principales métodos.

- Método de las espuelas. Consiste en utilizar espolones de hierro forjado sujetos con correas de cuero a los pies. Adicionalmente se lleva una cuerda y cinturón de seguridad sujeto a la cintura, el cual rodea al árbol para evitar caídas.
- Método de la escalera. Ideal para árboles bajos o cercanos a vías de comunicación, de manera que la escalera pueda ser desplazada fácilmente.
- Recolección en el suelo. Recomendado para aquellas especies cuyos frutos normalmente son de apreciable tamaño y peso. Se necesita conocer con precisión la época de maduración y caída de frutos, ya que una vez desprendidos duran poco tiempo antes de ser atacados por animales, hongos o bacterias.
- Método de la línea de seguridad. La persona se engancha con una serie de correas y poleas al árbol para ascender, y se impulsa con los pies.

VI. 2.3.3 Manejo de plantas rescatadas dentro del albergue temporal o centro de acopio

Las plantas rescatadas se ubicarán en el vivero, que fungirá a la vez como centro de acopio, aquí las plantas juveniles serán ubicadas en platabandas específicas para cada especie, se les dará seguimiento llevando un registro en bitácora relacionada con su crecimiento y estado físico, para posteriormente ser reubicadas en los sitios previamente seleccionados.

Instalación de un vivero y/o albergue de plantas forestales

El resguardo de las mismas producto de las actividades de rescate es un trabajo muy importante, ya que, asegura la permanecía de las especies albergadas en época de estiaje, y se preparan para su posterior reubicación a campo abierto una vez establecidas las condiciones climáticas favorables para su replante.

Antes de iniciar esta actividad hay aspectos muy importantes a considerar, los cuales nos permitirán decidir correctamente sobre la ubicación y el tamaño del vivero.

Ubicación del vivero

Los aspectos para tener en cuenta para definir la ubicación del vivero son:

- Cercanía a las áreas de rescate y reubicación: El vivero se establecerá en el área de influencia del proyecto.
- Caminos transitables: Dicha área queda comunicada por una brecha que facilitara el transporte de las plántulas rescatadas.
- Suficiente cantidad y buena calidad de agua durante el período seco. El vivero será suministrado de agua por camiones tipo pipa.
- La textura del suelo: Los suelos arenosos por ejemplo retienen menos la humedad por lo tanto deben regarse con mayor frecuencia, pero con menor cantidad de agua.

En cambio, los suelos de textura más fina necesitan riegos más espaciados pero mayor cantidad de agua en cada riego.

- La evapotranspiración: Las altas temperaturas y el viento provocan durante el verano la pérdida por evaporación de mucha agua tanto del suelo como de los cultivos.
- La topografía: Los terrenos recomendables para el establecimiento del vivero no deben de exceder el 12% de pendiente.
- La exposición a la luz: Con respecto a la luz, lo ideal es elegir el sitio que tenga el mayor tiempo de exposición al sol que sea posible. Se deben evitar las exposiciones Este o Sur, o lugares muy sombríos porque la falta de luz se traduce en menor desarrollo de la planta.
- Protección contra el viento: Al elegir el sitio para instalar el vivero, conviene recordar que una cortina forestal bien ubicada protege al suelo y a las especies albergadas de la desecación y de los daños que produce el viento. Se debe procurar un sitio donde la cortina debe estar del lado de los vientos predominantes y tiene que ser permeable de manera que no impida el paso del viento, sino que aminore su velocidad. Además, de acuerdo con lo explicado en el punto anterior, no debe quitarle luz al cultivo.

Control de plagas y enfermedades

La prevención del incremento de insectos plaga, su combate y control, son parte fundamental para obtener éxito en las plantaciones; desde la producción de plantas en vivero, hasta la cosecha, incluyendo la silvicultura de la plantación, mediante la cual se favorece el incremento constante de vigor de la población forestal en desarrollo y por lo tanto su resistencia y fortaleza.

Es por ello, que es de suma importancia hacer una selección correcta de las especies adecuadas y que estén bien adaptadas a las condiciones del sitio en el campo.

Las especies que se desarrollan fuera de su hábitat natural crecen en condiciones de estrés y por lo tanto, usualmente son más susceptibles a los insectos plaga y las enfermedades, recuperándose más lentamente del daño.

Algunas acciones preventivas propuestas a aplicar para mantener un buen estado fitosanitario de las plantaciones son las siguientes:

- Se realizarán recorridos de inspección (cada 15 días a partir de la plantación hasta el término del programa).
- Se realizarán recorridos periódicos al acercarse la temporada de ataque de plagas o enfermedades.
- Se procederá inmediatamente a la limpieza del área afectada, si es necesario se sustituirá la plántula infectada por otra sana.

- Las plántulas enfermas y/o plagadas, se trasladarán a un sitio de resguardo provisional para su posterior manejo adecuado, ya sea destrucción total o incineración.

Reposición de fallas

Para el punto específico de la supervivencia, se realizarán revisiones de todas las líneas de plantación sobre las cuales se contarán las fallas existentes para sustituir las plantas muertas o dañadas. Las revisiones se harán de manera práctica, después de 30 días posteriores a la plantación y lo más pronto posible para evitar que las nuevas plantas se encuentren en desventaja con las ya establecidas, se prevé que para este programa de rescate y reubicación exista una mortandad de 20% como máximo, que es el porcentaje de plantas a reponer.

Indicadores de seguimiento y medidas para garantizar la sobrevivencia

Los indicadores de seguimiento determinados deberán aportar evidencia clara sobre la evolución de las especies en el sitio, de conformidad con los hábitos de crecimiento de las especies seleccionadas en el programa, motivo por el cual han sido seleccionados los siguientes parámetros de evaluación:

a) Sobrevivencia de las especies. Se buscará una sobrevivencia no menor al 80% de los individuos reubicados. Para lo anterior, se realizará una evaluación periódica de los índices de sobrevivencia (de manera bimestral durante treinta y seis meses), integrando la información en una bitácora de reporte.

b) Estado físico de las plantas. Durante la evaluación de los índices de sobrevivencia de las especies, se efectuará también una valoración del estado físico o fitosanitario de los ejemplares reubicados, con la finalidad de identificar la presencia de plagas. En caso de confirmar lo anterior, se realizará un diagnóstico preciso del tipo o tipos de plagas presentes para definir las prácticas de control más adecuadas. Dicha valoración se realizará cada dos meses, integrando la información en la misma.

VI. 2.4 Programa de rescate y reubicación de fauna

El programa está dirigido principalmente a especies de vertebrados de baja movilidad, como anfibios, reptiles y pequeños mamíferos de ámbito hogareño restringido. Para las especies comunes y abundantes se realizará el rescate de una muestra representativa de ejemplares susceptibles de ser afectados por las actividades de construcción del proyecto, ya que no será posible capturar a todos los ejemplares del área. En el caso de especies raras o en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se capturarán todos lo

que sean detectados en el sitio. Las aves no serán consideradas para el rescate de fauna, debido a que su movilidad les permite alejarse del sitio al detectar perturbaciones generadas por la presencia de los trabajadores, el ruido de la maquinaria, etc. Sin embargo, se evitará realizar trabajos durante la temporada reproductiva, en la cual es posible afectar los nidos que se encuentran entre o sobre la vegetación que será removida. Estas acciones serán realizadas por un equipo de biólogos expertos (herpetólogos, ornitólogos, mastozoólogos) que tengan experiencia en el manejo de fauna silvestre.

VI. 2.4.1 Selección de especies susceptibles de rescate

Los criterios de selección de especies a rescatar son:

- El animal se encuentra en condiciones físicas y sanitarias óptimas, ya sea para su inmediata liberación (liberación dura) o posterior a su permanencia en cautiverio temporal en un sitio elegido en consenso por el grupo de trabajo (liberación suave).
- 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, o se trate de una especie clave para el ecosistema.
- Especies de 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, en este caso se realizará una evaluación de la salud del ejemplar y se mantendrá en observación.

A continuación, se presenta la lista de especies ubicadas en el SAR (cuya presencia es potencial en el AP).

Cuadro 7. Especies de fauna susceptibles a rescate y reubicación

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN
Aves	Picidae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	Pr	LC
	Strigidae	*Ciccaba nigrolineata*	Búho Barrado Albinegro	A	LC
	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común		LC
	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca		LC
	Columbidae	*Columbina Talpacoti*	Tortolita canela		LC
	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC
	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy		LC
	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorin azulnegro		LC
	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		LC
	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		LC
	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana Norteña		LC

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN
	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje		LC
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		LC
	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común		LC
	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca		LC
	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja		LC
	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo		LC
	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina pecho gris		LC
	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra		LC
	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea		LC
	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo Collarejo	Pr	LC
	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito		LC
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		LC
	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucancillo Pico Canoa	A	LC
	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		LC
	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra		LC
	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		LC
	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador		LC
Herpetofauna	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Ranas marmoleadas		LC
	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero		LC
	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Gigante		LC
	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	A	NT
	Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Cascabel Yucateca		LC
Mamíferos	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	P	EN
	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de espalda blanca sureño		LC
	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas		LC
	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño		LC
	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca		LC
	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		LC
	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		LC

VI. 2.4.2 Técnicas de rescate

Rescate de herpetofauna

La herpetofauna que no logro ser alejada con las técnicas de ahuyentamiento será capturada mediante las distintas técnicas que se describen a continuación:

Se realizarán una serie de transectos para el registro de encuentros visuales; este es un método eficaz y confiable para hacer evaluaciones rápidas del hábitat (Heyer et al., 1994; Pearman et al., 1995). La ubicación de los transectos se realizará en los hábitats aptos para estas especies y considerando la heterogeneidad del paisaje que abarquen las actividades de construcción del proyecto, se caminarán lentamente transectos de 500 metros de largo en un tiempo determinado, durante el recorrido se buscará cuidadosamente a los anfibios y reptiles descansando sobre el suelo, posados en hojas o ramas, también será necesario buscar debajo de los troncos y piedras con ayuda de los ganchos herpetológicos (León-Cortés et al., 2010), ya que estas suelen proporcionar un refugio seguro para estos organismos; una vez revisados los estratos, madrigueras, nidos y escondites se procederá a la captura de especies de mayor tamaño.

Anfibios: Se realizarán transectos en las zonas cercanas a cuerpos de agua (ríos, lagunas, escurrimientos y encharcamientos) y zonas con vegetación que vayan a ser afectadas por las actividades de construcción del proyecto, se revisara cuidadosamente debajo de las rocas y troncos ya que muchas especies de salamandras terrestres habitan estos lugares. La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y durante la temporada de lluvias, por lo que se recomienda la realización de recorridos nocturnos para la captura de ranas y sapos.

Durante el manejo de las especies de anfibios, se deberá tener especial cuidado en la limpieza del equipo de colecta y herramientas de contención, ya que este grupo taxonómico es muy susceptible al contacto con sustancias químicas como solventes, repelentes o insecticidas, por lo que se recomienda la asepsia de las botas y el material de campo con hipoclorito de sodio al 4 %, etanol al 70 % o formol al 37 % cada vez que se cambie de área de muestreo, retirando el material vegetal que pudieran a ver quedado en ellas. Estas recomendaciones evitarán la transmisión y propagación de patógenos entre los anfibios.

Su captura deberá realizarse con una red acuática de mango largo o directamente con la mano, de preferencia usando guantes de carnaza o látex desechable para evitar irritaciones por el contacto con las mucosas. Una vez capturado el ejemplar, se colocará en una bolsa, recipiente o frasco plástico con agua y sustrato del medio en el cual fueron colectados, ninguna bolsa o frasco deberá usarse dos veces ni con diferentes organismos colectados para evitar la contaminación entre individuos. Los frascos o bolsas con ejemplares colectados deberán ser colocados en un lugar con sombra o en una hielera para mantener a los ejemplares en un sitio fresco, aislados de la luz directa del sol, evitando así muertes por insolación hasta su transporte y reubicación final (Figura 3).

Reptiles: para el rescate de las especies de reptiles presentes en la zona del proyecto se procederá a realizar búsquedas intensivas principalmente debajo de troncos secos, tubos abandonados y trozos de corteza de árboles; en horarios de mañana y tarde (de 10:00 a 13:00 hrs y de las 17:00 a las 19.00 hrs) que es cuando presentan mayor actividad.

Debido a la heterogeneidad del grupo, el método de captura variará entre especies, para el caso de lacertillos la captura se realizará de forma directa con las manos o mediante el empleo de un gancho herpetológico “hook”, tomando todas las precauciones para el ejemplar como para el responsable de la captura, se marcarán los ejemplares y se tomaran los datos correspondientes en los formatos de campo, finalmente se llevará un registro fotográfico para la identificación de los organismos. Para lagartijas también se puede utilizar una liga, la cual se le lanzará al organismo con la finalidad de aturdirlo y facilitar la captura, teniendo cuidado de no hacerlo con demasiada fuerza ya que pueden resultar lesionados de gravedad. Otra alternativa es el método de lazada, en el que se utiliza un tubo de aluminio u otro material extensible, en la punta se le coloca un hilo formando un asa. Esta asa se pondrá alrededor del cuello de los organismos a capturar y se tirará, de tal forma que el organismo quede atrapado por el asa.

Con respecto a las serpientes estas se manejarán como si fueran venenosas lo sean o no, se manipularán siempre con los ganchos y pinzas herpetológicas con la finalidad de evitar accidentes, se debe tener siempre presente que la manipulación de estos organismos conlleva un riesgo alto de sufrir una mordedura lo cual podría representar un accidente de gravedad al encontrarse lejos de un centro médico y sin la cantidad adecuada de anti viperinos.

Los individuos capturados deben de sujetarse con firmeza, pero sin ejercer demasiada fuerza con las pinzas herpetológicas ya que se puede lesionar a la serpiente. Una vez contenidas físicamente, se colocarán en un saco de manta si se trata de ejemplares pequeños o, en su defecto en un bote de plástico de 20 litros con la tapa perforada para favorecer la entrada de aire. Para introducir la serpiente en el saco se comenzará por la cola de la serpiente siendo la cabeza lo último en perder de vista. Una vez que esté dentro la serpiente, se sacudirá el saco para asegurar que el ejemplar quede al fondo de este, se procederá a colocar el gancho sobre el saco justo donde termina el espacio usado por el organismo para así impedir que escape, con esta acción se dejara la mayor parte del saco libre lo que permitirá darle múltiples torsiones y rematar con un nudo firme en la punta del saco para evitar que escape.

Si se utilizan los botes, el procedimiento para ingresar al ejemplar será el mismo, teniendo cuidado al momento de colocar firmemente la tapa. No se debe acercar la mano o cualquier otra parte del cuerpo a las perforaciones existentes en el bote por pequeñas que puedan ser, posteriormente se deberán colocar a la sombra para evitar que se sofoquen.

Como recomendación final, para los reptiles (lagartijas y serpientes) lo más indicado es eliminar del área que ocupará el proyecto elementos de refugio, mediante el corte de la hierba, remoción de pilas de leña, basura y desperdicios, principalmente acumulaciones de piedras y otros materiales, troncos y restos de madera.

Rescate de mamíferos

Las actividades de rescate y reubicación de mamíferos se centrarán en los de talla mediana y pequeña, debido a que los grandes mamíferos tienen requerimientos de hábitat mayores y se desplazan en áreas mucho más grandes, diferencias que dejan más expuestos a los mamíferos de tallas menores ya que el nicho donde desarrollan sus actividades puede estar inmerso en su totalidad dentro del sitio del proyecto, corriendo altas probabilidades de ser eliminado haciendo necesaria su reubicación.

La selección del método de muestreo dependerá del grupo de especies de interés, de igual forma la periodicidad y continuidad deberá ser establecida con el objetivo de evaluar los procesos de restauración a corto, mediano y largo plazo.

Mamíferos pequeños : El registro de las especies de mamíferos terrestres pequeños es efectivo mediante el uso de trampas tipo Sherman (Figura 7), por lo cual esta será la herramienta elegida para las actividades de rescate y reubicación. Las trampas se colocarán en el sitio que será desmontado, ubicándolas sobre veredas o donde se identifiquen rastros de las especies de interés (madrigueras, excretas, huellas). Deberá existir una separación de 20 metros entre cada una de las trampas, para aumentar el éxito de captura se cebarán con avena impregnada de esencia de vainilla o crema de cacahuate. La revisión se realizará cada mañana y noche, momento que se aprovechara para ser recebadas, permanecerán activas por lo menos cinco noches seguidas antes de que se den inicio las labores de desmonte. Al igual que con los otros grupos taxonómicos, las reubicaciones de los ejemplares capturados se realizarán lo más pronto posible para evitar lesiones, estrés o muerte de los individuos capturados.

Mamíferos medianos: Es recomendable que antes de iniciar las actividades en el área del proyecto se implementen técnicas de ahuyentamiento de fauna, con el objetivo de minimizar el número de manejos a realizar, evitando así el estrés de los individuos capturados y posibles efectos adversos. Esta actividad deberá realizarse todos los días antes de comenzar las obras para evitar encuentros de la planta laboral con la fauna silvestre.

Durante las actividades de ahuyentamiento se desplegará una brigada a lo largo y ancho del área que abarcarán las actividades de construcción, se caminara en línea haciendo ruidos golpeando el piso con varas o mediante el empleo de un megáfono o corneta de aire, a fin de alentar a todos los organismos presentes en el sitio a alejarse por sí mismos, durante estas caminatas se identificarán sitios potenciales para la colocación de trampas como son la presencia de madrigueras, rascaderos, excretas, huellas.

Se utilizarán trampas tipo caja Tomahawk las cuales se colocarán en los lugares seleccionados como de alto potencial de captura, cada una de las trampas será cebada con sardina, plátano o cebos sintéticos. Las trampas serán instaladas por la tarde noche y serán revisadas durante las primeras horas del día siguiente. Se registrarán las coordenadas del

lugar de captura, así como la hora, fecha, marcaje y especie del ejemplar capturado, previo a su liberación en el lugar elegido para la reubicación de los ejemplares capturados se resguardarán en un lugar seguro, fresco y aislado, con alimento y agua manteniéndolos cubiertos con lonas para evitar estresarlos.

VI. 2.4.3 Indicadores de éxito del programa

Las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre deberán ser monitoreadas durante las diferentes etapas del proyecto hasta su conclusión para conocer con certeza los verdaderos impactos que tendrá la infraestructura carretera en el ambiente y de manera particular en la fauna silvestre. Se propone realizar un seguimiento a los 30 y 45 días de haber concluido las actividades de rescate, con el objetivo de evaluar la proporción de individuos que permanece en el sitio donde fueron reubicados, la identificación de los individuos traslocados será posible gracias al marcaje realizado al momento de su captura ya que este permanece alrededor de dos meses hasta que los reptiles muden la piel o se dé el cambio de pelaje en los mamíferos.

Se consideran indicadores de éxito:

- El hallazgo de individuos de las especies de reptiles y anfibios traslocados en las áreas de relocalización.
- La tasa de sobrevivencia de los organismos rescatados y liberados será igual o mayor al 95%
- El número de organismos rescatados debe ser mayor en la etapa previa a los inicios de los trabajos de desmonte que los rescatados durante la ejecución de estas actividades (desmonte y despalme).

VI. 2.4.4 Pláticas de concientización ambiental

Los procesos de modernización y desarrollo económico traen consigo innumerables beneficios sociales, sin embargo, acarrean a su paso una serie de problemas ambientales como lo son la perdida y fragmentación de hábitats, pérdida de biodiversidad y la contaminación (por mencionar algunos), los cuales han afectado gravemente a los ecosistemas. Debido a lo cual resulta prioritario afrontar los problemas ambientales volviéndonos actores directos de las acciones a emprender para evitar la pérdida de servicios ecosistémicos.

Las pláticas de concientización tienen el objetivo de transferir el conocimiento científico a los actores directos en las actividades de construcción del proyecto para sensibilizarlos respecto a la importancia que tiene preservar el entorno natural y lograr así cambios en las conductas y estilos de vida que perjudican a los ecosistemas, impulsándolos a la acción mediante la prevención y mitigación de los problemas existentes y futuros (Rodríguez y Ramos, 2008).

El tránsito y presencia constante de los trabajadores en la zona del proyecto favorecerá la incidencia de encuentros con especies de fauna silvestre, por lo que es necesario hacer del conocimiento de la planta laboral, el valor e importancia que la fauna silvestre posee.

Los temas que se tratarán en estas pláticas serán los siguientes:

- Problemas que conllevan la construcción de infraestructuras viales en la biodiversidad.
- El papel de la fauna silvestre en el ecosistema.
- Manejo y Conservación de la fauna silvestre.
- Indicar las especies que se encuentran en la zona y que podrían encontrarse durante sus jornadas de trabajo.
- El peligro que conlleva la manipulación de cualquier especie, especialmente aquellas venenosas.
- Qué hacer en caso de accidente con alguna especie venenosa.
- Prohibición y consecuencias de la captura, caza, colecta y/o comercialización de ejemplares de fauna silvestre.
- Prohibición y consecuencias de la introducción de especies exóticas de fauna.
- Prohibición de circular fuera de los caminos habilitados para no dañar áreas con vegetación que estén fuera del sitio de proyecto.

VI. 2.5 Programa de Restauración Integral

La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica. Por lo tanto, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración. El ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente. Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales (SER, 2004).

VI. 2.5.1 Programa de Reforestación

Este programa constara de los siguientes procesos:

- Reconformación de la topografía (forma parte de las acciones de conservación de suelos)
- Diseño de la plantación
- Plántulas producidas a partir de semillas

- Propágulos producidos vegetativamente
- Endurecimiento y transporte de individuos
- Plantación
- Protección
- Mantenimiento
- Terrazas individuales

VI. 2.5.1.1 Número de individuos por especie a utilizar

La elección de especies para la reforestación es un tema crucial, ya que se puede aseverar que de esta depende el éxito o fracaso en el establecimiento de los individuos. De acuerdo con CONAFOR (2010), para la selección de especies es necesario realizar recorridos en sitios cercanos que presenten condiciones ambientales similares. Por su parte Arriaga *et al*. (1994) propone evaluar los siguientes criterios:

- Características ambientales del sitio: para la elección de especies se debe dar preferencia a aquellas que se establecen en los sitios que presentan vegetación secundaria arbórea y arbustiva, ya que es aquí en donde se encuentran principalmente las más resistentes, de más rápido crecimiento y que se adaptan a condiciones ambientales limitantes. No es recomendable escoger especies de la vegetación primaria para reforestar sitios muy degradados, porque generalmente, además de ser de crecimiento lento, requieren de condiciones ambientales estables y con menores limitaciones.
- Disponibilidad de propágulos: la falta de propágulos suficientes y además presenten buenas características como un elevado vigor y un aspecto saludable pueden afectar la producción masiva de plantas para reforestar.
- Especies representativas de la región, tomando en cuenta que poseen las características necesarias para adaptarse a las condiciones ambientales actuales de la CHF.
- Especies de fácil adquisición en viveros locales o regionales,
- Especies que permitan la sucesión ecológica
- Especies de importancia ecológica para los ecosistemas tomando en cuenta los índices de diversidad, de tal manera que conserve la estructura y composición florística, con el propósito de caracterizar a los ecosistemas nativos.

Considerando que del análisis comparativo de la abundancia de las especies entre el área de proyecto, área de influencia y sistema ambiental regional, se determinó que en las 1.4693 ha de vegetación de selva mediana subperennifolia se verán comprometidos

24,640; que del programa de Rescate y reubicación de especies se recuperaran 12, 330 individuos y finalmente los criterios antes expuesto, se determina que las especies rescatadas serán las mismas con las que se realizara la reforestación, toda vez que los organismos están a expensas de sus capacidades de sobrevivencia de ser necesario se conseguirán organismos de viveros para completar el total de individuos a reforestar.

Para mayor detalle se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Propuesta de las especies a reforestar

Especie	Descripción	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos a rescatar en el área de CUSTF
Astronium graveolens	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	A	122
Zamia prasina	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	Pr	114
Cryosophila stauracantha	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	A	16
Coccoloba spicata	Especie nativa, de rápido crecimiento y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	8
Maclura tinctoria	Especie nativa, alta tolerancia a cambios en el ambiente	-	8
Semialarium mexicanum	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y alta tolerancia a cambios en el ambiente	-	8
Thevetia ahouai	Especie nativa, potencial para la fitorremediación de suelos y de distribución en Selvas	-	180
Swietenia macrophylla	Especie nativa, primaria y con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva	-	8
Acacia gaumeri	Especie nativa y de distribución restringida a la Península de Yucatán	-	33
Aspidosperma megalocarpon	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y de distribución en Selvas	-	1682
Brosimum alicastrum	Especie nativa, de uso doméstico, alimento de ganado y de distribución en Selvas	-	6138
Celtis trinervia	Especie nativa, tolerante a sequias y de distribución en Selvas	-	8
Chrysophyllum mexicanum	Especie nativa, uso comestible, para fines medicinales y de distribución en Selvas Subperennifolias y Perennifolias	-	65
Croton arboreus	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	114
Croton icche	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	131
Cupania belizensis	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	49
Guettarda combsii	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	114
Hampea trilobata	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y de distribución en la Península de Yucatán	-	114
Lonchocarpus rugosus	Especie nativa, tolerante a sequias y de distribución en Selvas	-	49

Especie	Descripción	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de individuos a rescatar en el área de CUSTF
Lysiloma latisiliquum	Especie nativa, de valor cultura par ale pueblo maya y de distribución en restringida al Península de Yucatán	-	33
Piper amalago	Especie nativa, de importancia ritual y medicinal	-	637
Piscidia piscipula	Especie nativa, de importancia para fines medicinales y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	327
Psychotria nervosa	Especie nativa, fruto sirve de alimento a aves y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	196
Sapindus saponaria	Especie nativa, usos diversos y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	1779
Simarouba amara	Especie nativa, fácil adaptación y resistencia al ambiente y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	49
Chamaedorea seifrizii	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias		294
Terminalia buceras	Especie nativa y de distribución en Selvas Subperennifolias	-	24
Total			

VI. 2.5.1.2 Descripción de las actividades de reforestación

Técnica de preparación del terreno

Previamente a la reforestación se debe preparar el sitio donde se va a plantar, como una medida para garantizar el éxito de los trabajos, consiste en lo siguiente:

Limpieza del terreno: esta actividad se refiere a la eliminación de la maleza de forma manual, con la finalidad de facilitar la siembra y al mismo tiempo que no exista competencia entre los nutrientes de las nuevas plantas y las existentes. Esta actividad también es de mantenimiento.

Apertura de cepas: la apertura de cepas se realizará pocos días antes de iniciar con las actividades de plantado de arbolitos, con el fin de que la cepa almacene agua y conserve la humedad.

Enseguida se describe e ilustra la técnica de tres bolillo y el trazado de curvas a nivel.

a) Tres bolillo: Consiste en trazar el espaciamiento de las cepas de igual manera en todas las direcciones, la marcación se realiza en los vértices de un triángulo equilátero, en estos se abren los hoyos.

b) Curvas a nivel: Consiste en marcar los sitios destinados a la apertura de la cepa mediante un nivel "tipo cholo" o "tipo A" o bien trazar las curvas a nivel con un nivel de mano. Este método se utiliza en terrenos con pendientes mayores del 50 %.
c) El nivel tipo A o cholo consta de dos extremidades de la misma longitud unidas en su parte media por un travesaño con una marca al centro, en la unión de las extremidades cuelga una plomada, la cual al coincidir con la marca central del travesaño indica el sitio para colocar la planta.

Técnicas de plantado

La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se llevará a cabo la reforestación. Los métodos deben ser empleados en concordancia con el tipo de deficiencias que se presenten y con los factores medioambientales adversos que se quiera contrarrestar. Los sistemas de plantación que se emplearán en la reforestación son los siguientes:

- **Cepa común**: Consiste en escarbar un hoyo de dimensiones variables según la condición del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 40 x 40 x 40 cm, variando de 30 x 30 x 30 cm, donde se coloca el arbolito.
- **Terrazas individuales**: Son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio, en la parte central de ellas se establece una planta forestal.

Sus funciones son:

- Evitar la erosión de laderas.
- Retener el suelo de las escorrentías.
- Captar agua de lluvia.
- Mantener mayor humedad para el desarrollo de especies forestales.

Beneficios:

- Permiten el control de la erosión.
- Retienen y conservan la humedad de áreas localizadas.
- Favorecen el aprovechamiento de fertilizantes.
- Incrementan la sobrevivencia de árboles en la reforestación.
- Aceleran el desarrollo de especies vegetales.

Elementos del diseño

Las terrazas individuales se deben construir en suelos con profundidad de 30 centímetros. Se deben alinear en curvas a nivel y separase de acuerdo con la pendiente del terreno y densidad de plantas que requiere cada especie forestal.

La dimensión promedio de las terrazas individuales es de un metro de diámetro en donde se forma un círculo de captación de agua y de suelo.

Proceso de construcción

Primer paso. Para su construcción, se utiliza una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo; se debe trazar un círculo de un metro de diámetro.

Segundo paso. Después, se procede a excavar en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado, que permita almacenar agua de lluvia y proporcionar humedad a las especies forestales ahí plantadas. Dicho bordo puede reforzarse con piedras u otro material.

Tercer paso. Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se les puede dar a las terrazas una inclinación en contra pendiente dentro de la terraza.

Cuarto paso. La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo. En zonas con alta incidencia de lluvias se recomienda plantar cada arbolito cerca del bordo construido en el área de relleno y no en el centro de la terraza. Con esto se trata de evitar pudriciones o ahogamiento por exceso de agua.

Quinto paso. Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente y a la profundidad del suelo.

Distancia de plantación (trazado)

En el caso de terrenos fuertemente impactados o perturbados, los individuos se plantarán usando terrazas individuales para mitigar los procesos de erosión de suelo.

Recomendaciones

- Para alcanzar mayores beneficios en la aplicación de terrazas individuales se ofrecen las siguientes recomendaciones:
- En cuanto al manejo de las especies forestales establecidas en las terrazas se recomienda tener presente los siguientes aspectos:

- Se deben plantar especies resistentes a la sequía en zonas áridas o tolerantes a los excesos de humedad en zonas tropicales.
- Los arbolitos se deben mantener libres de hierbas, arbustos y árboles no deseables.
- Hay que eliminar árboles enfermos y controlar plagas y enfermedades.
- Es preferible reducir el número de árboles y dejar sólo los que presenten mayor vigor y sanidad, para regular la distribución del espacio y mejorar su desarrollo.
- Se deben construir brechas cortafuego para proteger las plantaciones.

Los cuidados durante la plantación son los siguientes:

- Al descargar las plantas se debe tener cuidado de no apilarlas o sobreponerlas unas sobre otras y de ser posible mantenerlas bajo la sombra.
- Al cargar la planta, esta no se debe manipular por el tallo, siempre por las bolsas o en la charola.
- Extremar precauciones al momento de plantar, para no dañar las raíces y que estas no queden dobladas al momento de introducirla en la cepa.
- Acondicionar la tierra de manera homogénea en las cepas y apisonarla, para que haya un buen contacto con el cepellón de la planta con el suelo, así como procurar que el nivel de tierra incorporada sea ligeramente más abajo que el terreno natural (0.05 m) para que el cuello de la raíz quede en ese rango.

Protección

El objetivo de esta actividad es evitar la destrucción o daño de la deforestación por posibles agentes que pueden ser controlados por el hombre.

El proceso de la reforestación no termina al momento de concluir la plantación, pues la totalidad de la planta puede morir sino se establecen medidas adecuadas de protección y mantenimiento.

Es importante proteger todas las áreas, especialmente las de 10 o más hectáreas para lograr una protección a menores costos unitarios por unidad de superficie.

En este sentido se tienen que identificar el posible agente causal del daño a la reforestación, y proceder a implementar la protección específica y adecuada al predio considerando su oportunidad, los materiales a utilizar y factores externos.

Protección contra animales

Se implementan por lo general cercos ya sea de alambre de púas, cerco de piedra y cerco vivo para regiones tropicales.

VI. 2.5.1.3 Medidas de corrección en caso de sobrevivencia menor al 80% de individuos plantados en los sitios definitivos

Para el establecimiento exitoso de los ejemplares plantados se realizará un programa de monitoreo y reposición de ejemplares muertos en caso de rebasar el umbral esperado de una sobrevivencia menor al 85% de ejemplares plantados.

En caso de que se dé una sobrevivencia menor al 85% de los ejemplares plantados, se realizará un diagnóstico de las causas de deterioro o mortalidad de estos, procediendo a implementar medidas de rehabilitación de aquellos que muestren signos de enfermedad, plaga, sequía, etc., estas medidas consistirán en la fertilización al suelo y la utilización de foliares, así como otras sustancias que recomiende el especialista en la materia.

Las causas más comunes que provocan una baja en la sobrevivencia de especies reforestadas son las siguientes:

Cuadro 9. Acciones emergentes par al sobrevivencia

Causa	Acción emergente
Ataque de plagas	Se realiza el diagnóstico correspondiente para la identificación del organismo que está atacando y posteriormente seleccionar la medida de erradicación más competente para dicha plaga.
Enfermedades	Se realiza el mismo procedimiento que en la detección de plagas forestales.
Escasez de agua	Riegos de auxilio, se recomienda tener un calendario de riegos de auxilio en el periodo de lluvias, en caso de presentarse una escasez en las precipitaciones habituales.
Competencia agresiva	Chaponeo o limpia de vegetación no deseada que se encuentren alrededor de las plantas establecidas.
Ganado	Cerco de protección.
Abandono de sitios	Monitoreo constante para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas establecidas.

Los individuos que no superen el periodo de estrés serán removidos y sustituidos de forma inmediata, en por lo menos los tres primeros años después de haberlos plantado. Con lo anterior se mejorarán las plantaciones para que la supervivencia en años posteriores sea mayor o al menos se conserve.

VI. 2.5.2 Programa de conservación de suelo

El objetivo del programa de conservación del suelo deberá buscar preservar en la medida de lo posible el papel fundamental que tiene en el desarrollo de las funciones ecosistémicas y apostar por los procesos de recuperación de la cubierta vegetal e implementar medidas de control y mitigación de la erosión mediante el uso de mecanismos que sean lo más natural posible y no induzcan nuevos impactos ambientales.

VI. 2.5.2.1 Residuos solidos

Se proponen las siguientes medidas de manejo de residuos:

- Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio.
- Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.
- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emitan para el efecto las autoridades correspondientes.
- Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte por la contratista a un sitio determinado de acopio, de donde serán colectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.
- Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos.

Además, deberá presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

VI. 2.5.2.2 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. 2.5.2.3 Construcción de terrazas

Las prácticas de conservación pueden clasificarse en estructurales o no estructurales, temporales o permanentes, mecánicas o vegetativas, de acuerdo con el objetivo que persiguen, los costos de establecimiento o los factores limitantes del suelo, etc., sin embargo, cada uno de estos sistemas de clasificación convergen en su búsqueda por asegurar la preservación del recurso suelo. Para la selección del tipo de obra a realizar se suelen utilizar los siguientes criterios:

- Tipo de suelo
- Tipos erosión a controlar
- Pendiente
- Tipo de vegetación en la zona
- Relieve

VI. 2.5.2.4 Reporte de la aplicación del programa de protección y conservación de suelos

Los resultados de las acciones del programa serán registrados en una bitácora de campo, donde se escribirán las actividades realizadas y contendrá la siguiente información:

1) m3 de capa de suelo orgánico recuperado
2) Ubicación de las áreas sujetas a limpieza

3) Ubicación de superficies a implementar medidas de protección y conservación de suelos y agua.

VI. 2.5.3 Programa de conservación de protección a los componentes hídricos

Derivado de las medidas de mitigación, presentadas en el Capítulo 4 de la *Manifestación de Impacto Ambiental* el Programa de Conservación y Protección a los Componentes Hídricos aborda las acciones a realizar para afectar en lo menor posible a los escurrimientos y cuerpos de agua presentes en el área del proyecto.

VI. 2.5.3.1 Obras hidráulicas consideradas para el proyecto

Actualmente el proyecto solo cuenta con una obra de drenaje que a su vez sirve para permitir el paso de un escurrimiento de tipo intermitente (con flujo de agua solo durante temporada de lluvias).

Para el proyecto se contempla la construcción de 18 obras de drenaje las cuales se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Características generales de las obras de drenaje

Obra	km	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo
OD 1	0+770	778254.04	1999598.03	Tubo de concreto 1.20
OD 2	1+200	778428.476	2000992.99	Tubo de concreto 1.20
OD 3	1+450	778415.074	2000765.82	Tubo de concreto 1.20
OD 4	1+740	778428.708	2000518.06	Tubo de concreto 1.20
OD 5	2+000	778352.418	2000231.64	Tubo de concreto 1.20
OD 6	2+220	778327.949	1999985.65	Tubo de concreto 1.20
OD 7	3+100	778754.994	2001789.13	Cajón de concreto 2.0m x1.75m
OD 8	3+815	778938.926	2002481.29	Tubo de concreto 1.20
OD 9	4+200	778925.867	2002808.1	Tubo de concreto 1.20
OD 10	4+500	778911.354	2003163.61	Tubo de concreto 1.20
OD 11	4+580	778907.908	2003248.05	Tubo de concreto 1.20
OD 12	4+700	778903.005	2003368.14	Tubo de concreto 1.20
OD 13	5+000	778866.907	2003665.43	Tubo de concreto 1.20
OD 14	5+420	778788.759	2004076.18	Tubo de concreto 1.20
OD 15	6+120	778658.071	2004763.09	Tubo de concreto 1.20

Obra	km	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo
OD 16	6+340	778602.125	2004980.41	Tubo de concreto 1.20
OD 17	6+620	778473.385	2005233.76	Tubo de concreto 1.20
OD 18	7+080	778192.2	2005609.56	Cajón de concreto 2.0m x1.75m

Cabe señalar que las excavaciones en las zonas de corte serán ejecutadas a cielo abierto con maquinaria 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.

Con el propósito de mejorar la eficacia del sistema de drenaje y/o la estructura del pavimento, se realizarán los trabajos de construcción de obras de drenaje, aunado por supuesto a obras complementarias de drenaje como: cunetas, lavaderos y bordillos.

Estos elementos serán de concreto hidráulico con resistencia. En los siguientes apartados se desglosan las características de cada obra.

Obras de drenaje transversales. De acuerdo con lo observado en campo se estima la construcción de 12 obras de drenaje transversal, las cuales no ocuparan más superficie que la ocupada por el propio camino proyectado. Todas las obras de drenaje transversal señaladas corresponden a corrientes intermitentes y/o escurrimientos pluviales.

Obras de drenaje longitudinales. Consisten en zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no se provoquen daños; su diseño se basa en los principios de canales abiertos.

a) Cunetas

Las cunetas son zanjas que se construyen sobre los tramos en corte, por lo que no implican más superficie de la considerada para los cortes. Su función es recibir en ellas el agua que escurre por las paredes de los taludes. Se construirán las cunetas que se consideran necesarias. La ubicación y el número de cunetas a lo largo del tramo dependerá de las condiciones halladas en el momento de construcción, sin embargo, ya que se construyen en los cortes y al lado del camino, no ocuparan más superficie que la señalada dentro de la línea de ceros.

b) Bordillos

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por el material erosionable. Los bordillos pueden ser de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de suelo-cemento.

C) Lavaderos

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos.

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. En el siguiente cuadro se describen las características de cada una de ellas.

Cuadro 11. Características y superficies de las estructuras de drenaje a construir para el proyecto

Estructura de drenaje	Características	Sitios de colocación
Obras de drenaje transversales		
Obras de drenaje menor	Son tubos o lozas que se construyen atravesando la corona.	Las obras de drenaje transversales son tubos o lozas que se construyen atravesando la corona, por lo que no ocuparan más superficie que la considerada dentro de la línea de ceros.
Obras de drenaje longitudinales		
Cunetas	Son zanjas que se construyen en párelo y al lado del camino y se construyen en los tramos del corte. La cuneta tiene una sección triangular con un ancho de 1 m y profundidad, de 0.30 m, su talud es generalmente 3:1, del fondo de la cuneta al talud del corte (N-CTR-CAR-1.03.003/00 Cunetas).	La ubicación y el número de cunetas a lo largo de tramo dependerán de las condiciones halladas en el momento de construcción, sin embargo, ya que se construyen en los cortes y al lado del camino, no ocuparan más superficie que la considerada dentro de la línea de ceros.
Bordillos	Son elementos que interceptan y conduce el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable.	Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón. Los bordillos tendrán forma trapezoidal con base inferior de 12 cm, base superior de 8 cm y altura de 12 cm (N·CTR·CAR·1·03 007/00 Bordillos). Los bordillos se colocarán al inicio de los terraplenes, por lo que no ocuparán más superficie que la considerada para los terraplenes.
Lavaderos	Son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos y cunetas a lugares donde no cause daño a la estructura de pavimento.	Se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente de preferencia en las partes con menor altura. Por lo que no ocuparán más superficie que la considerada dentro de la línea de ceros.
Las obras de drenaje no ocuparán más superficie que la considerada dentro de la línea de ceros del proyecto.		

VI. 2.6 Programa de manejo de residuos

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio

Residuos sólidos

Los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto por los trabajadores de la obra deberán tener un buen manejo a fin de evitar su acumulación y propagación de estos al medio natural. Se deberá de hacer una clasificación adecuada, para lo cual se dispondrá de contenedores adecuados y rotulados con base al tipo de residuo que contendrán (orgánicos e inorgánicos, éstos a su vez serán separados en aluminio, PET, vidrio papel, cartón, etc.). Estos contenedores deberán estar distribuidos a lo largo de los diferentes frentes de la obra para que resulte efectiva su recolección. Para asegurar el buen manejo de los residuos y que el impacto no se presente, es necesaria la capacitación de la plantilla laboral respecto a la correcta separación y uso de los contenedores.

El destino final de los residuos y la recolección periódica será definido de manera anticipada con estricto apego a la autorización emitida para tal efecto por las autoridades correspondientes.

Residuos sólidos peligrosos

En caso de generar este tipo de residuos se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos. Así mismo se 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.

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 1 sanitario portátiles por cada 12 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.

Monitoreo de actividades del manejo de residuos

Se entregarán reportes periódicos en lapsos de tiempo acordes con el avance de la construcción de obras y un informe final al concluir las obras, donde se compruebe que las medidas están siendo cumplidas. En estos informes se deberán detallar todas las acciones realizadas, respaldadas con evidencia fotográfica, calendario de las actividades realizadas, tablas de coordenadas, registros y mapas de sitios de interés, bitácora de campo y bases de datos.

Se deberá elaborar para su autorización y ejecución, un programa de manejo de residuos peligrosos y tóxicos, en el que se considerará el manejo y maniobra de estos residuos al realizar labores de carga de combustible y reparación mecánica, su recolección temporal y su almacenamiento en el 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.

VI. 2.7 Programa de control de emisión de partículas y ruido

Uso de equipos menos contaminantes

Todos los vehículos automotores utilizados en la obra deberán estar en óptimas condiciones y con mantenimiento periódico.

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.

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.

Medidas de reducción de ruido

Los vehículos y maquinaria que 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. 2.8 Programa para ubicación y dimensión de pasos de Fauna.

De manera particular, el área del proyecto se encuentra inmerso en la Región Terrestre Prioritaria (RPT) número 151 Silvituc-Calakmul, lo que la posiciona como un área ambientalmente frágil debido a sus características biológicas y ecosistémicas comparativamente mayores que las que se presentan en el resto del país. Razón por la cual se deben de implementar medidas de mitigación y/o compensación específicas ya que ante la modernización del camino existirá un aumento el flujo vehicular y la velocidad de los autos, así mismo se prevé un aumento en el desarrollo y en el acceso a las áreas naturales.

Identificación de zonas de interés para la conectividad

Las obras de drenaje trasversal a la vía son estructuras imprescindibles en las infraestructuras lineales, y resultan muy numerosas en la mayoría de los casos. La necesidad de evacuar la escorrentía superficial procedente de las superficies de baja capacidad de infiltración (e.g. plataformas, taludes), y los flujos de agua naturales, obliga a construir obras de drenaje que atraviesen la carretera a intervalos frecuentemente inferiores a los 500 m. Dado el carácter de estructuras funcionales de la vía y su abundancia, son las candidatas principales para ejercer un papel relevante en la permeabilización para la fauna de las carreteras como lo ha demostrado diferentes estudios (Yanes et al. 1995; Clevenger et al. 2001; Mata et al. 2005). La adaptación de los drenajes deberá de facilitar el acceso de los animales, ser más amplios y luminosos, y evitar que su encharcamiento impida el uso por especies no asociadas a medios acuáticos.

Las principales recomendaciones son:

- La revegetación en torno a las embocaduras, especialmente los laterales de las entradas deben diseñarse de modo que, se favorezca la aproximación de las especias más reacias (e.g. con la plantación tanto de herbáceas como de matorrales en los laterales, de modo que ofrezcan cobertura a las distintas especies hasta la misma boca de la estructura, actuando a modo de embudo) así como minimizar el riesgo de obstruir el drenaje.
- Si se implementa un vallado, este debe servir para dirigir los animales hacia estos puntos, lo que puede requerir un refuerzo de la base con malla de luz reducida o, en áreas sensibles por la presencia de anfibios, la utilización de un vallado especial. En estos casos se recomienda un vallado opaco, de paredes lisas y al menos de 40 cm de alto, que sirva de estructura guía e impida su acceso a la infraestructura.
- Los accesos deben resultar sencillos y el recorrido previsto de los animales tener una continuidad adecuada, evitando el cruce de cauces, canales, escalones o saltos. Con frecuencia, las entradas o salidas de los drenajes deben pavimentarse o cubrirse de cantos, de modo que se impida la erosión del sustrato a la vez que se dispone de una superficie por la que los animales pueden acceder.

- Las dimensiones mínimas recomendadas para la sección de los drenajes son 2 x 2 m. Se recomienda sobredimensionar estas estructuras, para reducir el efecto túnel, de modo que la anchura del paso deberá aumentarse si la longitud es mayor. El índice de apertura recomendado en drenajes es de 0,1-0,5; si bien valores de 0,04-0,06 se consideran adecuados para los anfibios.
- La existencia de una apertura intermedia que dé algo de luz al drenaje, en general una arqueta con rejilla por la que evacúan las cunetas se considera positiva para el uso por la fauna.
- Se recomienda que la sección de los drenajes tenga la base plana, ya que la altura que alcanza el agua en momentos con escorrentía es muy inferior. De hecho, en este tipo de estructura, la existencia de una superficie de paso en seco o con apenas un par de centímetros de agua es frecuente a lo largo de prácticamente todo el año.
- En los casos en que se prevea el encharcamiento más o menos continuo de la obra de drenaje (arroyos permanentes, ubicación en áreas encharcadizas), se recomienda la disposición de banquetas laterales que aseguren la existencia de paso en seco. La efectividad de estas estructuras se ha comprobado incluso en lugares en que se han construido a posteriori.

Densidad de pasos de fauna

En el presente proyecto se ubicarán pasos de fauna en los lugares en los que, a partir del análisis de los criterios mencionados en el punto anterior se determine que sean necesarios, con el objetivo de:

- Facilitar puntos de cruce seguros que eviten el acceso de fauna silvestre a la infraestructura carretera e incurra en algún accidente vial.
- Evitar que queden aislados fragmentos de hábitat de las especies de referencia.
- Facilitar a los animales el acceso a los recursos básicos (zonas de alimentación, refugio, reproducción, etc.) para el mantenimiento de una determinada población.

De acuerdo con Magrama (2015) la densidad de pasos de fauna que deben establecerse en una vialidad está en función de:

1. La permeabilización de las infraestructuras carreteras al paso de fauna no sólo debe garantizarse en tramos que afecten hábitats de alto interés para la conservación, sino en todo tipo de hábitats naturales e incluso los constituidos por ambientes agrícolas o con transformaciones compatibles con la presencia de fauna silvestre.
2. Las densidades de pasos se aproximarán lo más posible a los puntos que coincidan con rutas de desplazamiento habitual de la fauna silvestre y zonas de interés para su dispersión.
3. El grupo taxonómico que sea el objetivo del establecimiento de esta medida de mitigación, esto por la movilidad que presentan los distintos grupos. Los grandes mamíferos presentan movilidad media, puede atravesar vialidades, pero presentan

diferentes grados de mortalidad en diferentes vialidades; los anfibios, reptiles y pequeños mamíferos presentan baja movilidad y presentan mortalidad en vialidades.

Diseño estructural de pasos de fauna

En la actualidad existen diferentes tipos de pasos de fauna, los cuales se establecen de acuerdo con las necesidades y especificaciones de cada proyecto dentro de los que destacan:

- Estado de conservación del hábitat en donde se encuentra la vialidad.
- Tipo de fauna que es el objetivo de la medida de mitigación.
- Condicionantes topográficas.

Además de estos factores considerados por Magrama (2015) se debe tomar en cuenta las dimensiones de la vialidad, el ancho de corona y la velocidad final de ésta. En los siguientes cuadros se muestran los tipos de pasos de fauna superiores e inferiores que existen y las dimensiones recomendadas para que sean útiles como pasos para cada grupo de fauna silvestre.

Cuadro 12.Dimensiones de pasos de fauna superiores a la vía.

Tipo de paso	Usos	Grupos de fauna de referencia	Dimensiones	
			Mínimas	Recomendadas
Ecoducto	Específico para fauna	Todos, excepto anfibios y especies acuáticas	Ancho: 80 m	***
Paso superior específico para fauna	Específico para fauna	Grandes mamíferos	Ancho: 20 m Ancho/Largo> 0.8	A: 40-50 m
Paso superior multifuncional	Paso de fauna y vía pecuaria	Grandes mamíferos	Ancho: 10 m Ancho/Largo>0.8	A: 20-50 m
Paso entre árboles	Específico para fauna	Mamíferos arborícolas (monos, ardillas, marsupiales)	***	***

Cuadro 13. Dimensiones de pasos de fauna inferiores a la vía.

Tipo de paso	Usos	Grupos de fauna de referencia	Dimensiones	
			Mínimas	Recomendadas
Viaducto	Multifuncional	Todo tipo de fauna	***	***
Paso inferior específico para grandes mamíferos	Específico para la fauna	Grandes mamíferos	Jabalí: 7 x 3.5 m Índice de apertura > 0.75 Ciervo: 12 x 3.5 m Índice de apertura > 1.5	15 x 3.5 m
Paso inferior multifuncional	Mixto: Paso de fauna y vía pecuaria	Grandes mamíferos	Jabalí: 7 x 3.5 m Índice de apertura > 0.75 Ciervo: 12 x 3.5 m Índice de apertura > 1.5	15 x 3.5 m
Paso inferior específico para pequeños vertebrados	Específico para la fauna	Pequeños vertebrados	2 x 2 m	***
Drenaje adaptado para animales terrestres	Mixto: Paso de fauna y drenaje	Todo tipo de fauna	2 x 2 m	Se proponen como dimensiones máximas las que permita el terreno y el proyecto de construcción.
Drenaje adaptado para peces	Mixto: Paso de fauna y drenaje	Peces	***	***
Paso para anfibios	Específico para la fauna	Anfibios	Longitud (m): <20 20-30 30-40 40-50 Sección AxH (m): 1x0.75 1.5x1 1.75x1 2x1.5 Diámetro (m): Ø1 Ø 1.4 Ø 1.6 Ø 2	

Considerando el análisis de la información recabada y tomando en cuenta las características físicas y biológicas del sitio donde se encontrará inmerso el proyecto, se determinó que los pasos de fauna más adecuados para el presente proyecto son las *estructuras de drenaje adaptado para animales terrestres* con las cuales se podrá proteger a el mayor número de taxones posibles.

De acuerdo con lo anterior, la densidad de pasos de fauna propuestos para el proyecto es de aproximadamente 1 paso cada 3 km. Esto conforme a la longitud del proyecto en la cual se identificó vegetación forestal y escurrimientos. Las obras de drenaje transversal que tiene contempladas el proyecto no ocuparan más superficie que la ocupada por el propio camino proyectado y corresponden a corrientes intermitentes y/o perennes. Del total de obras de drenaje que se tienen programadas para el proyecto vial se propone que se adecúen estructuralmente para ser usados como pasos de fauna 4.

Cuadro 14. Densidades mínimas para la localización de pasos de fauna dependiendo el tipo de hábitat y del grupo de referencia

Obra	km	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo	Observaciones
OD 2	1+200	778428.476	2000992.99	Tubo de concreto 1.20	Se mantendrá la ubicación y dimensiones. Se adecuará interna y externamente para ser funcional para el paso de fauna.
OD 6	2+220	778327.949	1999985.65	Tubo de concreto 1.20	Se mantendrá la ubicación y dimensiones. Se adecuará interna y externamente para ser funcional para el paso de fauna.
OD 13	5+000	778866.907	2003665.43	Tubo de concreto 1.20	Se mantendrá la ubicación y dimensiones. Se adecuará interna y externamente para ser funcional para el paso de fauna.
OD 17	6+620	778473.385	2005233.76	Tubo de concreto 1.20	Se mantendrá la ubicación y dimensiones. Se adecuará interna y externamente para ser funcional para el paso de fauna.

Como se indicio en la sección anteriores SAR se identificó la presencia de *Ateles geoffroyi,* esta especie catalogada en la NOM -059, como en peligro de extinción basa sus patrones de actividad en la alimentación y descanso, en ese sentido dado que su dieta es frugívora, siempre se moverá hacia zonas donde encuentre mayor disponibilidad de alimentación, por lo que en pro de la conservación d ellos mismos y de evitar incidentes como atropellos, se propone colocar pasos superiores de Fauna en los polígonos forestales 1,6, 7, 8,9,10,11,12 y 13.

VI. 2.9 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 15. Indicadores ambientales

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
Reubicación de individuos de flora	Mitigación	La supervivencia de los individuos reubicados deberá ser igual o mayor al 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
Adquisición o producción de individuos forestales para reforestación	Compensación	La supervivencia de los individuos reubicados deberá ser igual o mayor al 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
Rescate de individuos de flora	Mitigación	Índices de sobrevivencia de las especies de flora, la eficiencia en la reubicación, es decir, el número de individuos vivos entre número de individuos reubicados debe ser igual o mayor 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
Rescate y reubicación de fauna	Prevención	Índices de sobrevivencia de las especies fauna silvestre que se rescaten; la eficiencia del rescate y reubicación, es decir, el número de individuos vivos entre número de individuos reubicados debe ser igual o mayor 85%.	Uso de bitácoras, formatos de campo, evidencias fotográficas.	Sanciones al contratista y ejecución de acciones correctivas
Manejo integral de residuos solidos	Prevención	Cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como el 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
Manejo integrado de residuos peligrosos	Prevención	Cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como el número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en	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
		función de las visitas previstas).		
Manejo integrado de residuos sanitarios	Prevención	Cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como el 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
Manejo integrado de residuos de las obras	Prevención	Cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como el 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
Mantenimiento (desazolve) de las terrazas individuales	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."
Riego periódico (en temporada de secas)	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
Apagado de motores de equipos inactivos o con tiempos mayores a 5 min.	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.
Prohibición de quema de materiales o residuos	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
Monitoreo de los niveles de ruido	Prevención	Cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, realización de monitoreos de los	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el	Aumentar el monitoreo de los niveles de ruido

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
		niveles de ruido (en función de la realización o no de los monitoreos)	respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados del monitoreo en cuestión	
Monitoreo de los niveles de ruido	Prevención	Realización de monitoreo 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 monitoreos de los niveles de ruido. Implementación de medidas correctivas en caso de que los niveles de ruido se encuentren por encima de los límites máximos permisibles según la NOM-081-SEMARNAT-1994.
Buenas prácticas de transporte de material	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.
Mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos	Prevención	Cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. 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.
Señalización	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
Elaboración de un reglamento de contratistas, en el que se incluirá reglas para el	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
tránsito de vehículos.				
Capacitación sobre la aplicación del reglamento.	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.
Capacitación sobre los criterios generales necesarios que permitan reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo	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.
Instalación de letreros preventivos sobre la carretera, para disminuir problemas de flujo vehicular.	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
Acciones para minimizar la afectación a salud y calidad de vida en el lugar de trabajo	Prevención	Número de accidentes/unidad de tiempo	Reporte de accidentes de trabajo	Evaluación de la causa de origen e Implementar las acciones correctivas que indique el especialista. Sanción al contratista
Ahorro de agua cruda y potable	Prevención	No. de pipas/jornada de trabajo	Bitácora de riego de áreas	Reforzamiento de capacitación/Sanción
Capacitación en tema de seguridad en el trabajo	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
Capacitación y sensibilización sobre los diferentes programa de protección ambiental (atmosfera y aire, agua, suelo, biodiversidad, normatividad ambiental)	Prevención	Garantiza la protección ambiental mediante sensibilización. Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. 1. PRONOSTICO DEL ESCENARIO 1

VII. 2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 19

VII. 2.1 OBJETIVOS 20
VII. 2.2 INDICADORES Y UMBRALES DE EVALUACIÓN POR FACTOR AMBIENTAL 21
VII. 2.2.1 RESIDUOS 21
VII. 2.2.2 VEGETACIÓN 27
VII. 2.2.3 FAUNA 30
VII. 2.2.4 AIRE 33
VII. 2.2.5 AGUA 34
VII. 2.2.6 SUELOS 35

CUADROS

CUADRO 1. CRITERIOS CUALITATIVOS PARA EL PRONÓSTICOS DE LOS ESCENARIOS DEL PROYECTO 1
CUADRO 2. PRONÓSTICOS DE LOS ESCENARIOS PARA EL PROYECTO 2
CUADRO 3. RESULTADO DE LA VALORACIÓN CUALITATIVA PARA LOS PRONÓSTICOS DE LOS ESCENARIOS DEL PROYECTO 16
CUADRO 4. MONITOREO DE RESIDUOS 23
CUADRO 5. MONITOREO DE RESIDUOS 24
CUADRO 6. MONITOREO DE RESIDUOS 25
CUADRO 7. MONITOREO DE RESIDUOS 26
CUADRO 8.MONITOREO DE VEGETACIÓN 27
CUADRO 9.MONITOREO PARA VEGETACIÓN 28
CUADRO 10.MONITOREO PARA VEGETACIÓN 29
CUADRO 11. MONITOREO PARA FAUNA SILVESTRE 30
CUADRO 12. MONITOREO PARA FAUNA SILVESTRE 31
CUADRO 13. MONITOREO PARA FAUNA SILVESTRE 32
CUADRO 14. MONITOREO AMBIENTALES PARA LA CALIDAD DEL AIRE 33
CUADRO 15. MONITOREO PARA EL CUIDADO DEL CONSUMO DE AGUA 34
CUADRO 16. MONITOREO PARA SUELO 36

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII. 1. Pronostico del escenario

Para el desarrollo del presenta capítulo se ha considerado la identificación de impactos potenciales del proyecto que hayan resultado de la evaluación de impactos presentada en el Capítulo V. Tomando como referencia el análisis del sistema ambiental regional presentado en el Capítulo IV.

Conforme a lo anterior se propone presentar una valoración cualitativa de los factores ambientales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto. Para esto, se toman en cuenta los criterios presentados en el siguiente Cuadro (donde a mayor valor se presenta menor modificación al factor ambiental derivado del proyecto):

Cuadro 1. Criterios cualitativos para el Pronósticos de los escenarios del proyecto

Criterio	Valoración
Sin perturbación	5
Escasamente modificado	4
Moderadamente modificado	3
Altamente modificado	2
Totalmente modificado	1

Además, se toma en cuenta la descripción de los posibles escenarios para cada componente ambiental sin proyecto, con proyecto y sin la implementación de medidas, y con el proyecto con medidas (Véase Cuadro 2)

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**
Con relación a la edafología del sistema ambiental Regional y con base en la carta edafológica del INEGI, se presentan dos unidades diferentes (Gleysol vertico y Rendzina), siendo la Rendzina la unidad de suelo predominante y en el que se encuentra la mayor proporción del área de influencia y el Derecho de vía delimitados para el Proyecto. Dentro del SAR, según el Mapa de Degradación de INEGI, no se identifica degradación en el suelo ya que no hay información disponible	Las actividades de preparación del sitio implican el cambio de uso de suelo en todas aquellas áreas en las que según el diseño del proyecto sea necesario derivando en afectaciones al suelo por el desmonte y despalme por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. 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 perdida de las características de este componente en áreas fuera del diseño del proyecto o su derecho de vía. 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.	El desarrollo del proyecto con las respectivas medidas puede llevar al mismo a la sustentabilidad. 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. El tomar en cuenta las medidas generales previene el deterioro inmediato y descontrolado del suelo dado la actividad de desmonte y despalme. 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 estos, es importante tomar en cuenta el peor caso. El adecuado manejo de residuos minimizara la contaminación del suelo a causa de estos. 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 especificas con lo cual podrán establecerse las medidas de compensación y/o restauración necesarias. 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.

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**
En cuanto a la geología, de acuerdo con la carta geológica del INEGI, el Sistema Ambiental Regional (SAR) está conformado por rocas calizas margas es un tipo de roca sedimentaria, formada por la mezcla por el carbonato cálcico (CaCO3) y arcilla; y rocas aluviales son depósitos transportados por el agua en movimiento y depositados cuando la velocidad del agua ha disminuido. De acuerdo con datos del CENAPRED el SAR y el Área del proyecto no recaen en ninguna zona potencial a deslizamientos de laderas	Ejecutar el proyecto sin las debidas medidas provocaría pérdidas económicas dadas por la inadecuada cimentación o adecuación del terreno, además no implementar las medidas podría también resultar en una mala preparación del sitio lo que podría afectar de más el relieve (dentro y fuera de las áreas destinadas a la modernización del proyecto) y también podría potencializarse la ocurrencia de accidentes.	Ejecutar el proyecto con las medidas pertinentes fomentara que se logre una adecuada preparación del sitio, particularmente en los movimientos de tierra modificando el relieve de manera paulatina. Realizar los trabajos de movimientos de tierra con las medidas adecuadas se traduce en las menores pérdidas económicas para este caso y la reducción de accidentes.

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
De acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 800 a 1200 mm. De acuerdo con el Mapa de Regiones Hidrológicas de México (RH), la totalidad del SAR se encuentra inmerso en la RH 30 denominada “Grijalva - Usumacinta” y se encuentra dentro de la Cuenca RH 30 “Laguna de Términos”. Asimismo, la mayor parte del SAR (99.23 %) se encuentra dentro de la subcuenca RH30Cf “Varias” y el resto en la subcuenca RH30Cg “R. Caribe” en el siguiente cuadro se muestran las proporciones presentes en el SAR, AI y DDV. En el caso del SAR, este se encuentra inmerso dentro del acuífero “Península de Yucatán”.	Es reconocido que una de las principales causas de deterioro prematuro de la infraestructura vial es el exceso de agua en el suelo o en la estructura misma de la carretera. 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 corto periodo de tiempo al que se pudiera tener contemplado la ejecución de las adecuaciones necesarias, además de que sin las obras de drenaje pertinentes se podría provocar la contaminación de los cuerpos de agua presentes o cercanos al área del proyecto por los residuos de combustibles y basura generada por el tránsito vehicular y los usuarios	El proyecto contempla desde su diseño y también como medida de mitigación la construcción de 18 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. 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.

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 de terracería por lo que existe dispersión de polvos y partículas derivado del tránsito local o por corrientes de aire. No existen fuentes fijas generadoras de emisiones a la atmosfera.	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**
De acuerdo con los resultados del muestreo del SAR y AI; y una vez realizado el análisis de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de **86** especies pertenecientes a **39** familias diferentes, de las cuales la Rubiáceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 8 especies, seguida de las familias Fabácea y Sapindácea con 7 especies cada una. Por otra parte, es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y *Cryosophila stauracantha* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* y *Cedrela odorata* se encuentra listadas en la norma de referencia, presentando una categoría de Sujeta protección especial (Pr). **Estrato arbóreo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 53 especies, entre las especies que sobresalen están *Spondias mombin* con un IVI de 15.81, un IDR de 11.64, una abundancia de 116.67 ind/ha y un IS de 0.228; le sigue *Cecropia peltata* con un IVI de 15.80, un IDR de 12.46, con una abundancia de 138.89 ind/ha y un IS de 0.251; por último, *Pouteria reticulata* con un IVI de 14.88, un IDR de 11.55, con una abundancia de 119.44 ind/ha y un IS de 0.231. **Estrato arbustivo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 59 especies, entre las especies que sobresalen están *Trema micrantha* con un IVI de 31.65, un IDR de 30.85, una abundancia de 272.22 ind/ha y un IS de 0.139; le sigue *Cecropia peltata*	Las actividades de desmonte y el despalme del terreno constituyen las actividades que más afectan de manera directa a este componente. Sin medidas de mitigación se generaría un deterioro a la vegetación presente en los predios, inclusive podría afectarse vegetación que no pertenece a la delimitación del diseño de este lo que provocaría una afectación a otros factores como el suelo y la fauna.	El retiro de la cobertura vegetal por el desarrollo del proyecto será de forma gradual para evitar la exposición innecesaria de terreno desmontado. Todas las áreas que serán afectadas por desmonte y despalme deberán estar debidamente delimitadas y se realizarán los trabajos indicados únicamente donde se deban realizar, garantizando la presencia de un área sin afectación. Los trabajos se realizarán de manera tal que se pueda garantizar la menor perturbación a la vegetación no considerada para retirarla. Se deberán llevar a cabo las medidas de compensación y/o restauración para este componente en áreas cercanas. Para 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

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**
con un IVI de 23.32, un IDR de 22.53, con una abundancia de 144.44 ind/ha y un IS de 0.089; por último, *Piper yucatanense* con un IVI de 20.39, un IDR de 15.63, con una abundancia 761.11 ind/ha y un IS de 0.261 **Estrato palmeras** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Cryosophila stauracantha* con un IVI de 95.21, un IDR de 67.94, una abundancia de 177.78 ind/ha y un IS de 0.367 y *Chamaedorea seifrizii* con un IVI de 87.69, un IDR de 60.41, con una abundancia 166.67 ind/ha y un IS de 0.368. **Estrato enredaderas** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Amphilophium crucigerum* con un IVI de 204.99, un IDR de 163.32, una abundancia de 1 i554.44 nd/ha y un IS de 0.149 y *Paullinia cururu* **Resultados en el Área del Proyecto** De acuerdo con los resultados del muestreo y una vez realizado el análisis de la vegetación de **Selva Mediana Subperennifolia** en el AP se determina que este ecosistema está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, palmeras y enredaderas, con una composición florística de **59** especies pertenecientes a **21** familias diferentes, de las cuales la Piperaceae es la que presenta mayor riqueza con un total de 12 especies, seguida de las familias Fabácea con 11 especies y Rubiaceae con 7 especies cada una. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros. Por otra parte, es importante destacar que, con base en la revisión realizada a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de esta unidad de análisis *Astronium graveolens* y		debidamente planeado y será realizado de acorde a la normatividad ambiental aplicable para garantizar que la afectación sea mínima.

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**
Cryosophila stauracantha se encuentran listadas en la norma de referencia con categoría de Amenazada (A), mientras que *Zamia prasina* se encuentra listada en la norma de referencia con categoría de Sujeta protección especial (Pr). **Estrato arbóreo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Sapindus saponaria* con un IVI de 22.43, un IDR de 18.17, una abundancia de 150 ind/ha y un IS de 0.295, seguida de *Trema micrantha* con un IVI de 17.44, un IDR de 15.31, con una abundancia 127.78 ind/ha y un IS de 0.273 y por último *Cecropia peltata* con un IVI de 16.23, un IDR de 14.11, una abundancia de 122.22 nd/ha y un IS de 0.267. **Estrato arbustivo** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 37 especies, entre las especies que sobresalen están *Oeceoclades maculata* con un IVI de 41.70, un IDR de 37.85, una abundancia de 4,211.11 ind/ha y un IS de 0.365, seguida de *Brosimum alicastrum* con un IVI de 38.98, un IDR de 37.06, con una abundancia 4,177.78 ind/ha y un IS de 0.364, *Sapindus saponaria* con un IVI de 21.43, un IDR de 19.50, una abundancia de 1,211.11 ind/ha y un IS de 0.219 y por ultimo *Aspidosperma megalocarpon* con un IVI de 16.30, un IDR de 10.53, una abundancia de 1,144.44 nd/ha y un IS de 0.212. **Estrato palmeras** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 4 especies, entre las especies que sobresalen están *Chamaedorea seifrizii* con un IVI de 117.32, un IDR de 77.32, una abundancia de 200 ind/ha y un IS de 0.270, *Cryosophila stauracantha* con un IVI de70.06, un IDR de 50.06, con una abundancia 11.11 ind/ha y un IS de 0.122 y *Desmoncus chinantlensis* con un IVI de 64.35, un IDR de 44.35, con una abundancia 66.67 ind/ha y un IS de 0.334 **Estrato enredaderas** Con base en la información obtenida en campo se determinó que este estrato se conforma por 5 especies, entre las especies que sobresalen		

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**
están *Amphilophium crucigerum* con un IVI de 161.06, un IDR de 127.72, una abundancia de 1,644.44 ind/ha y un IS de 0.255, seguida por *Bignonia potosina* con un IVI de 60.90, un IDR de 49.79, con una abundancia 400 ind/ha y un IS de 0.300 y *Paullinia cururu* con un IVI de 47.88, un IDR de 14.54, con una abundancia 277.78 ind/ha y un IS de 0.251.		

<table>
<tr><th colspan="3">Fauna</th></tr>
<tr><th>Escenario actual</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</th></tr>
<tr>
<td><u>Para el SAR</u> contabilizaron un total de 133 individuos, repartidos entre 32 especies pertenecientes al grupo de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza para fauna.

Cuadro. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Sistema Ambiental Regional (SAR)
<table>
<tr><th></th><th>Riqueza</th><th>Abundancia</th></tr>
<tr><td>Ornitofauna</td><td>21</td><td>71</td></tr>
<tr><td>Herpetofauna</td><td>6</td><td>42</td></tr>
<tr><td>Mastofauna</td><td>5</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>32</td><td>133</td></tr>
</table>
AVES EN EL SAR. Este grupo faunístico está representado por 17 familias con 21 especies y una abundancia de 71 individuos. Las especies más abundantes son Pitangus sulphuratus y Columbina Talpacoti. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies Ramphastos sulfuratus (Tucancillo Pico Canoa) y Ciccaba nigrolineata (Búho Barrado Albinegro) se encuentran listadas con categoría de Amenazada (A).
HERPETOFUANA EN EL SAR. Este grupo faunístico está representado por 5 familias con 6 especies y una abundancia de 42 individuos. La especie más abundante es son Trachycephalus vermiculatus con 30 registros. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie Rhinoclemmys areolata (Tortuga mojina de monte) se encuentra listada con categoría de Amenazada (A).</td>
<td>La principal actividad del proyecto que podrá afectar a la fauna es el desmonte y despalme del terreno. 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.
Por otro lado, las actividades de desmonte y despalme sin una apropiada ejecución de medidas de rescate pondrían en riesgo a los individuos de lento desplazamiento o a crías de diferentes especies SOLO EN CASO DE QUE DICHOS EJEMPLARES SE ENCUENTREN EN LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.</td>
<td>Con el propósito de que la perturbación a la fauna se limite a las superficie a ocupar por el proyecto, se contempla la preparación y ejecución de medidas encaminadas a la no perturbación de la fauna, para que previo y desde la etapa de preparación del sitio, se rescate y trasladen los individuos de lento desplazamiento hacia las afueras de la superficie de proyecto, así como un programa de desmonte gradual, bajo la supervisión de un técnico ambiental que permita el desplazamiento de las especies sin dañarlas.
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.
Se pronostica que con las actividades del proyecto la distribución de la fauna actual se vea levemente modificada, de acuerdo al comportamiento que tendría</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">Fauna</th></tr>
<tr><th>Escenario actual</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</th></tr>
<tr><td>MAMIFEROS EN EL SAR. Este grupo faunístico está representado por 5 familias con 5 especies y una abundancia de 20 individuos. La especie más abundante es son Ateles geoffroyi con 11 registros. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que la especie Ateles geoffroyi (Mono Araña Centroamericano) se encuentra listada con categoría de en Peligro de extinción (P).
<u>Para el Área de influencia (AI</u>) se contabilizaron un total de 48 individuos, repartidos entre 15 especies pertenecientes al grupo de aves y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza de fauna.
Cuadro. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área de influencia
<table>
<tr><th></th><th>Riqueza</th><th>Abundancia</th></tr>
<tr><td>Ornitofauna</td><td>13</td><td>43</td></tr>
<tr><td>Mastofauna</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>15</td><td>48</td></tr>
</table>
AVES EN EL AI. Este grupo faunístico está representado por 9 familias con 13 especies y una abundancia de 43 individuos. Las especies más abundantes son Progne chalybea y Crotophaga sulcirostris el primero con 8 registros y el segundo con 5 registros. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies Pteroglossus torquatus (Tucancillo Collarejo) y Campephilus guatemalensis (Carpintero pico plateado) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie Ramphastos sulfuratus (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).</td><td></td><td>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.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">Fauna</th></tr>
<tr><th>Escenario actual</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</th></tr>
<tr><td>

MAMIFEROS EN EL AI. Este grupo faunístico está representado por 2 familias con 2 especies y una abundancia de 3individuos. Las dos especies registradas son *Dasypus novemcinctus y Procyon.*

Para el Área del Proyecto (AP) se contabilizaron un total de 55 individuos, repartidos entre 18 especies pertenecientes al grupo de aves y mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza de fauna.

Cuadro. Riqueza por grupo faunístico registrado en el Área del Proyecto

	Riqueza	Abundancia
Ornitofauna	15	47
Mastofauna	3	8
Total	18	55

AVES EN EL AP. Este grupo faunístico está representado por 10 familias con 15 especies y una abundancia de 47 individuos. Las especies más abundantes son *Crotophaga sulcirostris, Progne chalybea, Quiscalus mexicanus* y *Volatinia jacarina;* la primera con un registro de 8 y las consecuentes con 4 registros de individuos respectivamente. Se identifica con base en la revisión realizada a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), que las especies *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo Collarejo) se encuentran listadas con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la especie *Ramphastos sulfuratus* (Tucancillo Pico Canoa) se encuentran listada con categoría de Amenazada (A).

MAMIFEROS EN EL AP. Este grupo faunístico está representado por 3 familias con 3 especies y una abundancia de 8 individuos. Las tres especies registradas son *Urocyon cinereoargenteus, Dasypus novemcinctus y Procyon lotor.*

</td><td></td><td></td></tr>
</table>

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
De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, el municipio de Candelaria cuenta con 46,913 habitantes, siendo 49.5% mujeres y 50.5 hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (5,190 habitantes), 0 a 4 años (5,019 habitantes) y 10 a 14 años (4,830 habitantes). Entre ellos concentraron el 32.1% de la población total. De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, el municipio de Candelaria cuenta 13,289 viviendas, lo cual representa el 5.1 % del total estatal. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.5. Así mismo estas viviendas presentan en proporción los siguientes servicios Drenaje el 85.8%, Agua entubada el 42.8%, Sanitario el 92.7% y Energía eléctrica el 92.4%. De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, en cuanto a la afiliación a los servicios de salud el 67.3% de la población del municipio tiene afiliación a launa institución pública de Salud. De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, los niveles de escolaridad de la población de Candelaria son Básica con el 67.8%, Media superior con 14.6% y superior con 5.2%, así mismo el 12.2% no tiene escolaridad. De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 68.3% de la población. Es así como el 37.3% de mujeres son económicamente activas y el 62.7% de hombres son económicamente activos. Así mismo el 31.4% de la población no es económicamente activa y corresponde a estudiantes, personas dedicadas a los quehaceres del hogar, pensionados o jubilados y personas con limitaciones físicas.	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: • 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.	

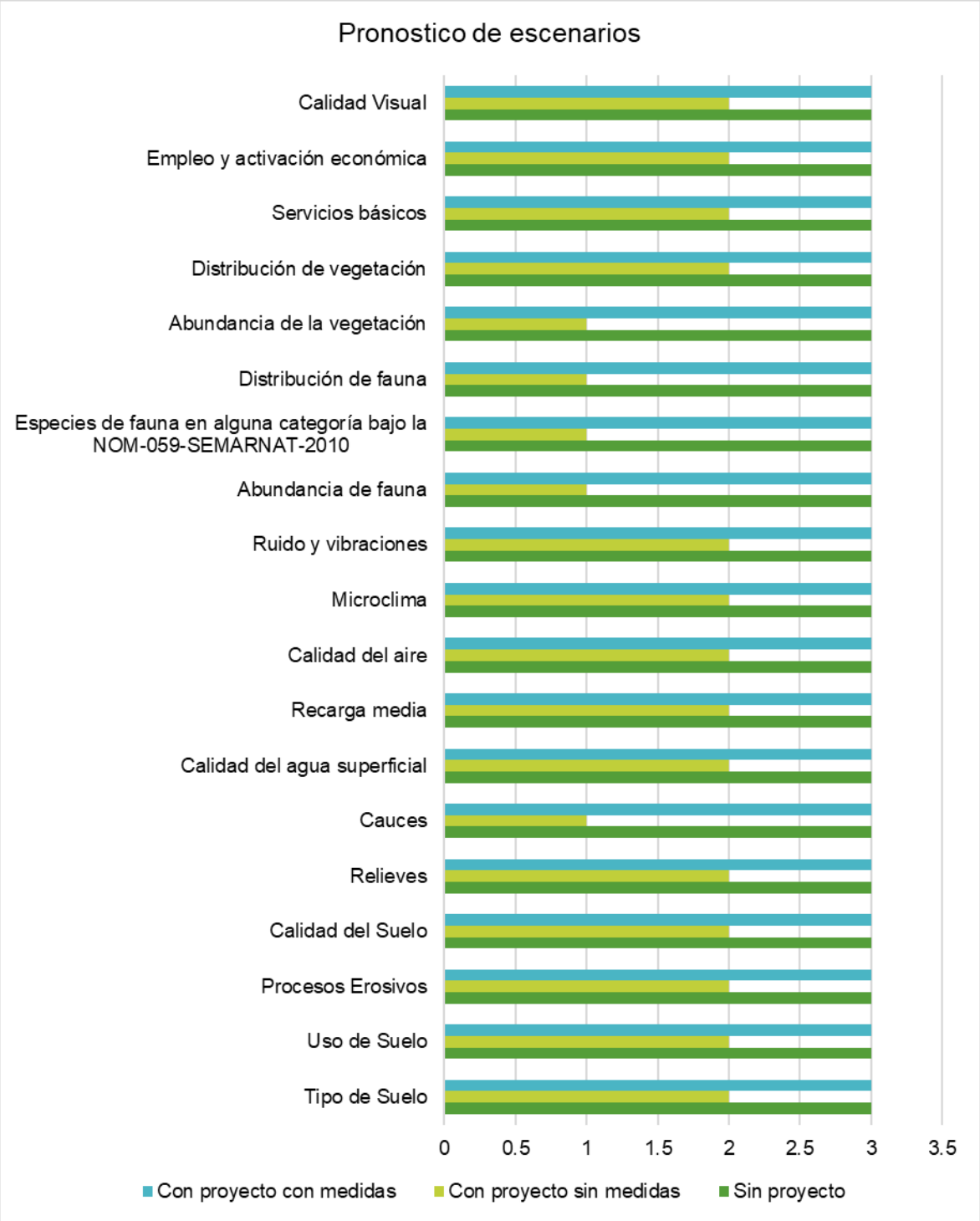
Los sectores económicos del municipio se centran en comercio al menor, Servicios de alojamiento y preparación de alimentos, industria manufacturera y comercio al por mayor principalmente. Cabe señalar que Candelaria exporta a Estados Unidos melón, sandía y papaya. De acuerdo con el Censo de población y vivienda del 2020, la población que habla lengua indígena corresponde al 6.48%, la población que solo habla lengua indígena es 3.55%. Las lenguas indígenas más recurrentes son dos Chol con el 60.3% de hablantes y Tseltal con el 16.8% de hablantes. Así mismo el 1.41% de la población se considera afrodescendiente.	

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**
La calidad visual del paisaje a nivel local es Baja. En términos descriptivos la zona del proyecto está dividido por áreas completamente perturbadas con pastizal y asentamientos humanos, además de zonas con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. 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 de ganadería.	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. Así mismo, la instalación de patios de maquinaria, los remanentes de material de construcción, así como los desechos originados por los trabajadores sin una adecuada disposición y manejo pueden afectar al paisaje. En este contexto, se reconoce, que el cambio de uso del suelo constituye una importante amenaza a corto y mediano plazo para la persistencia de especies de flora y fauna y se prevé que tengan un gran impacto sobre la biodiversidad a futuro. Razones por las cuales si se lleva a cabo el proyecto sin las medidas adecuadas de mitigación y compensación podrían afectar gravemente al ecosistema y los servicios ecosistémicos que ofrece.	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. El presente proyecto está constituido por diversos programas que contienen medidas de mitigación y compensación ante los posibles impactos ambientales que se deriven de la ejecución del proyecto, por lo que su aplicación y seguimiento contribuirán a mantener la estabilidad ecológica del sitio evitando se presente impactos severos en el mismo

El resultado de la valoración cualitativa se presenta en el cuadro siguiente y la gráfica subsecuente:

Cuadro 3. Resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto

Componente ambiental	Factores ambientales	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
Suelo	Tipo de Suelo	3	2	3
	Uso de Suelo	3	2	3
	Procesos Erosivos	3	2	3
	Calidad del Suelo	3	2	3
Geología y geomorfología	Relieves	3	2	3
Hidrología superficial	Cauces	3	1	3
	Calidad del agua superficial	3	2	3
	Recarga media	3	2	3
Aire y clima	Calidad del aire	3	2	3
	Microclima	3	2	3
	Ruido y vibraciones	3	2	3
Fauna	Abundancia de fauna	3	1	3
	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	3	1	3
	Distribución de fauna	3	1	3
Vegetación y Flora	Abundancia de la vegetación	3	1	3
	Distribución de vegetación	3	2	3
Socioeconómico	Servicios básicos	3	2	3
	Empleo y activación económica	3	2	3
Paisaje	Calidad Visual	3	2	3



Gráfica 1. Resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto

Como se puede observar en la gráfica anterior de manera general se puede mencionar que los escenarios para los distintos periodos de tiempo se presentan sin cambio aparente en relación a la línea base, ya que en teoría las condiciones ambientales no sufrirán modificaciones si no se lleva a cabo el proyecto, aunque por cuestiones ajenas a este, la calidad ambiental actual puede ser modificada en términos del uso de la tierra que los pobladores de la zona le dan hoy en día, tanto para tala de árboles, pastoreo como para agricultura.

Las tendencias en los cambios ambientales se pueden ver claramente si el proyecto fuera ejecutado sin las medidas de mitigación correspondientes así, por ejemplo, el suelo sufrirá principalmente una pérdida importante de material edáfico en las etapas iniciales y que sería agravado a paso de los años. Donde podría notarse una mayor incidencia del proyecto al medio es sobre el componente vegetación debido al necesario retiro de ejemplares para la adecuación del trazo. Sin embargo, estos impactos y su importancia serían relevantes ante la ejecución del proyecto siempre que no se tomen las medidas de mitigación que corresponden. Por otro lado el componente Agua (el factor ambiental cauces que incluye cuerpos de agua y escurrimientos) se verá modificado, aunque se debe reiterar que el proyecto de la vía general de comunicación se encuentra en operación, lo que significó la fragmentación de los ecosistemas presentes así como la modificación de las características o condiciones originales al inicio del desarrollo de dicho camino aunado a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona (agrícolas y ganaderas) y los asentamientos humanos existentes , las cuales han utilizado desde hace más de 10 años dicho camino, sin embargo con el proyecto se afectarán los márgenes del camino y se realizaran algunas rectificaciones o correcciones de curvas para garantizar la seguridad de usuarios , todo ello con la finalidad de beneficiar a las localidades y municipios cercanos así como mejorar la infraestructura vial a nivel federal, estatal y municipal.

El impacto ambiental se encuentra ya asimilado por el sistema ambiental regional ya que se trata de un camino con más de 10 años en funcionamiento, en este sentido la capacidad de resiliencia del ecosistema aledaño al camino en operación no se verá mermada.

Analizando los posibles escenarios ante la ejecución del proyecto, pero considerando la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el capítulo VI, se puede decir que algunos factores ambientales tomarían una calidad similar a la actual como es el caso de la calidad del suelo, el paisaje, la vegetación, fauna y aire. Con la implementación de medidas el proyecto puede desarrollarse en un contexto donde se puede llegar a un estado funcional en términos ecológicos.

Cual sea la situación que contraiga la ejecución de la carretera, siempre es posible lograr ciertas 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:

- Programa de Capacitación ambiental
- Programa de Rescate y reubicación de Flora
- Programa de Rescate y reubicación de Fauna
- Programa de Restauracion
- Programa de Manejo de residuos
- Programa de Control de emisión de partículas y ruido

Asimismo, se consideran el siguiente Plan y Propuestas:

- Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental
- Programa de ubicación y dimensiones de pasos de fauna

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 para cumplir dentro del programa son:

- Verificar si durante el desarrollo de este 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 Residuos

Manejo de residuos solidos

- Se identificarán y clasificarán los residuos generados en las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Se llevará a cabo un control de las actividades para capacitar a los trabajadores sobre él manejo de residuos y disposición a fin de controlar la proliferación de insectos y roedores.
- Controlar la alteración del ambiente y cumplir las normas ambientales.
- Separación y manejo adecuado de todos los tipos de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos) con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR);

Programa para el manejo de residuos líquidos

- Establecer medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación en las corrientes de agua superficiales y subterráneas, a raíz de las actividades de construcción.
- Delimitación adecuada de los sitios de trabajo para prevenir contaminación o caída de objetos, materiales y sustancias.
- Documentación de soporte del adecuado manejo de aguas residuales (transporte y destino final).

Programa para el manejo de residuos peligroso y de manejo especial

- Colocación/construcción del almacén temporal para residuos peligrosos con base en lineamientos del Reglamento de la LGPGIR.
- Bitácoras de generación, almacenamiento temporal (ingreso y salida del almacén), transporte y destino final de residuos peligrosos (manifiestos).
- Se identificará y cuantificará la cantidad de posibles residuos de manejo especial y peligrosos que provengan de la obra, así se podrán a disposición con un proveedor autorizado para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.
- Se capacitará al personal asociado a la construcción del proyecto sobre el correcto manejo de los residuos.
- Se realizarán recorridos periódicos (semanal/mensual) en los diferentes frentes de trabajo para supervisar que lleve a cabo la separación y disposición de los residuos sólidos, La información recabada de cumplimiento deberá quedar asentada en el expediente de la obra.

Se llevará un registro a partir del Plan de Monitoreo de Desechos Sólidos, en las etapas de construcción, operación, mantenimiento, y retiro, el cual será aplicado en toda el área de influencia ambiental abiótica directa del Proyecto.

Cuadro 4. Monitoreo de residuos

Factor	Descripción
Medida	**Troceo, mezclado y esparcimiento de residuos vegetales (productos del desmonte, poda y despunte) para mantener los suelos.**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Medidas de protección y Conservación de Suelos
Indicador de Realización	Porcentaje de la superficie total de los tramos programados del proyecto donde se realice la disposición de los residuos vegetales.
Indicador de Efectos	El resultado de la superficie de disposición real de los residuos vegetales y la superficie de disposición programada del proyecto sea igual al 100%.
Umbral de Alerta	Cuando el 10% de superficie de disposición, esparcimiento y mezclado de residuos vegetales no sea ejecutada frente a la programada sin justificación alguna.
Umbral Inadmisible	Cuando la superficie de disposición, esparcimiento y mezclado no realizada sea superior al 10 %.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Cada dos meses, a partir del primer mes de inicio de la obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo del Derecho. Se hará en presencia del personal que ejecute las medidas de Protección y Conservación de Suelos. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Ingeniero Ambiental o Ingeniero con conocimiento afín, y en la relación ambiental con el proceso constructivo.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones bimensuales que se practicarán al ejecutor del Programa y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el Programa.

Cuadro 5. Monitoreo de residuos

Factor	Descripción
Medida	**Colocación de la trampa concreto-arena-grava o tarimas con charolas recolectoras para la disposición de tambos con aceite y combustible en las trampas.**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de residuos peligrosos
Indicador de Realización	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.
Indicador de Efectos	Se verificará que el número de tambos reportados sea igual al número de tambos manejados en las trampas o sea igual a 1.
Umbral de Alerta	Cuando se tenga el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
Umbral Inadmisible	Cuando se supere el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Cada semana una vez iniciada la obra
Puntos de Comprobación	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.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en relación ambiental con el proceso constructivo.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	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.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con el Programa.

Cuadro 6. Monitoreo de residuos

Factor	Descripción
Medida	**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.**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de manejo de Residuos Sólidos Municipales
Indicador Realización	Se verificará en campo y bitácora que los residuos sólidos municipales generados sean manejados conforme a la normatividad aplicable (municipal, estatal o federal). El impacto se presentará en caso de una mala disposición de los residuos afectando el suelo.
Indicador Efectos	Se comprobará en campo que no existan residuos regados o depositados sobre el suelo. En bitácora se verificarán los permisos correspondientes por parte de las autoridades.
Umbral de Alerta	Cuando el 10 % de los residuos no se dispongan conforme a la normatividad aplicable.
Umbral Inadmisible	Cuando el 10% o más de los residuos producidos no sean manejados o no cumpla con las disposiciones de la normatividad aplicable.
Aplicable. Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo para el Camino de 60 meses La comprobación con supervisión se realizará cada semana en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: Cada uno de los tramos donde se realicen labores en el Camino y en las áreas donde se destinen para el depósito temporal de los residuos. Se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará la Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos Municipales, en la cual se encontrará la información documental de los residuos generados por la obra y dispuestos en el depósito municipal.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión. La no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la recolección y disposición de residuos sólidos municipales de inmediato y conservar las áreas limpias. Retiro de los residuos sólidos no peligrosos y disposición adecuada En su caso, restauración de áreas afectadas

	Se levantará no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que se compruebe el adecuado manejo de los residuos y, en su caso, la restauración del sitio afectado; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplican las autoridades competentes.

Cuadro 7. Monitoreo de residuos

Factor	Descripción
Medida	**Recolección y disposición de Residuos Peligrosos generados en el proceso constructivo del proyecto en cumplimiento de la Normativa.**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Residuos Peligrosos
Indicador de Realización	Manejo y disposición de residuos peligrosos de acuerdo con el Reglamento y Normativa aplicables. El impacto se presentará en caso de que exista contacto entre el suelo, agua y algún residuo.
Indicador de Efectos	Se verificará en campo que no existan suelos contaminados con residuos peligrosos. En bitácora, se verificará que el volumen de residuos peligrosos reportados (R/R) sea igual al volumen de residuos manejados (RM) (almacenados, /o tratados, reciclados y/o dispuestos) conforme a la normatividad vigente RR/RM = 1
Umbral de Alerta	Cuando se localicen a lo largo de la trayectoria manchas de residuos en el suelo y se presente que el 2 % del volumen de residuos manejados no cumplan con la normatividad aplicable.
Umbral Inadmisible	Cuando el volumen de residuos manejados que no cumplan con la normatividad aplicable sea superior al 2 %.
Cronograma de Comprobación	Cronograma de comprobación Primera comprobación. Se realizará en el mes seis, en Segunda comprobación. Se realizará en el mes doce Tercera comprobación. Se realizará en el mes 18.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: la Residencia de Obra y en cada área de construcción a lo largo de la línea de ceros se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará Bitácora de Residuos Peligrosos e información documental del Cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, en la cual se encontrará la información documental referente a los residuos generados por la Obra.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.

Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no Conformidad cuando se alcance el umbral de alerta y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión. Indicará la no conformidad. En la siguiente supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la Recolección, Almacenamiento y Disposición de Residuos Peligrosos con la aplicación de la normatividad vigente aplicable. Restauración de suelos contaminados con residuos peligrosos. Se levantará una no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que compruebe la restauración del sitio afectado y el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

Cabe señalar que a las medidas empleadas respecto a residuos se aplican de forma sinérgica, es decir, que la implementación de estas sirve para proteger mediante la prevención de contaminación a componentes hídricos y suelos.

VII. 2.2.2 Vegetación

Actividades de rescate y reubicación de especies de flora

- Delimitación de las zonas de trabajo, para evitar afectar al máximo otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto
- Recolección y almacenamiento
- Germinación
- Desarrollo
- Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento
- Trasplante

Cuadro 8.Monitoreo de vegetación

Factor	Descripción
Medida	**Delimitación de las zonas de trabajo, para evitar afectar al máximo otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Obra
Indicador de Realización	Verificar que las áreas de afectación estén correcta y claramente señalizadas desde el inicio de las actividades de desmonte y despalme.

Indicador de Efectos	El resultado del algoritmo (área de afectación real/área de afectación planeada) debe ser igual o menor a 1.
Umbral de Alerta	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
Umbral Inadmisible	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1.1.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros se hará en presencia del Encargado de Obra. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que practicarán al Encargado de Obra o a los ejecutores del derribo, y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con lo establecido en el programa. Restauración de zonas afectadas Reparación o restitución de la señalización No conformidades y sanciones administrativas a los contratistas.

Cuadro 9.Monitoreo para vegetación

Factor	Descripción
Medida	**Efectuar la poda para no modificar la vegetación contigua a los sitios autorizados**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Obra
Indicador de Realización	Porcentaje de vegetación afectada en áreas contiguas a aquellas autorizadas para el proyecto
Indicador de Efectos	El porcentaje de la vegetación afectada por las obras en los 10 m exteriores y colindantes a la señalización.
Umbral de Alerta	Cuando 10% de superficie contigua a la aquella autorizada para el proyecto sufra algún tipo de afectación negativa.

Umbral Inadmisible	Desviación superior al 10% de superficie contigua a la aquella autorizada para el proyecto sufra algún tipo de afectación negativa.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el programa

Cuadro 10.Monitoreo para vegetación

Factor	Descripción
Medida	**Rescate y reubicación de especies**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Obra
Indicador de Realización	Porcentaje de individuos rescatados en las áreas autorizadas para el proyecto
Indicador de Efectos	Rescate del más del 80 80% de individuos
Umbral de Alerta	Sobrevivencia menor al 80%
Umbral Inadmisible	Sobrevivencia menor al 80%
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.

Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el programa

VII. 2.2.3 Fauna

Se pretende realizar el rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies presentes en el área del proyecto, previo al desmonte, despalme del terreno y durante la etapa constructiva del proyecto, esto para reducir al mínimo los impactos causados sobre la fauna silvestre y su ambiente.

Cuadro 11. Monitoreo para Fauna Silvestre

Factor	Descripción
Componente	**Especies con estatus**
Medida	Protección de Fauna silvestre
Tipo de la medida	Preventiva
Instrumento	Reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre
Indicador de Realización	Efectuar la protección de fauna silvestre durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Se medirá por el número de especies sobrevivientes contra el número de especies rescatadas con especial atención a las incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Indicador de Efectos	El número de individuos rescatados sea igual a número de sobrevivientes durante el rescate hasta su liberación.
Umbral de Alerta	Cuando se alcance un 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
Umbral Inadmisible	Cuando se supere el 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará diariamente y la revisión de la bitácora ambiental será semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo de cada obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo del Camino. Esta actividad se hará en presencia del personal que supervise el reglamento de protección de Fauna Silvestre, quienes presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.

Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará el levantamiento de no conformidades al que proceda Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre.

Cuadro 12. Monitoreo para Fauna Silvestre

Componente	Descripción
Medida	**Concienciar al personal sobre la importancia de proteger la fauna silvestre**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Programa de Rescate, Protección y Conservación de Fauna Silvestre
Indicador de Realización	Se medirá la relación proporcional del número de personas a las que se impartió la capacitación, respecto del total de empleados que laboran en la construcción.
Indicador de Efectos	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/) es igual a 1.
Umbral de Alerta	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
Umbral Inadmisible	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1.1
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra. La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo de cada obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo del Camino. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos

	presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental (Mediante las listas de asistencia de las pláticas de capacitación).
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad y se intensificará la supervisión. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre

Cuadro 13. Monitoreo para Fauna Silvestre

Componente	Descripción
Medida	**Disposición de garrocha y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas.**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Programa de Protección y Conservación de Fauna Silvestre
Indicador de Realización	Se colocarán garrochas en las cepas abiertas y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas Se medirá la relación proporcional del Número de cepas abiertas en las obras que comprende el proyecto contra número de cepas abiertas con disposición de garrocha y/o tarimas para cubrirlas
Indicador de Efectos	El número de cepas abiertas sea igual al número de cepas con disposición de garrocha y/o tarima para cubrirla.
Umbral de Alerta	Cuando se encuentre el 5 % de las cepas abiertas sin garrocha y/o tarimas para cubrirlas.
Umbral Inadmisible	Una vez que se haya superado el umbral de alerta.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará diariamente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo del Camino. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos

	presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores del programa y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas.

VII. 2.2.4 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 14. Monitoreo ambientales para la Calidad del Aire

Factor	Descripción
Medida	**Supervisión de vehículos y maquinaria sujetos a mantenimiento periódico según las especificaciones del fabricante.**
Tipo de medida	Mitigación
Instrumento	Programa y bitácora de mantenimiento de maquinaria y vehicular que atienda las recomendaciones del fabricante y cumpla con la normatividad vigente.
Indicador de Realización	Presencia de humos generados por la operación de vehículos automotores y maquinaria en la ejecución del proyecto, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
Indicador de Efectos	Porcentaje de vehículos usados en la construcción, que cumplen la medida preventiva.
Umbral de Alerta	Entre el 1 y 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
Umbral Inadmisible	Más del 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.

Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses para la obra *Automotores* 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. *Equipo y maquinaria* En el caso de equipo y maquinaría se fijará el periodo de comprobación en función de las recomendaciones de los fabricantes.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: El campamento o la sede de la Residencia de Obra En el sitio de construcción. En estos, se encontrará la información documental referente a la verificación del funcionamiento de equipo, maquinaria y automotores.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos adquiridos por el Encargado de Obra
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la conformidad. 1. Se establece el compromiso obligatorio de regularizar el mantenimiento o reemplazo de la unidad. 2. Se establece la fecha de cumplimiento una semana posterior a la supervisión.

VII. 2.2.5 Agua

El seguimiento ambiental en el aspecto Agua, se basará en términos del permiso municipal y en la supervisión de la fuente de abastecimiento.

Cuadro 15. Monitoreo para el cuidado del consumo de Agua

Duración	Descripción
Factor	Agua
Medida	**Utilizar agua únicamente de la Toma Municipal**
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Permiso Municipal
Indicador de Realización	Se verificará en la bitácora del contratista los comprobantes correspondientes de que el agua que será utilizada durante la

	preparación del sitio y construcción será suministrada de la toma municipal autorizada.
Indicador de Efectos	Se medirá la relación proporcional a los m^3 de agua que sean utilizados durante las actividades de la obra contra los m^3 que se abastezcan de la toma municipal. Los volúmenes utilizados deben coincidir con los volúmenes adquiridos.
Umbral de Alerta	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias entre el 1 y 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos.
Umbral Inadmisible	Cuando al revisar la bitácora se encuentren deferencias superiores al 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyectó: 60 meses por obra Supervisión durante la Etapa de Construcción.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en la Residencia de Obra. Se hará en presencia del Encargado de Obra el cual presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental: Permiso Municipal y registro del Abastecimiento.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental del uso del agua en el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra. Se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Determinar las causas de las diferencias entre los volúmenes. Se pedirá al contratista que compruebe que el suministrado provenga exclusivamente de la toma municipal autorizada; en caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

VII. 2.2.6 Suelos

Las tareas que afectarán al suelo son: las actividades de la remoción de la vegetación, el despalme y las excavaciones de las superficies necesarias para el desarrollo de las diferentes actividades.

Se ejecutarán visitas periódicas para corroborar que se están cumpliendo con las medidas establecidas y de este modo minimizar los impactos, evitando que las operaciones se realicen fuera de las áreas asignadas para ello.

La vigilancia en la remoción de la vegetación, en el despalme inicial y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos más allá de lo necesario, es decir que se reduzca en la medida de lo posible el área de trabajo.

Cuadro 16. Monitoreo para suelo

Duración	Descripción
Factor	Suelo
Medida	**Construcción de terrazas**
Tipo de medida	Mitigación
Instrumento	Terrazas individuales
Indicador de Realización	Se verificará en la bitácora del contratista que el numero de terrazas a construir concuerde con el número de individuos a reforestar, puesto que las terrazas tienen como objetivo tener control de la erosión y suministrar humedad a los individuos reforestados
Indicador de Efectos	Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente y a la profundidad del suelo
Umbral de Alerta	Se consideran los indicadores de condición. 1) Estable, 2) Débil y 3) destruida
Umbral Inadmisible	Sin retención de suelo, sin acumulación de sedimentos o acumulación menor a 3 cm de altura
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyectó: 60 meses por obra Supervisión durante la Etapa de Construcción.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en la Residencia de Obra. Se hará en presencia del Encargado de Obra el cual presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental: Permiso Municipal y registro del Abastecimiento.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental del uso del agua en el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra. Se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION 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

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.2 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 identificar 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.3. 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 Zacatecas.

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 eléctrico de 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.4. 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.5. 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.6. Análisis de la vegetación

Para la realización de este apartado se llevó a cabo un 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 un 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 SAR.

VIII.7. 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 incluye la información referente a los trabajos de campo para los muestreos de la herpetofauna, avifauna y mastofauna.

VIII.8. 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).

VIII.9. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales, tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de

interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz fue de evaluación de impactos, en la que estos fueron caracterizados de acuerdo con el beneficio o perjuicio derivado del proyecto.

En concreto, el procedimiento de evaluación fue el siguiente:

1. Definición de las actividades del proyecto
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

a. Medio físico

b. Medio biológico

c. Medio socioeconómico

d. 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.9.1 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:

- Se definieron los siguientes componentes evaluar:

    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 al 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.9.2. 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.10 Para la elaboración de las medidas de Prevención, mitigación y compensación

Las medidas de mitigación que se propusieron se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V.

VIII.11 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 Regional, 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 definidos por lo que se considera no necesaria la presentación de un glosario particular

VIII.2. Referencias bibliográficas utilizadas

- Aguirre-León, G. 2012. Métodos de estimación captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.
- Álvarez-Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Olivares de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 518 pp.

- Arriaga V., Cervantes V., Vargas-Mena A., 1994. Manual de reforestación con especies nativas. SEDESOL, INE, UNAM. México. 189 pp.
- Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2015. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombre comunes. CONABIO. México D.F.
- BirdLife International. 2021. *Geothlypis tolmiei*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T22721830A138884523. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22721830A138884523.en. Accessed on 28 April 2022.
- BirdLife International. 2020. *Buteogallus anthracinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T22735514A169000910. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22735514A169000910.en. Accessed on 28 April 2022.
- Blancas-Calva, E., M. Castro-Torreblanca y J. C. Blancas-Hernández. 2014. Presencia de las palomas turca (Streptopelia decaocto) y africana de collar (Streptopelia roseogrisea) en el estado de guerrero, México. HUITZIL. 15(1):10-16.
- CABI. 2014. Oeceoclades maculata. [Rojas-Sandoval, J & Acevedo-Rodriguez, P]. En: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI International. Consultado en agosto de 2016 en: http://www.cabi.org/isc/datasheet/115853
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA). Diario Oficial de la Federación. México D.F. 28 de enero de 1988. Última Reforma 11-04-2022.
- Campbell, J.A. 1999. Distribution patterns of amphibians in middle america. Pp. 1-30, en: W.D. Duellman (Ed.). Patterns of distributions of amphibians: a global perspective. Johns Hopkins University Press. Baltimore, E.U.A.
- Catálogo de las localidades, abril 2021: https://ide.sedatu.gob.mx/layers/geonode:a__00CatLoc_042021a#more
- Censo de Población y Vivienda, 2020: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos
- Chan-Canhé, R. J., A. González-Moreno, J. Leirana y S. Bordera. 2016. Estimación del esfuerzo mínimo de muestreo para el estudio de la riqueza de ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) en la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, México. Entomología mexicana. 3: 537-542.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad – CONABIO. www.conabio.gob.mx
- CONABIO. 2017. Evaluación rápida de invasividad de Oreochromis aureus. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF.
- Conesa Fernández-Vitora V. 2009. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. 800p.
- De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodríguez, M. (Eds.) 2015 Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 1053-1062. Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8.

- Escalante-Espinosa, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos. 52:53-56.
- Espinosa, D., S. Ocegueda et al. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 33-65.
- FAO, 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos.
- Fierro, L. C., y R. A. Giner. 2012. Las condiciones de sequía en los estados del norte y centro de México. En: La Sequía en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA). Unidad de Sequía Desertificación y Proyectos Especiales. Saltillo, Coahuila, México.
- García Leyton L. A. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 260p.
- Global Invasive Species Database. 2022. Species profile: Oreochromis aureus. Downloaded from http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Oreochromis+aureus on 28-04-2022.
- Gómez Orea D., 1991. Planificación y gestión ambiental, una premisa del desarrollo regional Alcántara: revista del Seminario de Estudios Cacereños, ISSN 0210-9859, Nº. 22, 1991,
- González-García, F. 2014. Métodos para contar aves terrestres. En: Gallina-Tessaro, S y C. López-Trápinga (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A. C., Universidad Autónoma de Querétaro. INE-SENARBAT. México, D.F.
- Haıı, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, EE.UU.
- Hernández, M. H. 2006. La Vida en los Desiertos Mexicanos. FCE, SEP, CONACYT. México, D.F.
- Howell, A. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. California. USA.
- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_017.html
- http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf
- https://qrcgcustomers.s3-eu-west-1.amazonaws.com/account16773292/22473365_1.pdf?0.9542900326510602
- https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf
- https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgdfs.htm
- https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- Índices de marginación, (SGCONAPO, 2020): https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372
- Jiménez-Velázquez, G., J. A. Sandoval-Quintero, N. Trigo-Boix. 2012. Guía Teórica y Metodológica para el Conocimiento y Manejo de la Herpetofauna. Universidad Autónoma Metropolitana. 103 pp.

- Koleff, P. y T. Urquiza-Hass. 2011. Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México.
- Krebs, C. J. 2000. Ecología: Estudio de la distribución y de la abundancia. Segunda Edición. Oxford University Press. México. México D.F. 753 pp.
- Leopold Matriz de. 1971. En Conesa Fernández-Vitora V. 2009. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. 800.
- Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente, última reforma 16/01/2014. Recurso en línea:
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Última reforma 22-05-2015)
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Cuarta Reimpresión, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México 1991.
- Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T.R. Van Devender y R.K. Wilson. 1998. Gentry's Rio Mayo Plants: The Tropical Deciduous Forest and Environs of Northwest Mexico. The Southwest Center Series, University of Arizona Press, Tucson.
- Martinez S. A. y Damián H. S. 1999. Catálogo de Impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. Publicación técnica SCT. PP. 69.
- Medición de la pobreza, (CONEVAL, 2020): https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx
- Méndez de la Cruz, F., Hernández Gallegos, O. y Rodríguez Romero, F. 2003. Ficha técnica de *Aspidoscelis costata*. En: Méndez de la Cruz, F. (compilador). Elaboración de fichas de 5 especies de lacertilios: PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W033. México, D.F.
- Méndez-Moreno, S y G. Ceballos. 2005. *Chaetodipus baileyi*. En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds). Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2015. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, número 1. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.139 pp. Madrid
- Moreno C. E., 2001. Manuales para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA vol. 1. ORCYT/UNESCO & SEA. 84 pp.
- Muñoz- Alonso, L. A. 2010. Inventario y Monitoreo de Anfibios y Reptiles. En: León-Cortés, J. L., E. J. Naranjo, N. Ramírez-Marcial, J. L. Rangel-Salazar, A. Horvath, A. Muñoz-Alonso y M. Ishiki-Ishihara (Eds.) Manual para el Reconocimiento, Evaluación y Monitoreo de la diversidad biológica. ECOSUR.

- National Geographic. 2006. Field guide to the birds of North America, 5a ed. National Geographic Society, Washington, DC, EUA.
- Navarro G., De la Barra N., Rumiz D.I. y Ferrerira W. 2008. Criterios para evaluar el estado actual de conservación y degradación de los bosques de Bolivia. Rev. Bol. Ecol y Cons. Amb. 22: 014-18. Artículos Científicos –Técnicos.
- NIT-SCT NORMATIVIDAD PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE.
- Ortega-Álvarez, E y I. MacGregor-Fors, 2011. Conociendo al gorrión casero: variación de la abundancia de *Passer domesticus* en diferentes tipos de uso de suelo de la Ciudad de México. El canto del Centzontle 2 (1)15-28.
- Pérez-Chacón. Actas de Ponencias del III Congreso de Ciencia del Paisaje. 1999
- Pérez-Villafaña, M. G., F. F. Ornelas-Rodríguez, C. Valdés-Casillas y E. Rojero. AICA: 40, Alamos-Río Mayor. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (http://www.conabio.gob.mx .México).
- Pimm SL. 1999. The dynamics of the flows of matter and energy. In J McGlade (ed), Advanced ecological theory, principles.
- Pineda-López, R. y A. Malagamba R. 2011. Nuevos registros de aves exóticas en la ciudad de Querétaro, México. HUITZIL 12(2):22-27.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, Gobierno de la República. CDMX. 30 de abril de 2019.
- Prácticas de Reforestación. Manual Básico. 2010. CONAFOR. PP. 64.
- Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018- 2024. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. CDMX. 22 de diciembre de 2018.
- Ramírez Bautista, A. y Hernández Ibarra, X. 2004. Ficha técnica de *Callisaurus draconoides*. En: Arizmendi, M. C. (compilador). Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. . México, D.F.
- Rangel-Salazar, J. L. y E. Pineda-Diez de Bonilla. 2010. Monitoreo de aves. En: León-Cortés, J. L., E. J. Naranjo, N. Ramírez-Marcial, J. L. Rangel-Salazar, A. Horvath, A. Muñoz-Alonso y M. Ishiki-Ishihara (Eds.) Manual para el Reconocimiento, Evaluación y Monitoreo de la diversidad biológica. ECOSUR.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental:
- Reglamento de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. www.sct.gob.mx.
- Servicio Meteorológico Nacional (1981-2010): https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL26075.TXT
- Servín, J. y E. Chacón. 2005a. *Canis latrans*. En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds). Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

- Servín, J. y E. Chacón. 2005b. *Urocyon cinereoargenteus*. En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds). Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Sibley, D. A. 2014. The Sibley Guide To Birds. Second edition. Alfred A. Knopf, New York. 598 p.
- Simulador de Flujos Hidrológicos SIATL, INEGI, 2018 (http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#)
- Suelos, Vertisoles: https://www.eljornalero.com.mx/edicionesdigitales/images/images/1369-ElJornalero/53845/53845_V_iPad_1704703.00_Pagina_1.pdf
- Valencia-Herverth, R y J. Valencia-Herverth. 2012. Presencia del gato montés (*Lynx rufus*) en selvas tropicales del estado de Hidalgo, México. THERYA. 3(1): 81-85.
- Valenzuela-Galván, 2005. *Procyon lotor*. En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds). Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Van Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press.
- Vargas-Cuenca, J y F. A. Cervantes. 2005a. *Lepus alleni*. En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds). Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Vargas-Cuenca, J y F. A. Cervantes. 2005b. *Sylvilagus audubonii*. En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds). Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Vargas-Santamaría, F., y O. Flores-Villela. 2006. Estudio herpetofaunístico en el Playón de Mexiquillo y áreas adyacentes en la costa sur del Estado de Michoacán, México. Pp. 110‑139. En: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez, y F. Mendoza-Quijano, (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicación Especial de la Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Vulnerabilidades en la República mexicana: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html
- Zube, E. H., Sell, J. L., Taylor, J. G. (1982). Landscape perception: research, application and theory. En Landscape planning, 9(1), p. 1-33.