



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	2
1.1 Datos generales del proyecto	3
1.1.1 Nombre del proyecto	3
1.1.2 Ubicación del proyecto	3
1.1.3 Duración del proyecto	5
1.2. Datos generales del promovente	5
1.2.1 Nombre o razón social	5
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	5
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal	5
1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	5
1.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio	6
1.3.1 Nombre o razón social	6
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)	6
1.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio	6
1.3.4 Dirección de la empresa	6

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto	4
----------------------------------	---

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas del proyecto a cada 250 m (Coordenadas UTM)	4
--	---

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

1.1 Datos generales del proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Modernización del camino Cerro las Águilas-El Desengaño, tramo del km 15+000 al km 22+800, con una meta de 7.8 kms en el municipio de Candelaria, en el Estado de Campeche.

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Candelaria al sureste del territorio del estado de Campeche; forma parte de la carretera estatal libre que comunica desde la localidad de Nueva Coahuila a hasta El Desengaño, Santa Gertrudis, Santa Rosa y Solidaridad.

Este tramo forma parte de la carretera estatal libre que comunica desde la comunidad de Nueva Coahuila hasta la localidad de El Desengaño, además de localidades intermedias como Francisco I. Madero II, San Miguel, Santa Gertrudis, Solidaridad y por supuesto Cerro Las Águilas. Al pertenecer a un subtramo carretero de mayor amplitud es común encontrar un diferente kilometraje para un proyecto en particular, resultando en el uso de igualdades para los cadenamientos. En este caso el proyecto reporta la siguiente igualdad para el inicio del proyecto $15+000 = 35+000$ y $22+800 = 42+800$ para el cadenamiento final del proyecto, como se puede observar la longitud total del proyecto es de 7.8 km sin modificar el objetivo de conformar un camino tipo B.

Para fines de esta Manifestación de Impacto Ambiental los cadenamientos utilizados para la descripción de aspectos importantes a lo largo del proyecto, son los correspondientes a una numeración continua desde el inicio en el km 15+000 hasta el final en el km 22+800.

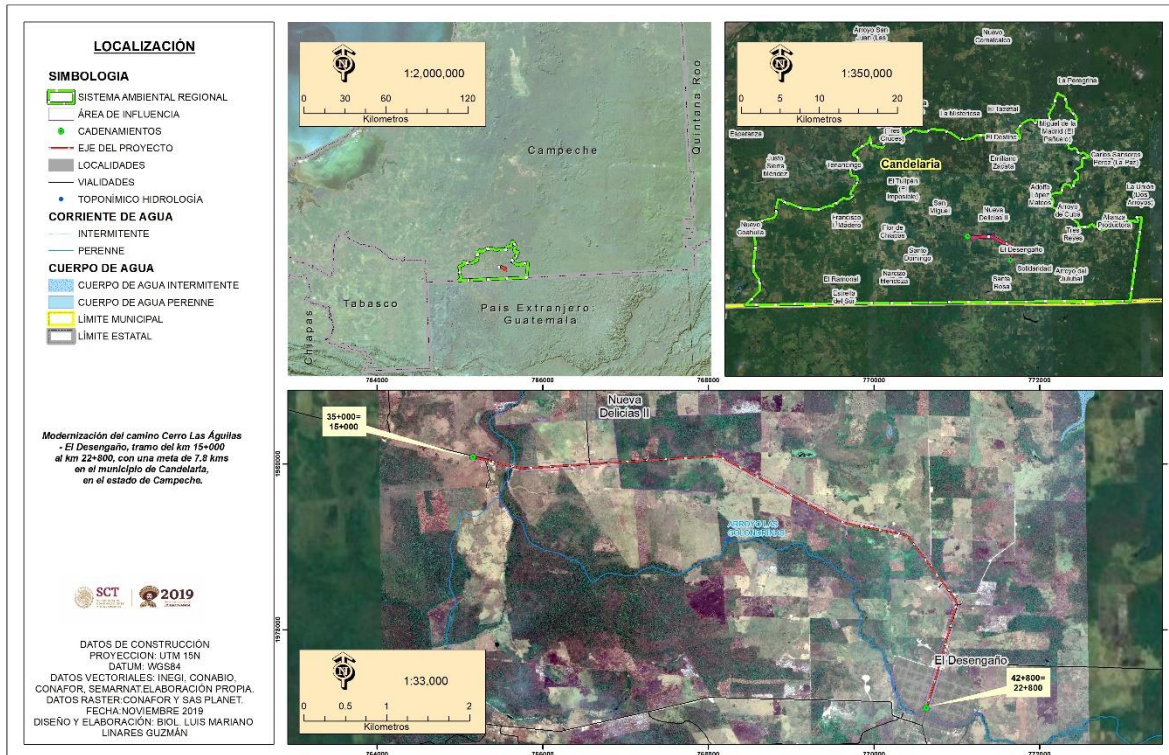


Figura 1. Ubicación del proyecto. Consultar anexo 1.

Para fines prácticos las coordenadas UTM pueden ser consultadas en el anexo 4 – 4.1, mismas que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Coordenadas del proyecto a cada 250 m (Coordenadas UTM Zona 15N Datum WGS84).

Cadenamiento	X	Y
35+000	765159.471	1980084.414
35+250	765402.584	1980026.170
35+500	765645.761	1979968.163
35+750	765893.408	1979955.758
36+000	766142.854	1979972.367
36+250	766392.314	1979988.755
36+500	766641.780	1980005.051
36+750	766891.227	1980021.633
37+000	767140.693	1980037.907
37+250	767390.234	1980052.996
37+500	767639.816	1980067.440
37+750	767889.407	1980081.689
38+000	768138.097	1980085.581
38+250	768359.478	1979969.706
38+500	768580.054	1979852.066
38+750	768800.139	1979733.486

Cadenamiento	X	Y
39+000	769020.502	1979615.421
39+250	769241.007	1979497.627
39+500	769461.417	1979379.656
39+750	769689.053	1979280.041
40+000	769934.396	1979232.108
40+250	770179.807	1979184.441
40+500	770416.680	1979115.952
40+750	770567.491	1978916.635
41+000	770717.921	1978716.972
41+250	770867.674	1978516.826
41+500	770993.666	1978307.071
41+750	770929.172	1978065.584
42+000	770860.465	1977825.223
42+250	770791.307	1977585.016
42+500	770722.426	1977344.704
42+750	770649.110	1977105.698
42+800	770634.694	1977057.764

1.1.3 Duración del proyecto

Al proponer el programa de trabajo se consideran todas las etapas para la construcción del proyecto, se observa que se consideran 6 años, para llevar a cabo las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

1.2. Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Comunicaciones y Transportes Centro SCT Campeche

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

CSC850101KR7

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

████████████████████
████████████████████

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

Av. Palmas, S/N, Col. Estación Antigua, Campeche, Campeche. C.P. 24020

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	2
2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
2.1.1 Naturaleza del proyecto	6
2.1.2 Justificación	7
2.1.3 Ubicación física	7
2.1.4 Inversión requerida	9
2.2 Características particulares del proyecto	9
2.2.1 Dimensiones del proyecto	10
2.2.2 Obras de drenaje	46
2.2.3 Distancia y/o relación del proyecto con zonas de importancia ecológica, arqueológica o cultural.	47
2.2.4 Programa del trabajo	55
2.2.5 Representación gráfica regional	55
2.2.6 Representación gráfica local	56
2.2.7 Etapas del proyecto	57
2.2.8 Residuos	59

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto. Consultar anexo 1	8
Figura 2. Sección tipo para el proyecto	10
Figura 3. Mediciones realizadas en campo del camino actual cada 250 m.	10
Figura 4. Vista aérea tomada con un Drone que muestra las condiciones generales del camino que pretende ser modernizado.	20
Figura 5. Vistas terrestres que muestran las condiciones generales del camino actual.	20
Figura 6. Figura. Ortomosaico generado mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando imágenes aéreas tomadas con un Drone.	21
Figura 7. A) Imagen de GoogleEarth (2015), B) Imagen obtenida del trabajo de SIG mediante el empleo de imágenes tomadas con un Drone (2019).	21
Figura 8. Imagen aérea tomada con un Drone donde claramente se distinguen las áreas forestales de las no forestales.	22
Figura 9. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 1. Consultar anexo 2 – 2.1.	27
Figura 10. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 2. Consultar anexo 2 – 2.1.	27
Figura 11. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 3. Consultar anexo 2 – 2.1.	28
Figura 12. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 4. Consultar anexo 2 – 2.1.	28
Figura 13. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 5. Consultar anexo 2 – 2.1.	29
Figura 14. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 6. Consultar anexo 2 – 2.1.	29
Figura 15. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 7. Consultar anexo 2 – 2.1.	30
Figura 16. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 8. Consultar anexo 2 – 2.1.	30
Figura 17. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 9. Consultar anexo 2 – 2.1.	31
Figura 18. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 10. Consultar anexo 2 – 2.1.	31
Figura 19. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 11. Consultar anexo 2 – 2.1.	32
Figura 20. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 12. Consultar anexo 2 – 2.1.	32
Figura 21. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 13. Consultar anexo 2 – 2.1.	33

- Figura 22. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 14. Consultar anexo 2 – 2.1. 33
- Figura 23. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 15. Consultar anexo 2 – 2.1. 34
- Figura 24. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 16. Consultar anexo 2 – 2.1. 34
- Figura 25. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del SAR, escala 1: 60,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1. 35
- Figura 26. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, escala 1: 22,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1. 36
- Figura 27. Las selvas muestran paisajes bastante fragmentados dentro del SAR, AI y LC del proyecto, sin embargo, aún se observan parches entre pastizales cultivados donde se han desplazado extensas superficies forestales. 38
- Figura 28. Fotografías que muestran parte de las selvas que se desarrollan en el SAR y AI, en muchos casos se observan islas de vegetación que han quedado en pie para sombrear al ganado. Las áreas mayores conservadas únicamente se muestran a nivel de SAR y parte de AI, aunque todas ellas muestran importante incidencia humana. 38
- Figura 29. Algunas áreas dentro de la LC muestran escasas conexiones entre la selva donde se observa una continuidad; sin embargo, forman parte de parches muy fragmentados. Cabe aclarar, que algunas copas de los árboles se encuentran por encima del camino. 39
- Figura 30. Las copas de algunos árboles sombrean el asfalto, pero sus troncos se encuentran fuera de la LC, por lo que muchos árboles no resultaran afectados con la modernización del camino. 39
- Figura 31. Muchas áreas dentro de la LC muestran coberturas dominantes entre las que destacan: El camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación y pastizal cultivado. 40
- Figura 32. Algunos árboles y arbustos dentro de la LC se observan aislados y dispersos, han sido dejados para sombrear al ganado o para cercos vivos que delimitan parcelas ganaderas; así como una gran cantidad de malezas ruderales pioneras al disturbio que se encuentran formando parte de la vegetación de borde del actual camino. 40
- Figura 33. El cambio de uso del suelo dentro del SAR, AI y LC es muy notable, donde muchos propietarios de los terrenos desplazan a la vegetación sin medir las consecuencias que esto conlleva, además de no contar con los permisos necesarios. 41
- Figura 34. La modernización del camino no afectara significativamente superficies forestales, ya que actualmente se observan áreas con notables cambios de origen antropogénico, debido a las distintas actividades que se han llevado a cabo durante al menos los últimos 5 años. Es importante implementar visitas por parte de las autoridades correspondientes para frenar estas actividades, *donde se están perdiendo extensas superficies de selva con el fin de ampliar las áreas de pastizal para la engorda de la ganadería extensiva.* 41
- Figura 35. El principal motor de cambio que ha influido en la explotación de los recursos naturales a lo largo y ancho del SAR, AI y LC, son los pobladores de diversos asentamientos humanos; cada día hay un incremento demográfico, lo que requiere mayores necesidades, mejores vías de comunicación y demanda de servicios básicos. Sin embargo, es importante llevar a cabo platicas ambientales mediante las autoridades correspondientes que promuevan

en estas comunidades marginalmente rezagadas, la protección y conservación de los ecosistemas, pero, sobre todo, implementar estrategias ambientales-económicas-sociales, donde se logren llevar a cabo proyectos de desarrollo de manera sustentable.	42
Figura 36. La comunidad de El Desengaño será directamente beneficiada con la modernización del camino; sin embargo, otras comunidades utilizan la carretera para trasladarse de un lugar a otro, entre las que se encuentran: Nueva Delicias II, Solidaridad y Santa Rosa.	42
Figura 37. La principal actividad primaria en la región (SAR, AI), es la ganadería extensiva, donde extensas superficies a la vista tienen un uso de suelo con pastizal cultivado, donde es común cultivar diferentes tipos de pastos que dependen de la época del año y la zona.	43
Figura 38. Durante los recorridos realizados es común observar ganado pastando incontroladamente, en otros casos se observa descansando bajo la sombra de algunos árboles que han quedado en pie al interior del pastizal para crear sombra. Es recomendable parar con el desplazamiento de importantes parches con selva dentro del SAR y AI, mediante prácticas agrosilvopastoriles que promuevan la preservación de los recursos naturales.	43
Figura 39. Imágenes que muestran el arroyo las Golondrinas. Vale la pena mencionar que en algunas áreas se observó al ganado dentro del arroyo hidratándose, en otros casos personas locales se bañan en el arroyo.	44
Figura 40. Arroyo las Golondrinas metros después del final del proyecto.	45
Figura 41. Obra de drenaje que será modernizada para permitir el flujo hídrico intermitente y evitar la afectación del camino, mismo que actualmente presenta grietas en algunas áreas.	45
Figura 42. Se observan algunos abrevaderos para el ganado ubicados dentro de los pastizales cultivados.	46
Figura 43. Ubicación del proyecto respecto a la ZOFEMAT. Consultar anexo 1.	47
Figura 44. Ubicación del proyecto respecto a la ANP de competencia federal más cercana. Consultar anexo 1.	48
Figura 45. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia estatal más cercana. Consultar anexo 1.	49
Figura 46. Ubicación del proyecto respecto al POEGT. Consultar anexo 1.	50
Figura 47. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC. Consultar anexo 1.	51
Figura 48. Ubicación del proyecto respecto al sitio arqueológico más cercano. Consultar anexo 1.	52
Figura 49. Ubicación del proyecto respecto al ecosistema excepcional (manglar) más cercano. Consultar anexo 1.	53
Figura 50. Ubicación del proyecto respecto a la UMA más cercana. Consultar anexo 1.	54
Figura 51. Estado de Campeche	56
Figura 52. Municipio de Candelaria	56
Figura 53. Obras complementarias.	58

Índice de tablas

Tabla 1. Características del proyecto	9
Tabla 2. Ancho actual del camino cada 250 metros.	12
Tabla 3. Superficies actuales y con proyecto	19
Tabla 4. Superficies de USVEG presentes dentro de la LC, Fotointerpretación (FI), 2019.	22
Tabla 5. Comparativa del USVEG a nivel de SAR, AI y LC (INEGI, Serie VI, 2016) y LC (Fotointerpretación, FI).	36
Tabla 6. Obras de drenaje menor	46
Tabla 7. Programa general de trabajo	55

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

2.1 Información general del proyecto

El presente estudio corresponde a la modernización de 7.80 km del camino Cerro Las Águilas – El Desengaño, en el tramo comprendido del km 15+000 al km 22+800, ubicado en el municipio de Candelaria en el estado de Campeche.

Este tramo forma parte de la carretera estatal libre que comunica desde la comunidad de Nueva Coahuila hasta la localidad de El Desengaño, además de localidades intermedias como Francisco I. Madero II, San Miguel, Santa Gertrudis, Solidaridad y por supuesto Cerro Las Águilas. Al pertenecer a un subtramo carretero de mayor amplitud es común encontrar un diferente kilometraje para un proyecto en particular, resultando en el uso de igualdades para los cadenamientos. En este caso el proyecto reporta la siguiente igualdad para el inicio del proyecto $15+000 = 35+000$ y $22+800 = 42+800$ para el cadenamiento final del proyecto, como se puede observar la longitud total del proyecto es de 7.8 km sin modificar el objetivo de conformar un camino tipo B.

Para fines de esta Manifestación de Impacto Ambiental los cadenamientos utilizados para la descripción de aspectos importantes a lo largo del proyecto, son los correspondientes a una numeración continua desde el inicio en el km 15+000 hasta el final en el km 22+800.

El tramo actualmente presenta las características de un camino tipo D, con un ancho de corona de los 5 a 6.5 m, por lo que el proyecto de modernización plantea homogenizar el ancho del camino y realizar las alineaciones pertinentes para que cumpla con las características de un camino tipo B.

2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto de modernización del camino Cerro Las Águilas – El Desengaño, del km 15+000 al km 22+800 está determinado por la necesidad de infraestructura adecuada para el desarrollo social y económico de la región; será realizado por medio de actividades propias de la industria de la construcción y forma parte de las estrategias de los programas de desarrollo federales y estatales para la mejora y modernización de la infraestructura carretera. Serán realizadas obras y/o actividades para la construcción de una vía general de comunicación, misma que implica un cambio de uso de suelo de áreas forestales, dado lo anterior, el proyecto requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, en función de lo que establece el Artículo 5 inciso B) del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental:

“ARTÍCULO 5o.- 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.”

De igual forma, el Artículo 11 fracción I del mismo REIA establece que cuando se trate de carreteras la Manifestación de Impacto Ambiental deberá presentarse en modalidad regional, como es el caso del presente proyecto.

Por lo anteriormente fundado, el proyecto se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) ante la autoridad correspondiente (SEMARNAT) para su respectivo análisis y dictamen oportuno en materia de impacto ambiental; siendo importante mencionar, que el proyecto no contempla otras obras o actividades que sean competencia de la federación.

2.1.2 Justificación

Se observa dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2015 – 2021 del estado de Campeche que destaca obras y acciones prioritarias, cuya ejecución contribuirá a mejorar la competitividad estatal.

Son proyectos estratégicos de desarrollo y para su realización se promoverá una efectiva coordinación con el gobierno federal, con los gobiernos estatales de la región sur – sureste y con los municipios, para que a través de la conjunción de esfuerzos y recursos se logren establecer corredores logísticos y encadenamientos productivo.

Dentro del Eje de fortaleza económica se encuentra el programa de modernización de la red de carreteras estatales y caminos alimentadores, así como otras obras de infraestructura. De igual forma la Estrategia 6.2.2.5 Desarrollar Infraestructura Carretera tiene como línea de acción, entre otras, ampliar y modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales del estado, así como las carreteras interestatales.

Actualmente las comunidades a las que dará servicio el proyecto como son Francisco I. Madero II, San Miguel, Santa Gertrudis, Solidaridad, Santa Rosa y por supuesto Cerro Las Águilas y el Desengaño cuentan con un camino revestido con ancho variable a lo largo del trayecto (de 5 a 6.5 m), en general este tipo de caminos resultan riesgosos en época de lluvia por lo que se concluye que no cuenta con las condiciones adecuadas para un traslado eficiente de bienes y servicios para estas localidades.

El proyecto de modernización plantea una ampliación al ancho del camino y realizar las alineaciones pertinentes para que cumpla con las características de un camino tipo B. De esta forma el proyecto colabora con los objetivos estatales y federales para el desarrollo del estado de Campeche.

2.1.3 Ubicación física

El proyecto se ubica en el municipio de Candelaria al sureste del territorio del estado de Campeche; forma parte de la carretera estatal libre que comunica desde la localidad de Nueva Coahuila a hasta El Desengaño, Santa Gertrudis, Santa Rosa y Solidaridad. El tramo inicia en el km 15+000 en la localidad de Cerro las Águilas, se desarrolla alrededor de 3 km hacia el Este donde va tomando dirección al sur hasta su fin en el km 22+800 en la localidad de El Desengaño.

MODERNIZACIÓN DEL CAMINO CERRO LAS ÁGUILAS – EL DESENGAÑO, TRAMO DEL KM 15+000 AL KM 22+800, CON UNA META DE 7.8 KM EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA, EN EL ESTADO DE CAMPECHE

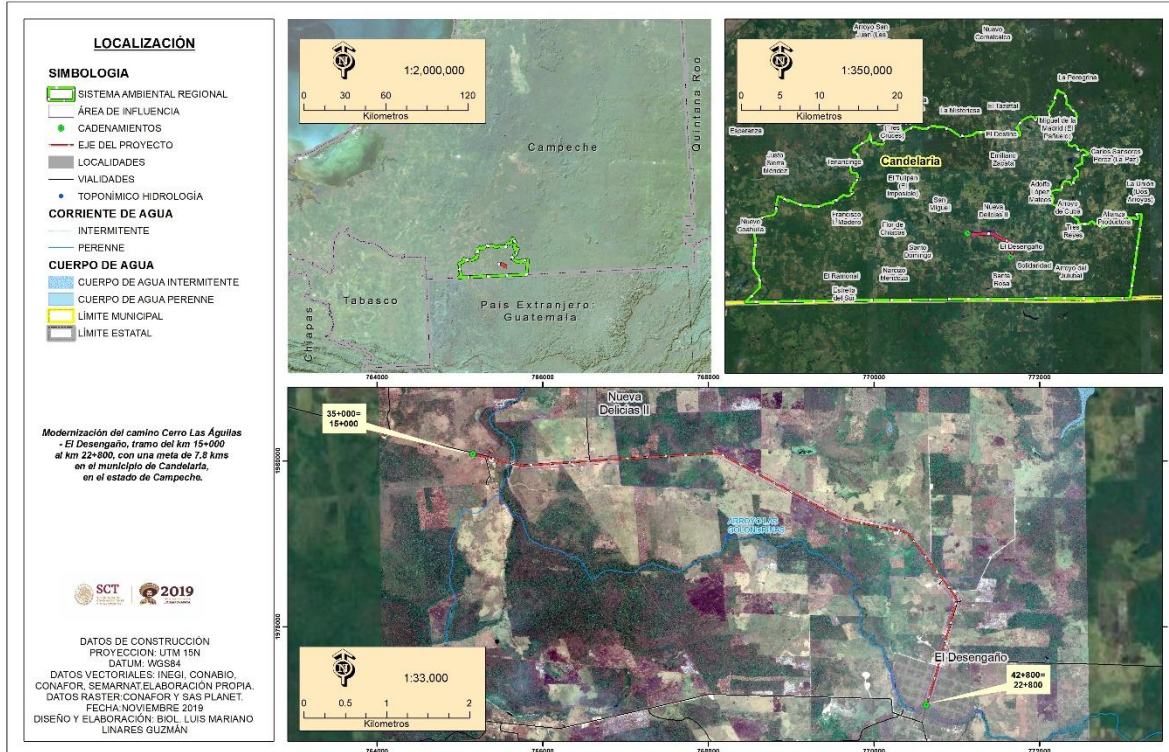


Figura 1. Ubicación del proyecto. Consultar anexo 1

Tabla 1. Coordenadas del proyecto a cada 250 m (Coordenadas UTM Zona 15N Datum WGS84).

Cadenamiento	X	Y
35+000	765159.471	1980084.414
35+250	765402.584	1980026.170
35+500	765645.761	1979968.163
35+750	765893.408	1979955.758
36+000	766142.854	1979972.367
36+250	766392.314	1979988.755
36+500	766641.780	1980005.051
36+750	766891.227	1980021.633
37+000	767140.693	1980037.907
37+250	767390.234	1980052.996
37+500	767639.816	1980067.440
37+750	767889.407	1980081.689
38+000	768138.097	1980085.581
38+250	768359.478	1979969.706
38+500	768580.054	1979852.066
38+750	768800.139	1979733.486
39+000	769020.502	1979615.421
39+250	769241.007	1979497.627
39+500	769461.417	1979379.656

Cadenamiento	X	Y
39+750	769689.053	1979280.041
40+000	769934.396	1979232.108
40+250	770179.807	1979184.441
40+500	770416.680	1979115.952
40+750	770567.491	1978916.635
41+000	770717.921	1978716.972
41+250	770867.674	1978516.826
41+500	770993.666	1978307.071
41+750	770929.172	1978065.584
42+000	770860.465	1977825.223
42+250	770791.307	1977585.016
42+500	770722.426	1977344.704
42+750	770649.110	1977105.698
42+800	770634.694	1977057.764

2.1.4 Inversión requerida

De acuerdo con el catálogo de conceptos presentado en la inversión económica aproximada para la ejecución del proyecto será de \$428 006 018.00 (cuatrocientos veintiocho millones, seis mil dieciocho pesos 40/100 M.N.), sin considerar el costo de las medidas de mitigación que se deriven de este documento.

2.2 Características particulares del proyecto

El proyecto en estudio en esta MIA-R, se trata de la modernización del camino Cerro Las Águilas – El Desengaño, el cual cuenta con una longitud de 7.8 km, donde la modernización considerada se refiere a una ampliación de su ancho de corona para alojar un camino tipo B, por lo tanto estará conformado por dos carriles de 3.5 m cada uno y 1 m para acotamiento a cada lado, sumando un ancho de corona de 9 m, características que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Características del proyecto.

Concepto	Actual	Proyecto
Carretera tipo	D	B
Velocidad máxima (KPH)	50 – 60 km/h	80 – 90 km/hr
Ancho de corona (m)	6 – 10 m	9 m
Ancho de calzada (m)	6 – 10 m	7 m
Número de carriles	2	2
Acotamientos	n/a	1 m
Longitud total	7.8 km	7.8 km
Derecho de vía	40m	40 m
TDPA	100 – 500 veh/d	1500 a 3000 veh/d

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de campo, se tiene un ancho promedio en el camino existente de aproximadamente 5.38 metros, registrando valores en los diferentes tramos que van de los 5 a 6.5 m.

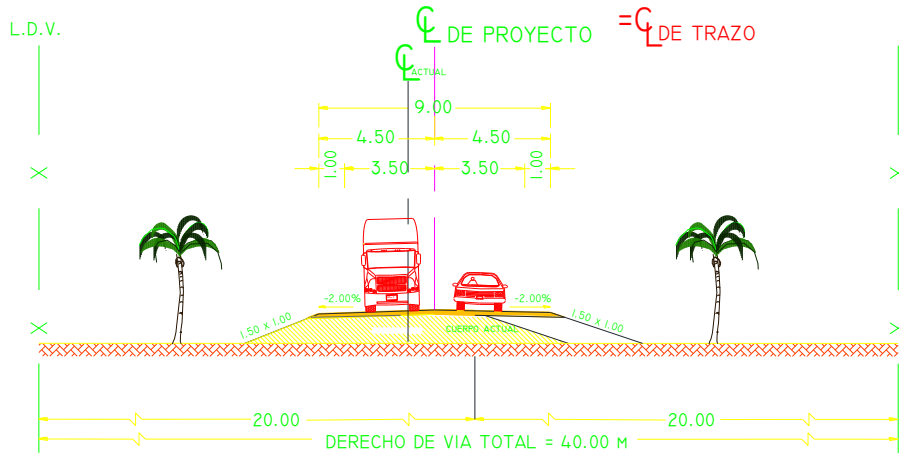


Figura 2. Sección tipo para el proyecto.

2.2.1 Dimensiones del proyecto

2.2.1.1 Ancho actual del camino mínimo cada 250 metros, indicando en su caso superficies adicionales de afectación y uso de suelo y vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y/o INEGI.

Como parte de la caracterización del eje del proyecto, se realizaron durante los recorridos realizados en toda la longitud del proyecto algunas mediciones referentes al ancho del camino actual cada 250 m, para poder obtener la superficie de afectación adicional dentro de la LC requerida para la modernización del camino existente.



Figura 3. Mediciones realizadas en campo del camino actual cada 250 m.

Así entonces, en la siguiente tabla se muestran el ancho promedio del camino actual en tramos cada 250 metros, desde el inicio del proyecto (35+000=15+000) hasta el final (42+800=22+800). En todos los casos se presentan las coordenadas UTM del inicio y final de cada tramo. También se indica el USVEG en base a INEGI (Serie VI, 2016) y lo observado directamente en campo.

De igual forma se indica la superficie de afectación adicional, de acuerdo al ancho de la Línea de Ceros (LC) a cada 250 m.

A grandes rasgos, las dimensiones del ancho del camino actual a lo largo del eje del proyecto presentan valores promedio que van de 5.0 a 6.5 metros. La superficie total dentro de la LC corresponde a 9.360 ha, mismas que solo 5.185 ha forman parte de superficies de afectación adicional que serán requeridas para la modernización del proyecto y el resto (4.175 ha) se encuentra formado en su gran parte por el camino actual. Entre las coberturas asignadas se encuentran: Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido. Cabe destacar, que del total considerado dentro de la LC solo 0.423 ha son coberturas forestales con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Tabla 3. Ancho actual del camino cada 250 metros.

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
35+000	35+250	250	765159.471	1980084.414	765402.584	1980026.170	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
35+250	35+500	250	765402.584	1980026.170	765645.761	1979968.163	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
35+500	35+750	250	765645.761	1979968.163	765893.408	1979955.758	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
35+750	36+000	250	765893.408	1979955.758	766142.854	1979972.367	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
36+000	36+250	250	766142.854	1979972.367	766392.314	1979988.755	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
36+250	36+500	250	766392.314	1979988.755	766641.780	1980005.051	5.50	0.163	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
36+500	36+750	250	766641.780	1980005.051	766891.227	1980021.633	5.30	0.168	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
36+750	37+000	250	766891.227	1980021.633	767140.693	1980037.907	5.50	0.163	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
37+000	37+250	250	767140.693	1980037.907	767390.234	1980052.996	5.60	0.160	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
37+250	37+500	250	767390.234	1980052.996	767639.816	1980067.440	5.00	0.175	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
37+500	37+750	250	767639.816	1980067.440	767889.407	1980081.689	5.00	0.175	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
37+750	38+000	250	767889.407	1980081.689	768138.097	1980085.581	5.00	0.175	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia, Pastizal cultivado	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
38+000	38+250	250	768138.097	1980085.581	768359.478	1979969.706	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
38+250	38+500	250	768359.478	1979969.706	768580.054	1979852.066	5.20	0.170	Pastizal cultivado	sin vegetación, Pastizal cultivado
38+500	38+750	250	768580.054	1979852.066	768800.139	1979733.486	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
38+750	39+000	250	768800.139	1979733.486	769020.502	1979615.421	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
39+000	39+250	250	769020.502	1979615.421	769241.007	1979497.627	5.00	0.175	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
39+250	39+500	250	769241.007	1979497.627	769461.417	1979379.656	5.50	0.163	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
										dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado
39+500	39+750	250	769461.417	1979379.656	769689.053	1979280.041	6.00	0.150	Pastizal cultivado	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado
39+750	40+000	250	769689.053	1979280.041	769934.396	1979232.108	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Cercos vivos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
40+000	40+250	250	769934.396	1979232.108	770179.807	1979184.441	5.00	0.175	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
40+250	40+500	250	770179.807	1979184.441	770416.680	1979115.952	5.50	0.163	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
40+500	40+750	250	770416.680	1979115.952	770567.491	1978916.635	6.50	0.138	Pastizal cultivado	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
40+750	41+000	250	770567.491	1978916.635	770717.921	1978716.972	5.50	0.163	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
41+000	41+250	250	770717.921	1978716.972	770867.674	1978516.826	5.20	0.170	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
41+250	41+500	250	770867.674	1978516.826	770993.666	1978307.071	5.20	0.170	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Pastizal cultivado,

Cadenamiento		Longitud (m)	Coordenadas UTM (Datum 15 Q)				Ancho promedio del camino (m)	Superficies de afectación adicional (ha)	Uso de suelo y vegetación en las orillas del camino	
Inicio	Fin		Inicio		Fin				INEGI (serie VI, 2016)	USVEG observado
			X	Y	X	Y				
										Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
41+500	41+750	250	770993.666	1978307.071	770929.172	1978065.584	6.00	0.150	Pastizal cultivado	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
41+750	42+000	250	770929.172	1978065.584	770860.465	1977825.223	6.00	0.150	Pastizal cultivado	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación
42+000	42+250	250	770860.465	1977825.223	770791.307	1977585.016	5.20	0.170	Pastizal cultivado, Urbano construido	Malezas herbáceas pioneras al disturbio, Áreas sin vegetación, Urbano construido
42+250	42+500	250	770791.307	1977585.016	770722.426	1977344.704	6.00	0.150	Urbano construido	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Áreas sin vegetación, Urbano construido
42+500	42+750	250	770722.426	1977344.704	770649.110	1977105.698	6.00	0.150	Urbano construido	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Áreas sin vegetación, Urbano construido
42+750	42+800	50	770649.110	1977105.698	770634.694	1977057.764	6.50	0.028	Urbano construido	Árboles y arbustos aislados y dispersos, Áreas sin vegetación, Urbano construido
Total								5.185		

2.2.1.2 Sitos donde se proyecten rectificaciones y/o ampliaciones del camino existente, indicando las superficies de afectación y uso de suelo y vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y/o INEGI.

La modernización del camino no pretende ninguna rectificación, como se ha referido en la tabla anterior en algunos tramos debido a los anchos que se presentan actualmente será necesario considerar superficies adicionales, por lo que no será necesario llevar a cabo rectificaciones.

2.2.1.3 El desglose final de las superficies actuales y con proyecto, en total congruencia a los apartados previos.

A continuación, se presenta un resumen de las superficies manejadas por el proyecto, a excepción de la superficie del Derecho de vía, todas las superficies se indican en referencia a la superficie de Línea de cero.

Tabla 4. Superficies actuales y con proyecto

SUPERFICIES	Tramo del km 15+000 al Km 22+800	
	m ²	Ha
Superficie del Derecho de Vía	312, 000	31.200
Superficie de rodamiento actual (superficie que actualmente ocupa el camino).	41, 750	4.175
Superficie que requiere el proyecto (adicional)	51, 850	5.185
Superficie total (superficie actual + proyecto)	93, 600	9.360
Superficie que requiere cambio de uso de suelo (CUSTF)	4, 230	0.423

2.2.1.4 En relación a la superficie sujeta a cambio de uso de suelo por la afectación de terrenos forestales (CUSTF), “El Contratista” presentará el desglose por tipo de vegetación. Para tal efecto, deberá justificar sus resultados en apego a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento.

Para poder determinar las afectaciones a la vegetación, fue necesario realizar un análisis de los elementos del proyecto y determinar las áreas requeridas para ubicar espacialmente las superficies posiblemente a afectar. En este sentido, el proyecto contempla la modernización de un camino conformado en pavimento y totalmente en uso en una longitud total de 7.8 km. De acuerdo a la naturaleza y magnitud del proyecto se definió que el área por afectar debido a la modernización pretendida es la línea de ceros (LC).



Figura 4. Vista aérea tomada con un Drone que muestra las condiciones generales del camino que pretende ser modernizado.



Figura 5. Vistas terrestres que muestran las condiciones generales del camino actual.

Respecto a la vegetación a afectar por las distintas actividades pretendidas dentro de la LC, fue sumamente importante realizar un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de Fotointerpretación (FI) a partir de un ortomosaico generado por medio de un levantamiento fotográfico aéreo tomado con un Drone, la caracterización de la vegetación en campo a través de los recorridos realizados, fotografías terrestres y muestreos de la vegetación en áreas del proyecto; con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); la (FI) se realizó a un sólo nivel de proyecto que abarca la LC.



Figura 6. Figura. Ortomosaico generado mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando imágenes aéreas tomadas con un Drone.

Cabe resaltar, que se llevó a cabo esta metodología debido a que las imágenes de GoogleEarth no tienen buena definición para la zona de estudio, además las imágenes son del 2015, lo que dificulta una correcta fotointerpretación de las condiciones reales detectadas.

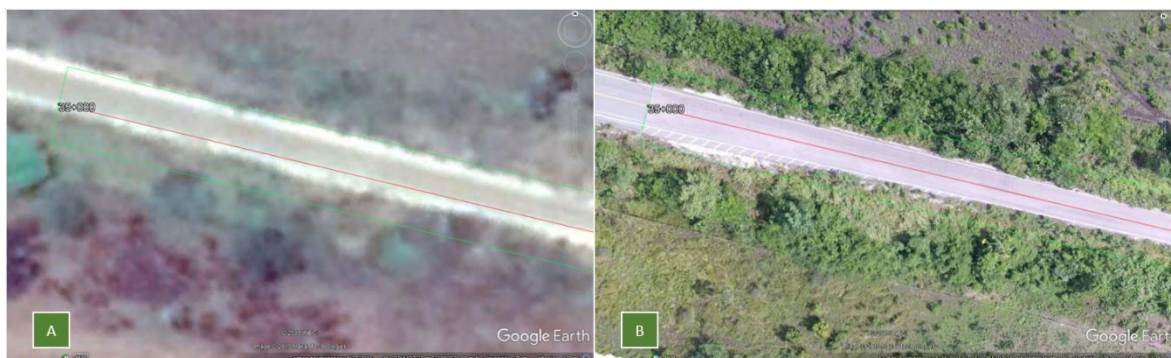


Figura 7. A) Imagen de GoogleEarth (2015), B) Imagen obtenida del trabajo de SIG mediante el empleo de imágenes tomadas con un Drone (2019).

Posteriormente se llevó a cabo una fotointerpretación por medio de la selección de áreas preestablecidas se definieron dos criterios utilizados: “Forestal” (Áreas con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia), diferenciándolas de “No Forestal” (Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido).



Figura 8. Imagen aérea tomada con un Drone donde claramente se distinguen las áreas forestales de las no forestales.

Basándose en el trabajo de gabinete y la tarea de verificación en el terreno, se obtuvieron los siguientes resultados. La tabla muestra las superficies obtenidas en hectáreas y los porcentajes de ocupación de USVEG en base a la fotointerpretación generada dentro de la LC.

Tabla 5. Superficies de USVEG presentes dentro de la LC, Fotointerpretación (FI), 2019.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
VS/SMQ	Forestal		
	Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	0.423	4.5
-	No Forestal		
	Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido	8.937	95.5
	Total	9.360	100

En ambos casos, tanto lo reportado por INEGI como los datos obtenidos de la fotointerpretación muestran que en la zona de estudio se presenta un incremento de los diferentes usos del suelo, mismo que ha modificado la vegetación natural remitiendo al crecimiento de VS/SMQ, donde el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado

y urbano construido, resultan ser coberturas no forestales dominantes dentro de la LC (8.937 ha). El área requerida para el proyecto en la totalidad de la LC contempla una superficie de 9.360 ha de las cuales considerando la cobertura forestal que ahí se desarrolla en áreas sujetas a CUSTF, únicamente se tendrá una afectación puntual de la vegetación forestal de 0.423 ha, aquí vale la pena mencionar que INEGI reporta vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia; sin embargo, muchas veces por la escala de los datos vectoriales manejados se generalizan muchas coberturas que en campo no coinciden; por ello fue sumamente importante los trabajos de campo y la FI, ya que la vegetación que logra su desarrollo en la zona corresponde a la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En este caso la VS/SMQ es la cobertura que resultará afectada por las distintas obras y/o actividades pretendidas.

Lo anterior tuvo un importante soporte de campo, verificando la condición de cobertura en la totalidad de la LC. Con la finalidad de reiterar si existirán áreas sujetas a cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF) dentro de la LC del proyecto, fue importante consultar los términos enmarcados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)

Artículo Primero. - Se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

TÍTULO PRIMERO

De las Disposiciones Generales

Capítulo I

Objeto y Aplicación de la Ley

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 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 de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

XXIII. *Ecosistema Forestal:* La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;

XLVI. *Recursos biológicos forestales*: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación;

XLVII. *Recursos forestales*: La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales;

LXIX. *Suelo Forestal*: Cuerpo natural que ocurre sobre la superficie de la corteza terrestre, compuesto de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y que es capaz de soportar vida; que han evolucionado bajo una cubierta forestal y que presentan características que les confirió la vegetación forestal que en él se ha desarrollado;

LXX. *Terreno diverso forestal*: Es el que no reúne las características y atributos biológicos de las definiciones de ecosistema forestal y vegetación forestal previstas en las fracciones XXIII y LXXX del presente artículo, respectivamente;

LXXI. *Terreno forestal*: Es 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;

LXXIV. *Territorio forestal*: Espacio donde existen terrenos forestales y se llevan a cabo diversas actividades económicas, sociales y culturales que interaccionan con la gestión forestal;

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 que surge de manera espontánea en selvas altas, medianas o bajas que han estado bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales; en algunas zonas se les denomina acahuales;

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS)

TÍTULO PRIMERO

DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

Artículo 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de

instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

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

I. *Acahual*, vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que:

a) En selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea, y

b) En selvas bajas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a diez centímetros, o bien, con un área basal menor a dos metros cuadrados por hectárea;

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*, aquella 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.

Después de consultar los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto, vale la pena mencionar, que dentro de la LC en áreas sujetas a CUSTF se presenta vegetación “forestal” asociada a la VS/SMQ, lo anterior; de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 7, y las fracciones VI, XXIII, XLVI, XLVII, LXIX, LXX, LXXI, LXXIV y LXXX citadas en la LGDFS y lo dispuesto en el Artículo 1 y 2, fracción XXXI citada en el RLGDFS.

Así mismo, dentro de la LC también se encuentra superficies que fueron consideradas como “no forestales”, donde prácticamente se encuentran coberturas asociadas al camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, en este último caso de igual

forma se revisaron los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto.

De acuerdo a lo anterior, la superficie total requerida dentro de la LC corresponde a 9.360 ha, de las cuales 0.423 ha son sujetas a CUSTF, polígonos que fueron delimitados con presencia de vegetación “Forestal” asociada a la VS/SMQ y el resto corresponde a 8.937 ha dentro de la LC “No Forestales”, entre las que destacan el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido.

Cabe aclarar que dentro de las áreas sujetas a CUSTF se identificó 1 especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo anterior, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de germoplasma forestal, rescatando frutos y semillas, para evitar su afectación como una medida de prevención y mitigación.

Por otro lado, los datos obtenidos en campo y gabinete muestran que la cobertura vegetal de manera general dentro de la LC presenta un mosaico complejo compuesto por comunidades vegetales secundarias arbustivas y arbóreas y con distintas condiciones de composición, estructura de edades y tamaños que representan diferentes etapas de la sucesión secundaria.

En conclusión, dentro de la LC en superficies sujetas a CUSTF y que presentan VS/SMQ se pretende una afectación de 0.423 ha; por lo tanto, se deberán llevar a cabo medidas de mitigación que salvaguarden la integridad y correcto funcionamiento de la selva a nivel regional y local; para ello en la MIA-R se proponen algunas medidas de prevención como es el rescate de germoplasma forestal, con la finalidad de evitar la pérdida de la biodiversidad de especies ecológicamente importantes.

2.2.1.5 Para demostrar a la autoridad ambiental, la total congruencia respecto a las superficies sujetas o no a CUSTF, “El Contratista”, elaborará los mapas que muestren POR CADENAMIENTOS EL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN A LO LARGO DEL TRAZO Y LOS SUBTRAMOS FORESTALES

Mediante un sistema de información geográfica (SIG), se elaboraron mapas que respaldan lo indicado en este inciso, los mapas se realizaron del inicio al final del proyecto, con la finalidad de representar sobre toda la longitud del proyecto la ubicación espacial de las superficies detectadas únicamente como forestales y que serán sujetas a CUSTF dentro de la LC del proyecto. Debido a que la imagen de Google Earth no tiene buena resolución en la zona, como ya se mencionó anteriormente, fue necesario utilizar una imagen de fondo que fue obtenida mediante un trabajo de SIG donde se utilizaron imágenes aéreas tomadas con un Drone, misma que conforma un ortomosaico de inicio a fin del proyecto. Los mapas se muestran a continuación y pueden ser consultados a detalle en el anexo 2 – 2.1, así como también en el anexo 4 – 4.3 se presentan las coordenadas UTM de los polígonos forestales delimitados.



Figura 9. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 1. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 10. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 2. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 11. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 3. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 12. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 4. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 13. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 5. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 14. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 6. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 15. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 7. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 16. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 8. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 17. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 9. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 18. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 10. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 19. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 11. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 20. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 12. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 21. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 13. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 22. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 14. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 23. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 15. Consultar anexo 2 – 2.1.



Figura 24. Ubicación espacial de polígonos forestales dentro de la LC del proyecto. Mapa 16. Consultar anexo 2 – 2.1.

2.2.1.1 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Dada la aplicación que tiene la MIA-R, como se ha referido anteriormente, fue importante obtener como primera base información cartográfica mediante la consulta de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie VI, 2016), para conocer la distribución, ubicación espacial y superficie que ocupa el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR)¹, Área de Influencia (AI)² y LC del proyecto, con el fin de tener una referencia como parte de la integración de una gama de información que permite obtener una unidad de referencia y análisis; como segunda base fue necesaria la verificación directa en campo mediante los recorridos y observaciones realizados. La carta temática confeccionada finalmente a nivel de SAR se muestra en la siguiente imagen.

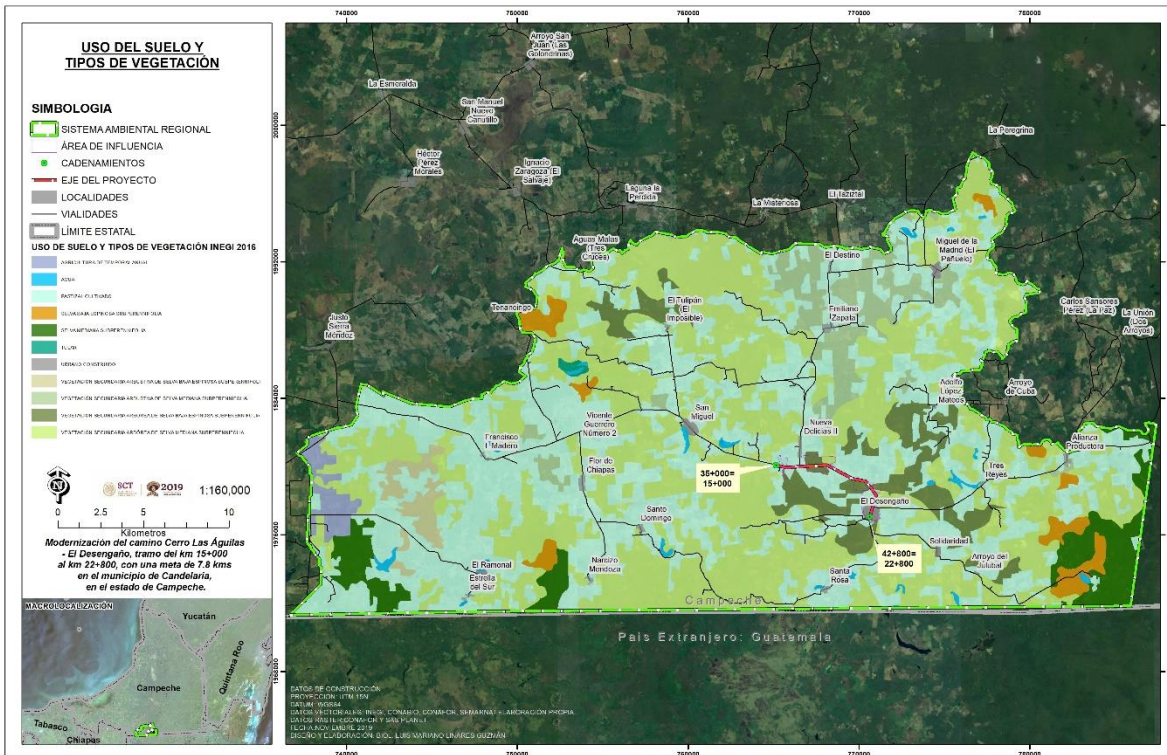


Figura 25. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del SAR, escala 1: 60,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1.

Posteriormente se realizó un recorte del Área de influencia para conocer el USVEG asociado a la proximidad del proyecto.

¹ Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

² Búfer entendido como una zona de proximidad al proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables.

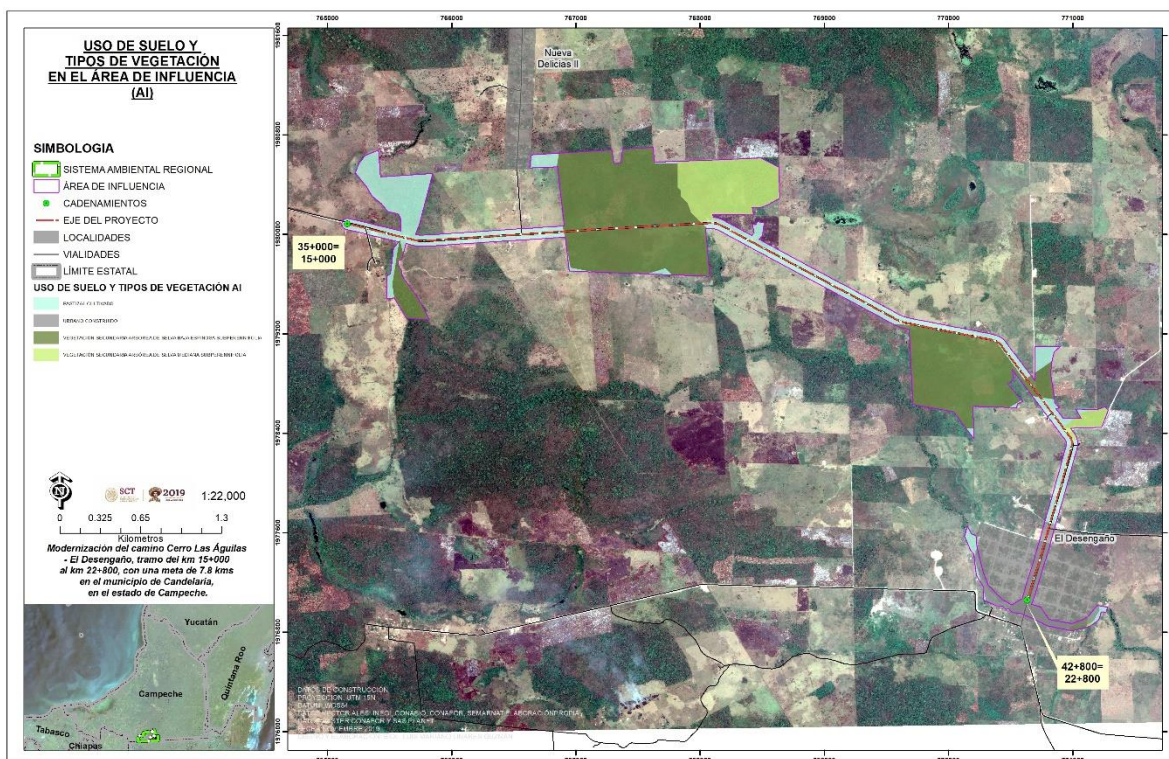


Figura 26. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, escala 1: 22,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo 1.

Los mapas mostrados (INEGI, Serie VI, 2016), ilustran la distribución de los principales USVEG a nivel de SAR y AI, como unidades de referencia. La aparente complejidad de esta representación cartográfica de ninguna manera puede interpretarse como medida de su precisión, pues la ubicación de los límites entre las comunidades vegetales se desconoce aún en muchas partes del país que no se han estudiado en forma fragmentaria. En estos casos es factible que algunas zonas específicas asignadas a un USVEG de hecho correspondan a otro. Las superficies obtenidas de USVEG reportadas por INEGI dentro del sistema ambiental regional (SAR) y área de influencia (AI), se muestran en la siguiente tabla mediante un comparativo entre las diferentes unidades de análisis. Sin embargo, fue importante realizar procedimientos de FI a nivel de LC con la finalidad de ajustar con mayor detalle los USVEG observados en campo.

Tabla 6. Comparativa del USVEG a nivel de SAR, AI y LC (INEGI, Serie VI, 2016) y LC (Fotointerpretación, FI).

Clave	USVEG	INEGI, Serie VI, 2016			FI
		SAR (ha)	AI (ha)	LC (ha)	LC (ha)
SBQ	Selva baja espinosa subperennifolia	1655.974	0	0	0
SMQ	Selva mediana subperennifolia	3427.028	0	0	0
VT	Tular	100.906	0	0	0
VSA/SBQ	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	3,795.904	162.349	2.044	0
Vsa/SBQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	1,077.213	0	0	0

Clave	USVEG	INEGI, Serie VI, 2016			FI
		SAR (ha)	AI (ha)	LC (ha)	LC (ha)
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	33,820.609	37.225	0.025	0.423
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	3,686.813	0	0	
	Agricultura de temporal anual	934.892	0	0	0
PC	Pastizal cultivado	35,267.276	79.001	6.511	0
H2O	Agua	505.832	0	0	0
AH	Urbano construido	226.585	13.069	0.780	0
-	Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido	-	-	-	8.937
	Total	84,499.032	292.224	9.360	9.360

La tabla anterior muestra los diferentes USVEG presentes a distintas escalas (SAR, AI, LC); sin embargo, comparando los tres casos con la FI generada únicamente se comparte 1 tipo de vegetación (VS/SMQ) y algunas coberturas que fueron agrupadas de manera general para facilitar el manejo de los datos obtenidos; la superficie total para la LC es de (9.360 ha), de las cuales sólo (0.423 ha) forman parte de coberturas forestales y (8.937 ha) son no forestales, ya que extensas áreas en la zona de estudio han sufrido procesos de cambio de uso de suelo principalmente para dar paso a pastizales cultivados, mismos que ocupan de las mayores superficies en el SAR y AI.

A pesar de que dentro del SAR y AI se observan paisajes con buen estado de conservación, aunque bastante fragmentados en sus coberturas, los cambios de origen antropogénico son notables en algunas áreas dentro de la LC, mismos que han reflejado a través de los años la disminución de superficies que presentaban vegetación para dar paso a otro uso de suelo, donde la cobertura forestal ha sufrido reducciones sustanciales en sus áreas naturales. El cambio de uso del suelo o en general el cambio de tipos de cobertura del terreno es, en mayor medida, consecuencia de la interacción de las actividades humanas con el medio natural; dichos cambios indican el impacto de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades humanas sobre el territorio y una mayor demanda por los recursos, lo que está generando cambios importantes en los ecosistemas locales.

Las siguientes imágenes muestran y evidencian las condiciones ambientales actuales que se presentan dentro del SAR, AI y LC, para lograr obtener una valoración de la actual calidad ambiental y un panorama más claro de los posibles impactos ambientales que probablemente pueda generar la modernización del proyecto. En cada pie de figura se describen las condiciones observadas a nivel aéreo y terrestre, información obtenida durante los trabajos de campo.



Figura 27. Las selvas muestran paisajes bastante fragmentados dentro del SAR, AI y LC del proyecto, sin embargo, aún se observan parches entre pastizales cultivados donde se han desplazado extensas superficies forestales.



Figura 28. Fotografías que muestran parte de las selvas que se desarrollan en el SAR y AI, en muchos casos se observan islas de vegetación que han quedado en pie para sombrear al ganado. Las áreas mayores conservadas únicamente se muestran a nivel de SAR y parte de AI, aunque todas ellas muestran importante incidencia humana.



Figura 29. Algunas áreas dentro de la LC muestran escasas conexiones entre la selva donde se observa una continuidad; sin embargo, forman parte de parches muy fragmentados. Cabe aclarar, que algunas copas de los árboles se encuentran por encima del camino.



Figura 30. Las copas de algunos árboles somborean el asfalto, pero sus troncos se encuentran fuera de la LC, por lo que muchos árboles no resultaran afectados con la modernización del camino.



Figura 31. Muchas áreas dentro de la LC muestran coberturas dominantes entre las que destacan: El camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación y pastizal cultivado.



Figura 32. Algunos árboles y arbustos dentro de la LC se observan aislados y dispersos, han sido dejados para sombrear al ganado o para cercos vivos que delimitan parcelas ganaderas; así como una gran cantidad de malezas ruderales pioneras al disturbio que se encuentran formando parte de la vegetación de borde del actual camino.



Figura 33. El cambio de uso del suelo dentro del SAR, AI y LC es muy notable, donde muchos propietarios de los terrenos desplazan a la vegetación sin medir las consecuencias que esto conlleva, además de no contar con los permisos necesarios.



Figura 34. La modernización del camino no afectara significativamente superficies forestales, ya que actualmente se observan áreas con notables cambios de origen antropogénico, debido a las distintas actividades que se han llevado a cabo durante al menos los últimos 5 años. Es importante implementar visitas por parte de las autoridades correspondientes para frenar estas actividades,

donde se están perdiendo extensas superficies de selva con el fin de ampliar las áreas de pastizal para la engorda de la ganadería extensiva.



Figura 35. El principal motor de cambio que ha influido en la explotación de los recursos naturales a lo largo y ancho del SAR, AI y LC, son los pobladores de diversos asentamientos humanos; cada día hay un incremento demográfico, lo que requiere mayores necesidades, mejores vías de comunicación y demanda de servicios básicos. Sin embargo, es importante llevar a cabo platicas ambientales mediante las autoridades correspondientes que promuevan en estas comunidades marginalmente rezagadas, la protección y conservación de los ecosistemas, pero, sobre todo, implementar estrategias ambientales-económicas-sociales, donde se logren llevar a cabo proyectos de desarrollo de manera sustentable.



Figura 36. La comunidad de El Desengaño será directamente beneficiada con la modernización del camino; sin embargo, otras comunidades utilizan la carretera para trasladarse de un lugar a otro, entre las que se encuentran: Nueva Delicias II, Solidaridad y Santa Rosa.



Figura 37. La principal actividad primaria en la región (SAR, AI), es la ganadería extensiva, donde extensas superficies a la vista tienen un uso de suelo con pastizal cultivado, donde es común cultivar diferentes tipos de pastos que dependen de la época del año y la zona.



Figura 38. Durante los recorridos realizados es común observar ganado pastando incontroladamente, en otros casos se observa descansando bajo la sombra de algunos árboles que han quedado en pie al interior del pastizal para crear sombra. Es recomendable parar con el desplazamiento de importantes parches con selva dentro del SAR y AI, mediante prácticas agrosilvopastoriles que promuevan la preservación de los recursos naturales.

Vale la pena mencionar, que el único tipo de vegetación observado dentro de la LC y que resultará afectado por las distintas actividades pretendidas para la modernización del camino, corresponden a la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VS/SMQ), además de observar dentro de la LC coberturas que fueron asignadas en la FI, entre las que se encuentran: el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido,

debido a las distintas actividades antropogénicas que se han llevado a cabo a través de los últimos años.

Los datos obtenidos brindan una idea del estado actual que presentan las distintas coberturas de USVEG en el SAR, AI y LC, donde es fácil detectar áreas con distintas tasas de destrucción como resultado de las actividades humanas principalmente. La comparación entre las unidades de análisis revela que algunas coberturas forestales han sido afectadas por diversas causas antropogénicas durante los últimos años; en este sentido, de manera general la cobertura natural conforma un mosaico y una matriz del paisaje bastante fragmentada a todo lo largo y ancho del SAR, a consecuencia de estos cambios de uso de suelo, la vegetación ha sido fragmentada y transformada, donde es común observar en algunos parches remanentes con vegetación secundaria dispersa en forma de pequeños manchones aislados y discontinuos entre sí y en otros casos con algunas conexiones continuas que muestran el establecimiento de la selva, donde se presentan desde áreas con bueno y mediano estado de conservación, como otras que no lo están.

Finalmente vale la pena mencionar, que el proyecto es viable desde el punto de vista de las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación a afectar, ya que no se pretende la afectación de superficies forestales de manera significativa; actualmente en gran parte de la superficie adicional requerida para la modernización puede alojarse el camino, donde es común la vegetación de borde con dominancia de malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación y árboles y arbustos aislados y dispersos; sin embargo, será importante llevar a cabo medidas de compensación en sitios bien seleccionados para lograr mitigar la afectación de las áreas sujetas a CUSTF que resultarían afectadas por las distintas obras y/o actividades pretendidas para el proyecto.

Cuerpos de agua en la zona del proyecto y/o colindancias próximas

Es importante destacar que sobre la longitud total del proyecto se encuentra un cuerpo de agua perenne (Arroyo Las Golondrinas), mismo que tiene un punto de inflexión con el proyecto y también se observa metros después del final del mismo. En ambos casos se encuentra obras de drenaje que permite el flujo hídrico en la zona; cabe aclarar, que en ningún caso se pretende la construcción de obra civil en zona federal, por lo que estas obras permanecerán tal y como están funcionando actualmente. De manera general no se pretende la afectación de este arroyo; sin embargo, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación mencionadas en el capítulo 6 de la MIA-R.

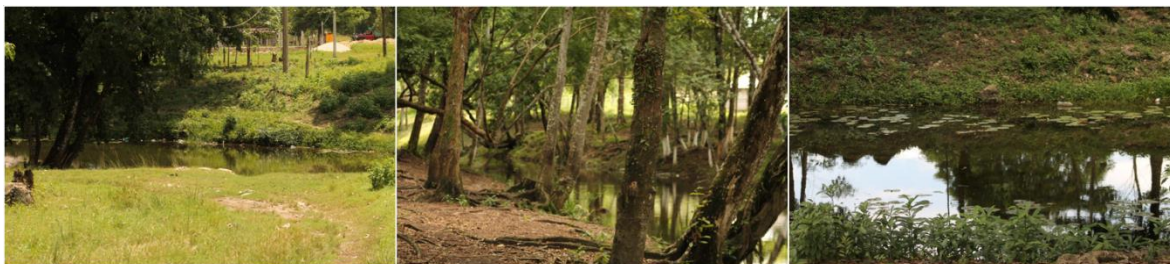


Figura 39. Imágenes que muestran el arroyo las Golondrinas. Vale la pena mencionar que en algunas áreas se observó al ganado dentro del arroyo hidratándose, en otros casos personas locales se bañan en el arroyo.



Figura 40. Arroyo las Golondrinas metros después del final del proyecto.

Así mismo, en toda la longitud del proyecto se tienen contempladas obras de drenaje menor (OD) en puntos específicos para permitir el flujo hídrico y evitar la afectación del camino.



Figura 41. Obra de drenaje que será modernizada para permitir el flujo hídrico intermitente y evitar la afectación del camino, mismo que actualmente presenta grietas en algunas áreas.



Figura 42. Se observan algunos abrevaderos para el ganado ubicados dentro de los pastizales cultivados.

2.2.2 Obras de drenaje

Las obras de drenaje se modificarán en cuanto a su longitud debido a la ampliación de camino en estudio; además, se propone aumentar el área hidráulica de las obras de drenaje menor y cambiarlas por tubos de concreto de 1.05 m de diámetro para mejorar las características físicas de los elementos, manteniendo la cantidad de tubos por obra.

Además, se deberá limpiar las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje, evitando se mantengan vegetadas y propiciando el mejor desempeño hidráulico de las mismas. Aunado a lo anterior, se deberán construir las obras de drenaje complementarias necesarias.

Tabla 7. Obras de drenaje menor

Cadenamiento	Obra existente	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
15+383.00 (35+383.00)	1 T.L.DE 0.90 m de ø	SUSTITUCION	Normal	Regular	1 T.C.DE 1.05 m de ø
17+938.00 (37+938.00)	1 T.L.DE 0.90 m de ø	SUSTITUCION	15°00' Izq.	Regular	1 T.C.DE 1.05 m de ø
19+697.00 (39+697.00)	1 T.L.DE 0.90 m de ø	SUSTITUCION	Normal	Regular	1 T.C.DE 1.05 m de ø

Cadenamiento	Obra existente	Observación	Esviaje	Estado físico	Obra propuesta
20+062.30 (40+062.30)	1 T.L.DE 0.90 m de ø	SUSTITUCION	Normal	Regular	1 T.C.DE 1.05 m de ø
20+605.00 (40+605.00)	2 T.A.DE 0.90 m de ø	SUSTITUCION	Normal	Regular	2 T.C.DE 1.05 m de ø
21+583.40 (41+583.40)	1 T.L.DE 0.90 m de ø	SUSTITUCION	Normal	Malo	1 T.C.DE 1.05 m de ø

2.2.3 Distancia y/o relación del proyecto con zonas de importancia ecológica, arqueológica o cultural.

A) Zona federal marítima terrestre.

El proyecto no incide en zona federal marítimo terrestre, misma que se encuentra a 93km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional (SAR) definido para el proyecto, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

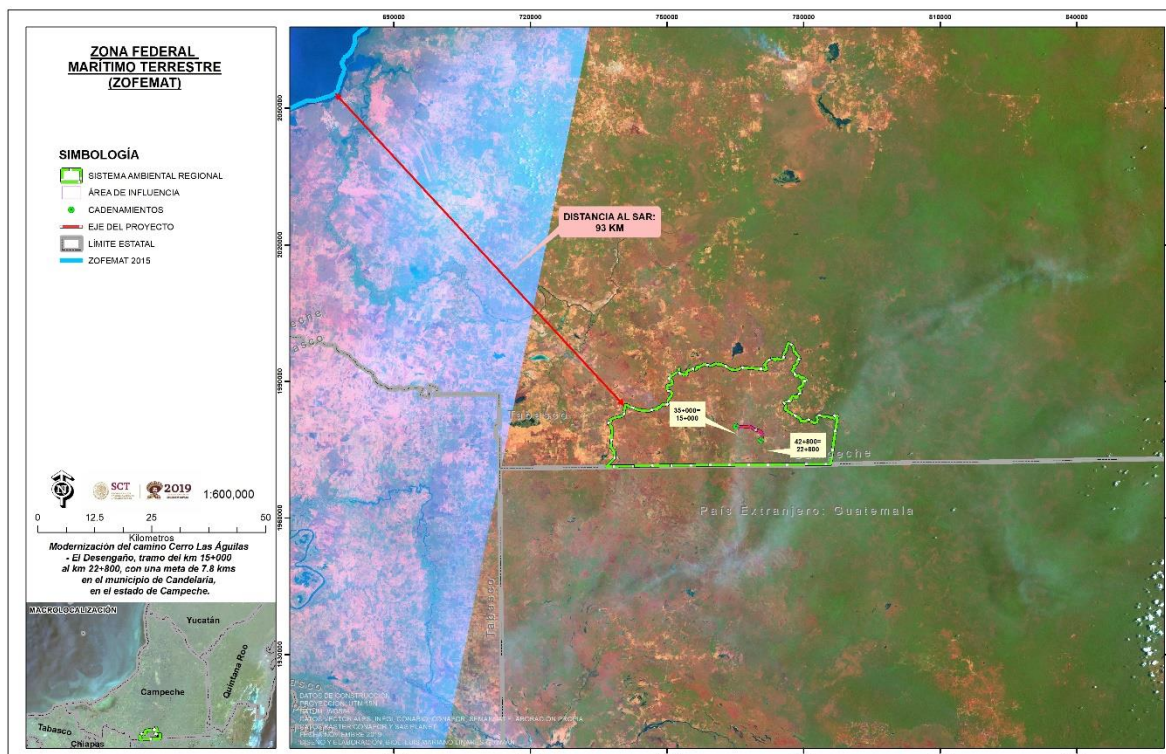


Figura 43. Ubicación del proyecto respecto a la ZOFEMAT. Consultar anexo 1.

B) Áreas naturales protegidas en sus diferentes categorías y así como áreas de conservación voluntaria.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia federal, tanto el proyecto como su área de influencia y sistema ambiental regional no inciden en algún área de este tipo. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental regional del proyecto es la Reserva

de la Biósfera “Calakmul”, la cual se encuentra a 17.9 km en línea recta, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

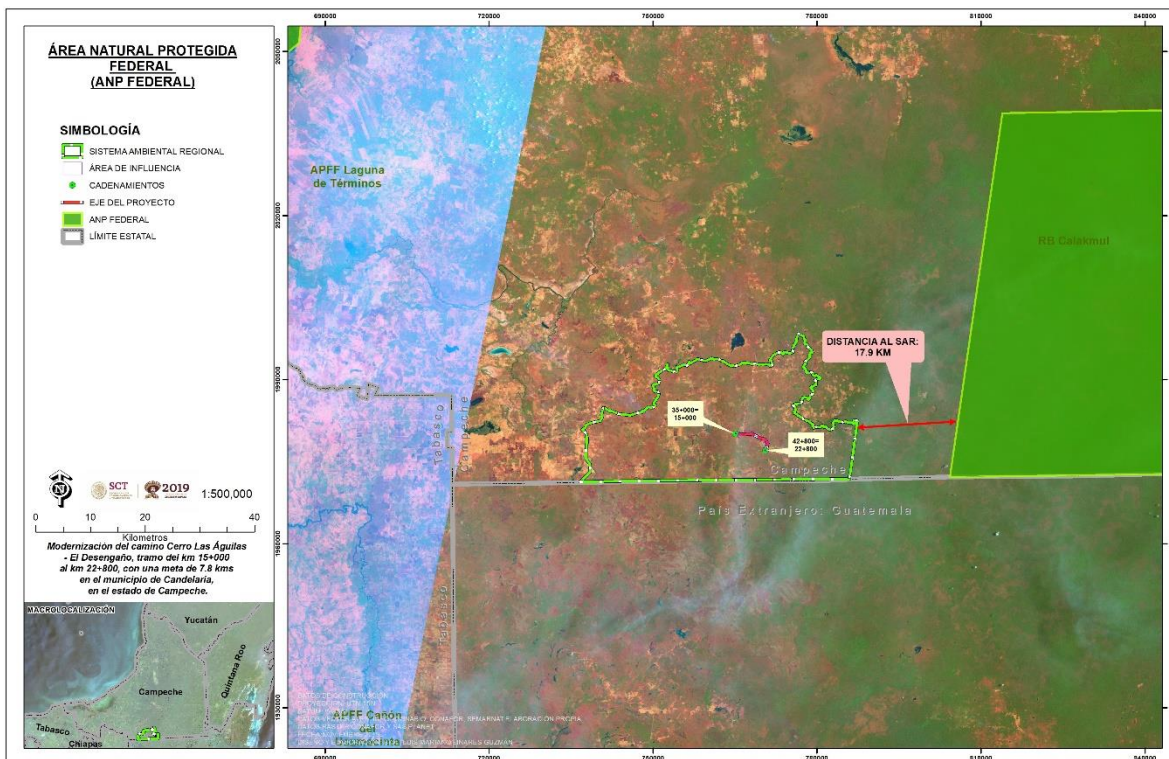


Figura 44. Ubicación del proyecto respecto a la ANP de competencia federal más cercana. Consultar anexo 1.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas, el proyecto no incide en alguna de ellas. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental del proyecto es la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Balam Kú” de competencia estatal, la cual colinda en el extremo Este con el límite del sistema ambiental regional, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

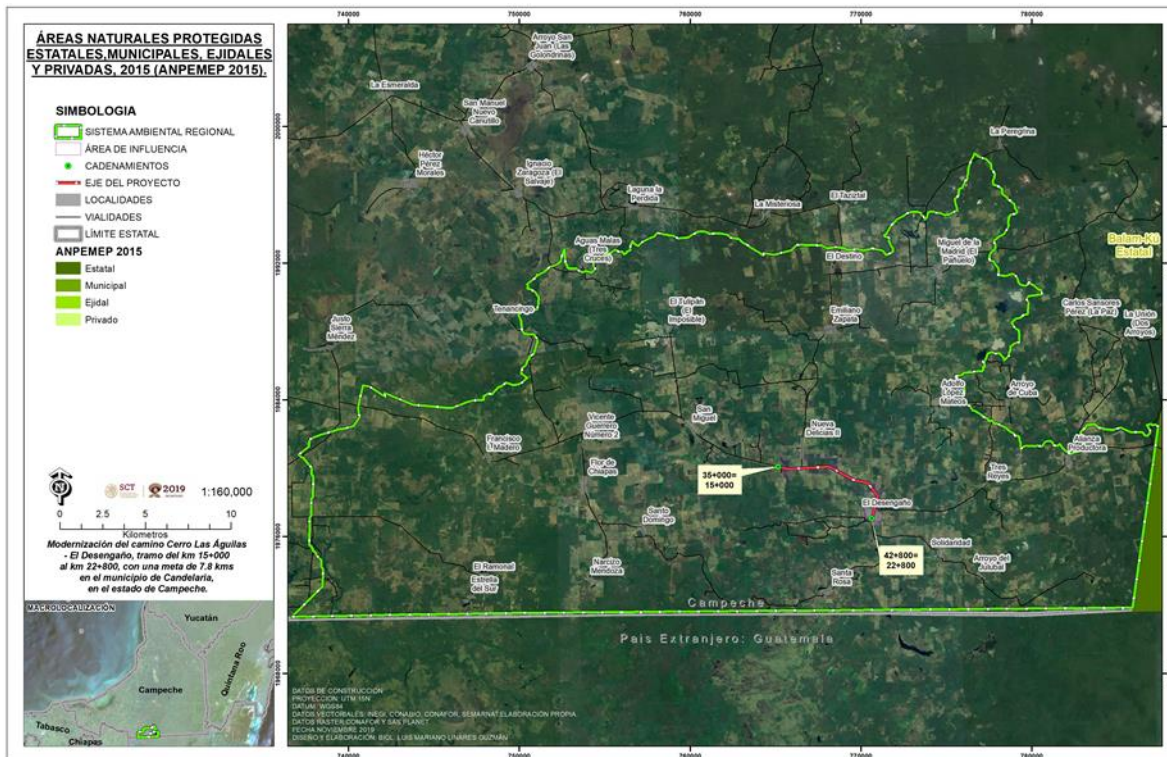


Figura 45. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia estatal más cercana. Consultar anexo 1.

En relación con las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, se encontró que el área de este tipo más cercana al proyecto se encuentra a más de 180km en línea recta hacia el Sur, siendo el ADVC denominada “Reserva Las Guacamayas”, en el municipio de Marqués de Comillas, en el estado de Chiapas.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que la ejecución de este no representa una amenaza para los objetivos de conservación ni para el equilibrio ecológico funcional de los ecosistemas de las áreas naturales protegidas que se encuentran en la región. Por otro lado, es importante mencionar que, para prevenir, reducir al mínimo y compensar los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones que se describen en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.

C) Ordenamientos ecológicos regionales y locales.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

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.

El proyecto se encuentra dentro de la Región Ecológica 5.32 y dentro de esta en la Unidad Ambiental Biofísica 137 denominada “Karst y Lomeríos de Campeche, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

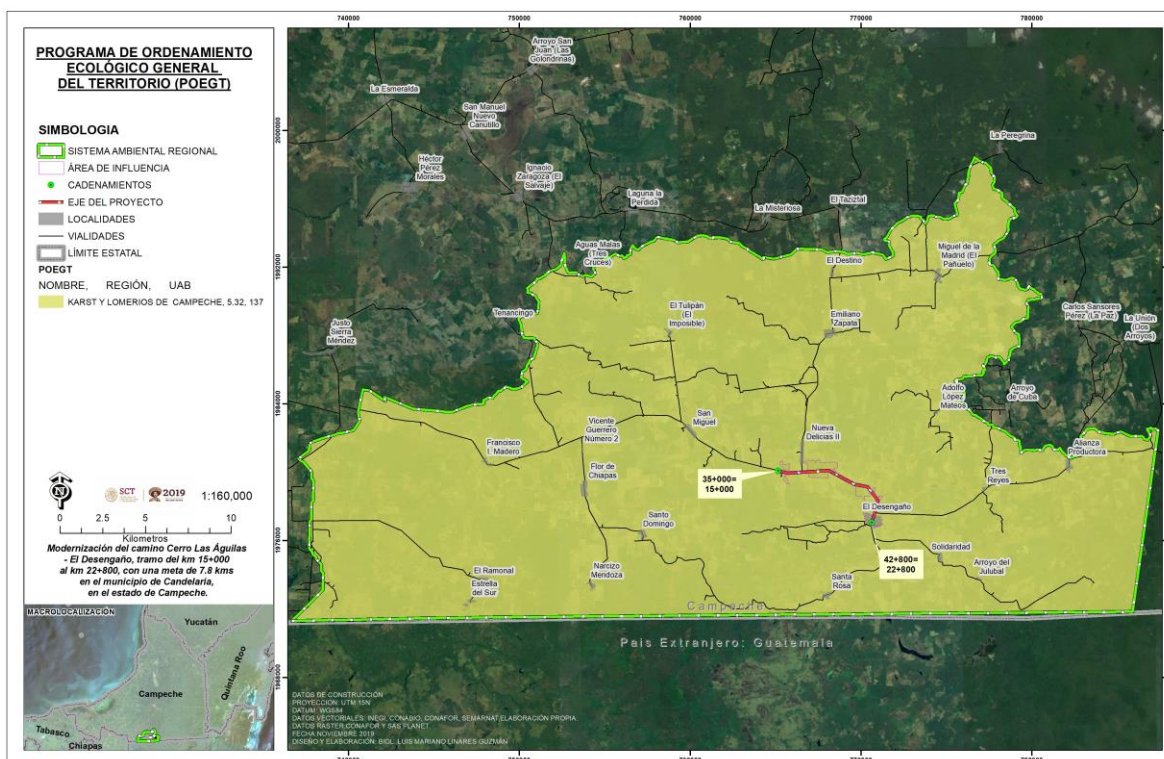


Figura 46. Ubicación del proyecto respecto al POEGT. Consultar anexo 1.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como del estado actual del ecosistema en que se inserta, se considera que, siempre que se lleven a cabo la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto (dichas medidas pueden ser consultadas a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental), la ejecución del proyecto no contraviene alguna estrategia sectorial aplicable en la UAB 137 del POEGT.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM y RGM y MC), es el instrumento de política ambiental que tiene por objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de proteger al ambiente, así como preservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales,

partiendo del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. Este programa identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. Aunado a lo anterior, el POEM y RGM y MC menciona que “como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales”.

El proyecto se inserta en la Unidad de Gestión Ambiental 86 (Regional), tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

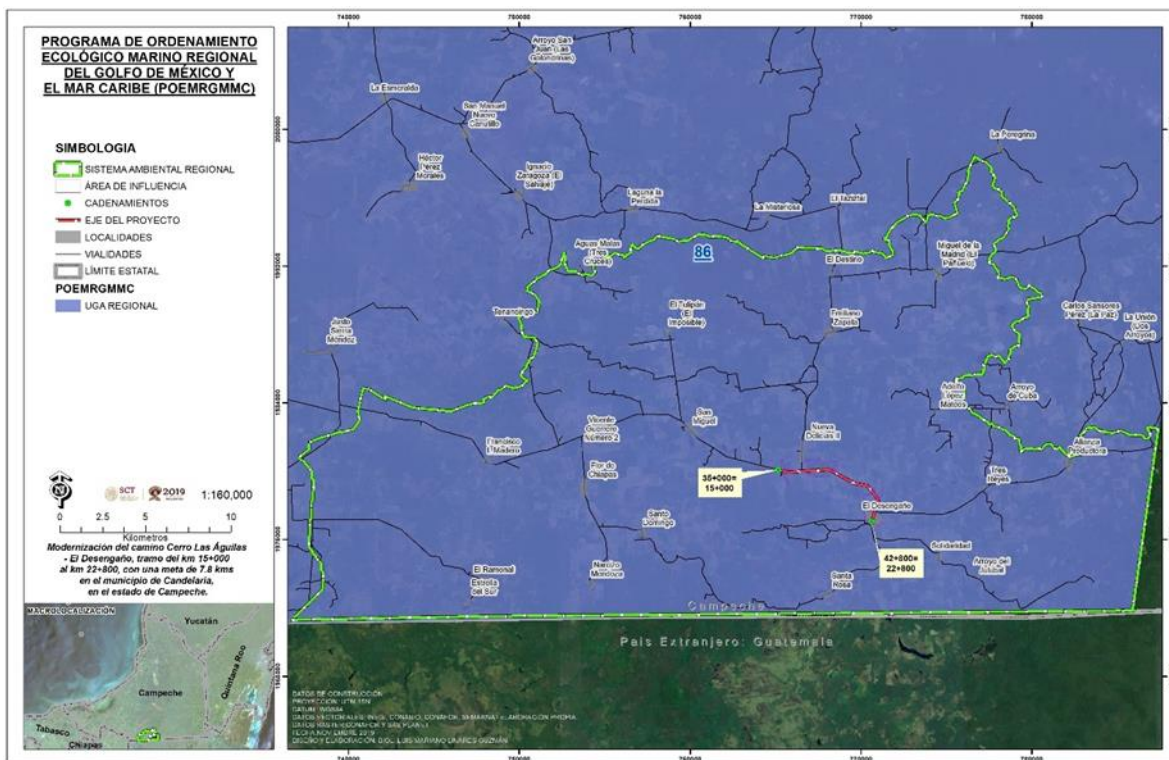


Figura 47. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC. Consultar anexo 1.

Vinculación con el proyecto: Una vez realizada la vinculación del proyecto con las estrategias y criterios de regulación ecológica que resultan aplicables en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC, se encontró que el mismo no contraviene lo establecido por este instrumento de regulación ambiental, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma todas las acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación que se describen en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Por otro lado, el proyecto presenta vinculación positiva con la acción específica A051 la cual busca *promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.*

D) Sitios arqueológicos o monumentos históricos.

En relación con los sitios arqueológicos, el proyecto, su área de influencia y el sistema ambiental regional definido, no inciden en algún sitio de este tipo. El sitio arqueológico más cercano es el denominado “El Tigre” el cual se encuentra a 22km del límite más cercano del sistema ambiental regional (SAR) definido para el proyecto, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

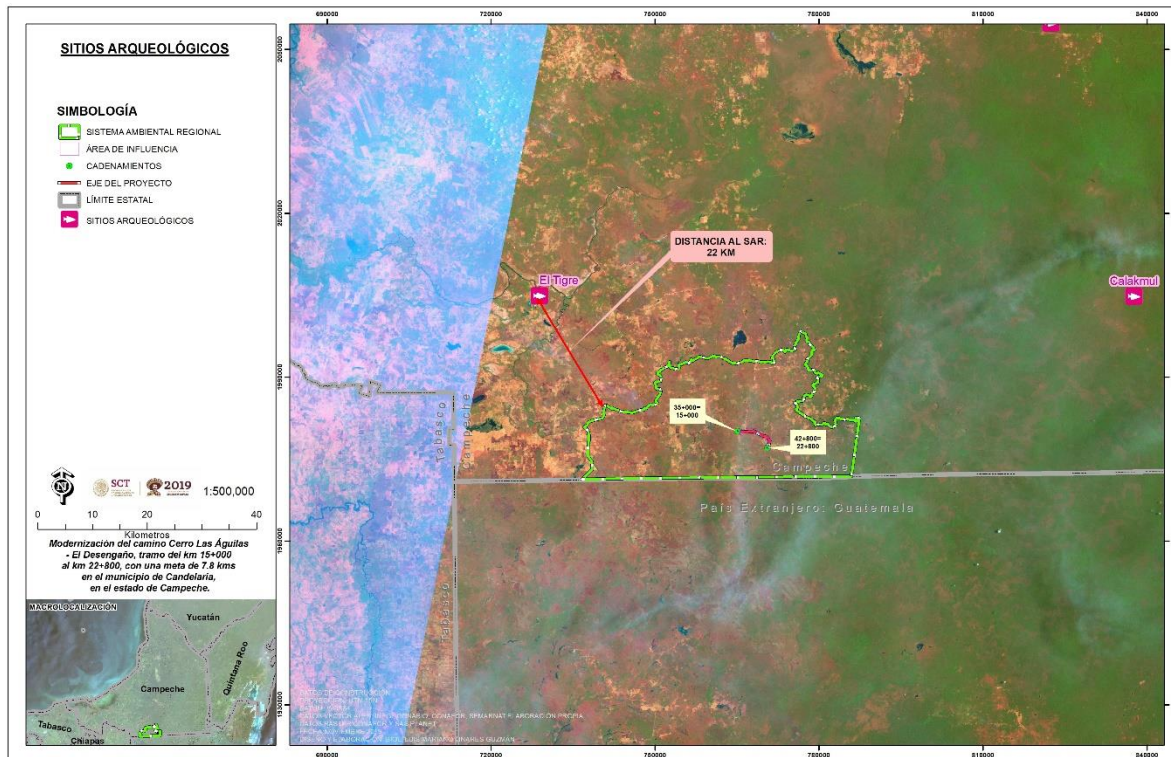


Figura 48. Ubicación del proyecto respecto al sitio arqueológico más cercano. Consultar anexo 1.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que la ejecución de este no representa una amenaza para el sitio arqueológico más cercano denominado “El Tigre”.

E) Sitios con vegetación de manglar y ecosistemas excepcionales tales como ciénagas, cenotes, cavernas, esteros, dunas costeras entre otros.

En relación con este inciso, el ecosistema excepcional más cercano es de manglar, y se ubica aproximadamente a 72 km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

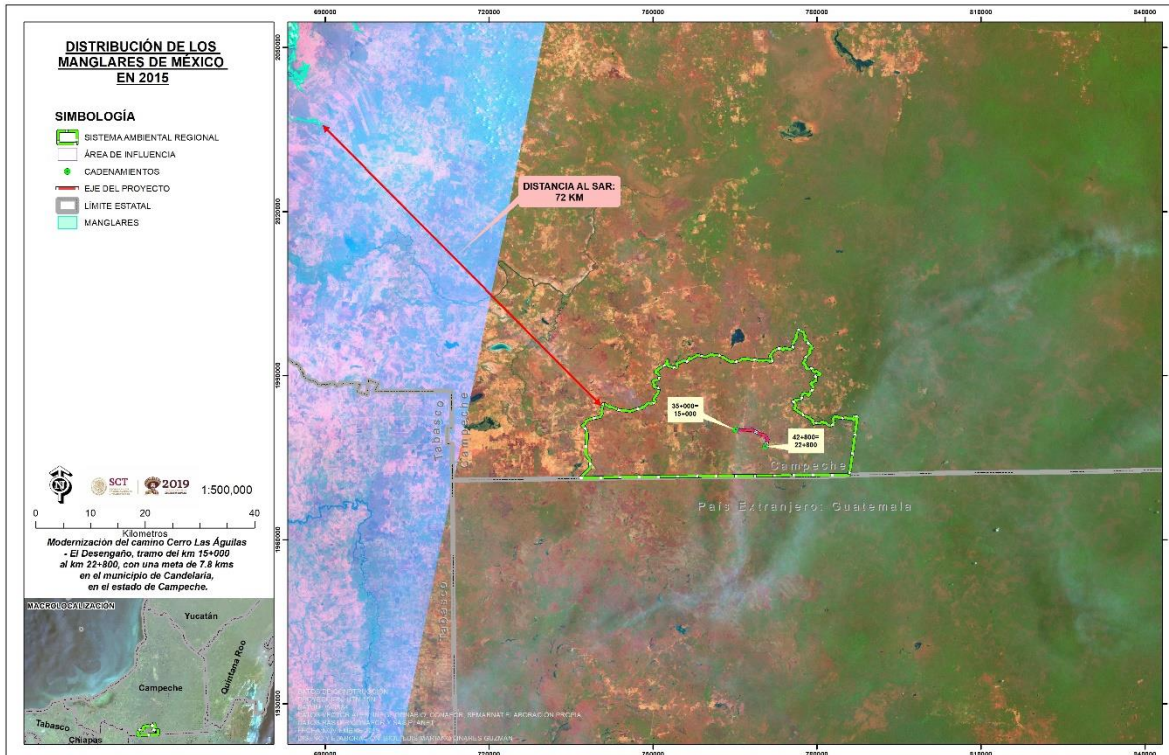


Figura 49. Ubicación del proyecto respecto al ecosistema excepcional (manglar) más cercano. Consultar anexo 1.

Vinculación con el proyecto: En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, el mismo no representa una amenaza para el ecosistema de manglar más cercano, ni para la diversidad biológica que este alberga.

F) Unidades de manejo ambiental (UMA'S)

En relación con las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), el proyecto, su área de influencia y sistema ambiental regional, no inciden en alguna de estas, siendo la más cercana la denominada “Ampliación Forestal Luna” misma que se ubica a 14km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional definido para el proyecto, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura.

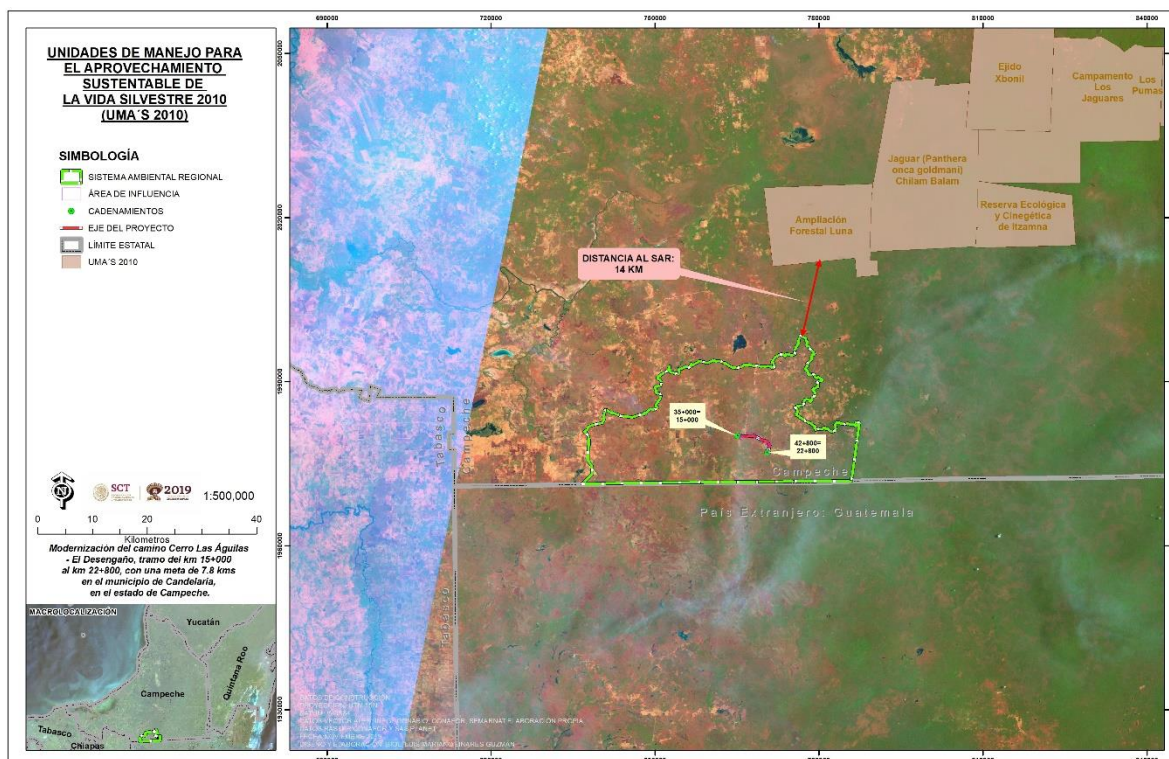


Figura 50. Ubicación del proyecto respecto a la UMA más cercana. Consultar anexo 1.

Vinculación con el proyecto: En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no representa una amenaza para los objetivos de conservación de dicha UMA denominada “Ampliación Forestal Luna”.

G) En su caso, señalar si es necesario informar o tramitar algún permiso ante el instituto nacional de antropología e historia, la CONAGUA por la ocupación de zona federal u otras dependencias ambientales.

En relación con este inciso, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no requiere de la tramitación de algún permiso ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), y tampoco ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

H) Con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad nacional e internacional en materia de derechos humanos, se indicará si el proyecto incide sobre el territorio en que habitan comunidades indígenas.

En relación con la presencia de comunidades indígenas en la zona del proyecto, es importante mencionar que, si bien la ficha técnica de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 137 “Karst y Lomeríos de Campeche” del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio menciona la presencia de población indígena Maya en dicha UAB, durante la visita de campo no se encontró la presencia de algún grupo indígena.

2.2.4 Programa del trabajo

Se contempla para la ampliación del camino un periodo de 6 años (seis) para realizar las actividades de preparación del sitio y construcción (modernización). Posteriormente dará comienzo la etapa de operación y mantenimiento del camino para lo que se calcula una vida útil de 40 años o más, dependiendo de su desgaste y mantenimiento.

La tabla siguiente muestra de forma general la programación de las actividades a realizar, así como el inicio de la etapa de operación y mantenimiento en el año # 7.

Tabla 8. Programa general de trabajo.

ACTIVIDAD	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PREPARACIÓN DEL SITIO														
Instalación de obras provisionales	■													
Desmante	■													
Despalme	■													
CONSTRUCCIÓN														
Excavación para OD menor		■	■											
Instalación de OD menor			■	■										
Excavaciones en cortes				■	■									
Acarreos						■	■							
Alineaciones							■	■						
Terracerías								■	■					
Pavimentación										■	■			
Limpieza general											■	■		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO														
Operación														■
Conservación rutinaria														■
Conservación periódica														■

2.2.5 Representación gráfica regional

El estado de Campeche está ubicado en la península de Yucatán, región sureste del país, limitando al norte y al noreste con Yucatán, al este con Quintana Roo, al sureste con Belice, al sur con Guatemala, al oeste con el Golfo de México y al suroeste con Tabasco. Campeche es un estado repleto de zonas naturales y arqueológicas.



Figura 51. Estado de Campeche

El 40% de su territorio son áreas naturales protegidas; además tiene al único patrimonio mixto de la humanidad en el país. San Francisco de Campeche es el nombre de la capital del estado, mejor conocida como “la ciudad histórica fortificada, fue declarada por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad en 1999.

El estado de Campeche cuenta con 11 municipios: Calkiní, Campeche, Carmen, Champotón, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada, Tenabo, Escárcega, Calakmul y Candelaria.

2.2.6 Representación gráfica local

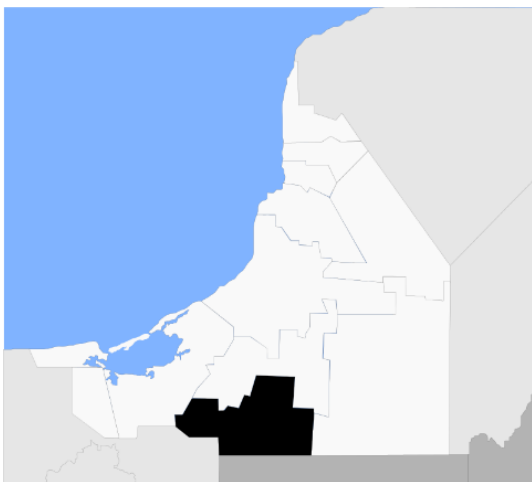


Figura 52. Municipio de Candelaria

En el decreto número 57 de la LVI Legislatura del H. Congreso Constitucional del Estado, publicado en el periódico oficial del 19 de junio de 1998, se crea el municipio libre de Candelaria, sustituyendo a la sección municipal del mismo nombre que pertenecía al municipio de Carmen. El decreto entra en vigor el 1º de julio de 1998 y éste es el XI municipio libre del estado de Campeche.

De acuerdo a su localización geográfica Candelaria se ubica en las siguientes coordenadas: 17°49'00" y 18°30'39" de latitud norte y los meridianos 91°14'00" y 91°19'42' de longitud oeste. El municipio cuenta con una extensión territorial de 5643 kilómetros cuadrados, representa el 9.8% de la superficie del estado.

Sus colindancias son las siguientes, al norte con los municipios del Carmen y Escárcega; al este con los municipios de Escárcega, Calakmul y la República de Guatemala; al sur con la

República de Guatemala y el estado de Tabasco y al oeste con el estado de Tabasco y el municipio del Carmen.

2.2.7 Etapas del proyecto

2.2.7.1 Preparación del sitio y construcción

Desmante: esta actividad comprende el retiro de vegetación en las superficies de ampliación del camino. Se recomienda utilizar para esta actividad equipo menor como moto-sierras y posteriormente realizar el trozado de las ramas y troncos separando los troncos para entregarlos a los propietarios de los predios y las ramas y hojas para su posterior uso en el arroje de taludes. En todo momento se evitará el tiro a balcón.

Despalme: ésta es la remoción de la capa superficial de tierra, generalmente se utiliza maquinaria pesada para levantar los primeros 30 cm de tierra; esta capa es rica en humedad y nutrientes por lo que se recomienda almacenar en sitios adecuados libre de escurrimientos para su posterior uso en arropes o reforestación. En todo momento se evitará el tiro a balcón.

Instalación de obras provisionales: en este momento se instalarán la oficina de campo, para lo que generalmente se utiliza un remolque acondicionado como oficina, el almacén de materiales y herramienta, el almacén de combustible y de residuos peligrosos y los sanitarios móviles.

Drenaje menor (transversal): consiste en la excavación a poca profundidad, 50-100 cm, para cimentar los estribos, pequeños muros laterales que soportarán una losa de concreto o bien la limpia y reglado del fondo para colocar un tubo. Generalmente a los lados de estas pequeñas estructuras se coloca y compacta material pétreo en forma manual.

Excavación en cortes: se realizará el movimiento de material en las zonas de perfil alto de acuerdo a la topografía requerida para la carretera, esta actividad se realiza con tractores.

Acarreos: el material proveniente de los cortes, dependiendo de su volumen y propiedades, será colocado a un costado del trazo o llevado con camiones de volteo a sitios de tiro o a las áreas donde se requiera la conformación de terraplenes.

Terracerías: el material útil proveniente de los cortes se lleva a las partes bajas del terreno donde es extendido y compactado, en algunos casos se requiere de riego para alcanzar el grado de compactación requerido.

Obras de drenaje longitudinal.

Cunetas: la conformación de zanjas para conformar las cunetas se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineaciones y acabados establecidos en el proyecto o los aprobados por la Secretaría. Cuando así lo indique el proyecto, una vez terminada la conformación se revestirá la cuneta mediante un zampeado o concreto hidráulico simple.

Lavaderos: la excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad del mismo, con las paredes correctamente perfilada, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento. Como lo indique el proyecto, una vez terminada la excavación se colocarán láminas corrugadas de acero para proteger el lavadero o se revestirá mediante un zampeado.

Bordillos: cuando los bordillos sean colados en el sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural. Cuando se empleen elementos precolados, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas.

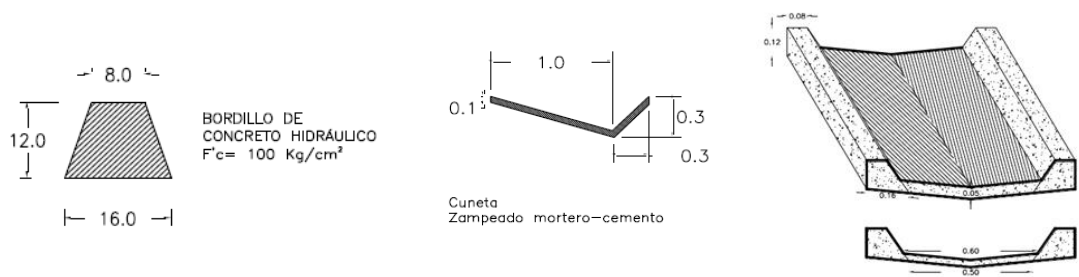


Figura 53. Obras complementarias.

2.2.7.2 Operación y mantenimiento

Una vez en operación, el camino permitirá una circulación vehicular a una velocidad de 80 a 90 km/h. Por el tipo de proyecto no se identifica una cadena de procesos para su operación, sólo se identifican periodos, que se presentan de manera cíclica, en los que el flujo vehicular aumenta (periodos vacacionales) si bien la vialidad está en servicio las 24 horas los 365 días del año.

Como Conservación rutinaria para obras de drenaje se tiene en general la limpieza de cunetas, alcantarillas, lavaderos, etc., de acuerdo al Libro de Conservación parte 2, Título 1 de la Normativa SCT. En cuanto al pavimento (Título 2) se tiene la limpieza de la superficie de rodamiento, sellado de grietas y bacheos. En el caso de los señalamientos (Título 5) se verificará en estado y en su caso se repondrán las marcas en el pavimento, en guarniciones, se limpiarán las señales verticales, las defensas y barreras centrales, etc.

Como Conservación periódica en el caso de obras de drenaje, se llevaría a cabo la reparación de alcantarillas, lavaderos, bordillos, etc., de acuerdo al Libro de Conservación parte 3 Título 1 de la Normativa SCT. En el caso del pavimento (Título 2) se realiza la reparación de las capas de rodadura reponiendo el material que se haya levantado, conocido como bacheo el cual se realiza en áreas pequeñas, en otros casos puede ser un área extensa, con lo que se requeriría de la pavimentación.

Estas actividades de mantenimiento son realizadas de forma permanente por brigadas organizadas por la entidad operadora de las carreteras, en caso de actividades excepcionales o de gran volumen se recurre al contrato de empresas especializadas.

2.2.7.3 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se considera una etapa de desmantelamiento y abandono del proyecto, en cambio, se estima que con las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se podrá mantener la utilidad de la carretera hasta un periodo de 40 años o más.

Sin embargo, en esta etapa se realizan las actividades para desmantelar las obras provisionales y para la limpieza general del sitio. Esto quiere decir que progresivamente conforme se vayan terminando las actividades se desmantelará: la obra falsa de madera, la oficina de campo, el

almacén de materiales y herramientas, el almacén de combustibles y lubricantes, el almacén de residuos peligrosos y los sanitarios móviles.

2.2.8 Residuos

2.2.8.1 Preparación del sitio y construcción

- ♣ Existirá material sólido sobrante del desmonte y despalme, esto es, ramas y hojas del primero, y suelo orgánico del segundo.
- ♣ Desechos sólidos de tipo doméstico generados por los trabajadores como desechos orgánicos, botellas, papel y plástico de embalaje de alimentos, etc.
- ♣ Desechos pétreos, originado por variadas causas en los diferentes frentes de construcción, principalmente acarreo en demasía, derrumbes en cortes, etcétera.
- ♣ Desechos líquidos, principalmente de tipo sanitario, originado por la eliminación de excretas provenientes de los empleados de la construcción, en los sanitarios portátiles instalados.
- ♣ Eventualmente pudiese haber desechos líquidos de tipo doméstico por parte de las actividades de comedor ya que se prevé que los trabajadores preparen sus alimentos en el sitio, el volumen de los mismos no es significativo, de 20 a 30 litros diarios por frente de trabajo; dicha agua puede ser vertida en zonas aledañas puesto que no representa un riesgo de contaminación a aguas superficiales ni subterráneas.
- ♣ También se tendrán desechos líquidos originados por los servicios de engrase, lubricación y cambios de aceite a la maquinaria, dicha actividad se realiza con camiones acondicionados con recipientes para la recepción de los lubricantes usados, así como con los dispositivos para servir los lubricantes nuevos. En la propia unidad se deberán transportar las grasas y lubricantes utilizados hasta colocarlos en el almacén temporal de residuos peligrosos.
- ♣ Existirá emisión a la atmósfera por parte de los motores de combustión interna que impulsan la maquinaria de construcción y los camiones de acarreo (materialistas), estos motores trabajan, en su gran mayoría, con base a diesel como combustible.
- ♣ También durante el ataque, carga, transporte y acomodo de los materiales pétreos que forman la terracería puede darse la emisión de polvo.

2.2.8.2 Limpieza del sitio

- ♣ En esta etapa se espera la generación de pedacería de madera proveniente del desmantelamiento de la estructura de cimbra y de las bodegas provisionales.
- ♣ Pedacería de alambre, clavos, cartón.
- ♣ Pueden ocurrir derrames accidentales de combustible y lubricantes en las áreas utilizadas como patio de maquinaria, en este caso, el suelo afectado por estos eventos deberá ser removido en esta etapa y dispuesto en tanques cerrados para su disposición y tratamiento final.

2.2.8.3 Operación y mantenimiento

- ♣ Desechos de tipo pétreo, depositados sobre la superficie de rodamiento, originados por polvo acarreado por el viento y por el desgaste de superficies de fricción de los vehículos, así como del pavimento. Estos desechos periódicamente deberán limpiarse principalmente barriendo los acotamientos y disponiendo de los desechos en bancos de tiro.
- ♣ Se consideran los desechos arrojados por los usuarios de la vialidad, o arrastrados por el viento, los cuales sería desechos urbanos del tipo papel, plásticos, vidrio; éstos podrían ocasionar anegaciones en las cunetas y contra-cunetas por lo que es importante su limpieza durante las actividades de mantenimiento.
- ♣ También se tienen desechos de tipo sólido orgánico producidos al limpiar la vegetación de la LC. Dicha vegetación deberá trasladarse a los sitios para reforestación donde se conviertan en composta que posteriormente puede ser utilizada como abono.
- ♣ Las actividades de mantenimiento podrían generar residuos como material de embalaje, polvo y emisiones de gases de combustión en caso de utilizarse maquinaria.

CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	2
3.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL.	4
3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	4
3.1.2 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.	4
3.1.3 Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018.	5
3.1.4 Plan de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).	7
3.1.5. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016-2030.	8
3.1.6 Estrategia Nacional de Cambio Climático.	10
3.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).	14
3.1.8 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	19
3.1.9 Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 Gobierno del Estado de Campeche	41
3.1.10 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Candelaria, Campeche.	42
3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México.	43
3.2.1 Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.	43
3.2.2 Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.	44
3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.	45
3.2.4 Región Hidrológica Prioritaria.	46
3.2.5 Región Terrestre Prioritaria.	47
3.2.6 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.	56
3.2.7 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad.	57
3.2.8 Convención Ramsar, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.	59
3.2.9 Corredor Biológico Mesoamericano.	60
3.2.10 Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.	61
3.3 Ordenamientos jurídicos aplicables.	62
3.3.1 Leyes y Reglamentos Federales.	62
3.3.2 Leyes y Reglamentos Estatales.	82
Conclusiones	89

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.	15
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.	20
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia federal más cercana.	43
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.	44
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a el AICA más cercana.	45
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP 95 “Sur de Campeche”.	46
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 151 “Silvituc-Calakmul”.	48
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a los SPTCB.	57
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a los SPAECB.	58
Figura 10. Ubicación del proyecto respecto al sitio Ramsar más cercano.	59
Figura 11. Ubicación del proyecto respecto al CBM.	60
Figura 12. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.	62

Índice de tablas

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	4
Tabla 2. Vinculación del proyecto con los Ejes, Objetivos y Estrategias del PND 2019-2024	6
Tabla 3. Estrategias y líneas de acción del Plan de Trabajo 2019 de la SCT, que se vinculan con el proyecto.	8
Tabla 4. Vinculación del proyecto con los ejes, líneas de acción y acciones de la ENBioMex	9
Tabla 5. Principales hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC.	12
Tabla 6. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto	13
Tabla 7. Características generales de la UAB 137 “Karst y Lomerios de Campeche”.	15
Tabla 8. Rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo, sectores de interés y estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137.	16
Tabla 9. Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137 y su vinculación con el proyecto	17
Tabla 10. Acciones generales aplicables en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC, y su vinculación con el proyecto.	21
Tabla 11. Vinculación del proyecto con las acciones específicas que aplican en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC.	30
Tabla 12. Eje, objetivo, estrategia y líneas de acción del PED de Campeche que se vinculan con el proyecto.	41
Tabla 13. Vinculación del proyecto con el PMD de Candelaria, Campeche.	42
Tabla 14. Vinculación del proyecto con los aspectos bióticos de la RTP 151.	49
Tabla 15. Vinculación del proyecto con los aspectos antropogénicos de la RTP 151.	52
Tabla 16. Vinculación del proyecto con los aspectos de conservación de la RTP 151	55
Tabla 17. Vinculación del proyecto con la LGEEPA	63
Tabla 18. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	67

Tabla 19. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	68
Tabla 20. Vinculación del proyecto con la LGPGIR	69
Tabla 21. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	73
Tabla 22. Vinculación del proyecto con la LGDFS.	76
.Tabla 23. Vinculación del proyecto con la LGVS	77
Tabla 24. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales	78
Tabla 25. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático	78
Tabla 26. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.	79
Tabla 27. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	82
Tabla 28. Vinculación del proyecto con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos del de Campeche	85

CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

3.1 Instrumentos de política en materia ambiental.

3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, es 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.

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 4. 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.</p>	<p>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, ante la autoridad competente para su evaluación. 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.</p>
<p>Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante 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.</p>	<p>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.</p>

3.1.2 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

Los gobiernos de los tres países firmantes de este acuerdo: Canadá, Estados Unidos y México, se declararon: “*convencidos de la importancia de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente en sus territorios*”, y de que “*la cooperación en estos terrenos es un elemento esencial para alcanzar el desarrollo sustentable, en beneficio de las generaciones presentes y futuras*” (Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 1993).

Artículo 1. Objetivos:

(a) Alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

- (g) Mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales.
- (i) Promover políticas y prácticas para prevenir la contaminación.

Vinculación con el proyecto: En observancia de lo que estipulan los artículos arriba citados del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, y en observancia de la legislación ambiental mexicana, se presenta en tiempo y forma la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional, (MIA-R) sin actividad altamente riesgosa, para su evaluación por parte de la autoridad competente. Asimismo, en caso de que el proyecto en comento sea autorizado en materia de impacto ambiental, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma todas las medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales propuestas en el capítulo VI del presente estudio, para cumplir con el compromiso de protección al ambiente adquirido en este Acuerdo.

3.1.3 Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.

De acuerdo con el artículo 21 de la Ley de Planeación, el Plan Nacional de Desarrollo: "*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, y 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. Asimismo, 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).

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

Tabla 2. Vinculación del proyecto con los Ejes, Objetivos y Estrategias del PND 2019-2024.

Eje- PND 2019-2024.	Objetivo	Estrategia
Eje General 2: Bienestar El eje general de “Bienestar” tiene como 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.
		2.5.6 Fortalecer la capacidad de adaptación ante el cambio climático de poblaciones, ecosistemas e infraestructura estratégica, bajo un enfoque basado en derechos humanos y justicia climática, incorporando conocimientos tradicionales e innovación tecnológica.
Eje General 3. Desarrollo Económico. El eje general de “Desarrollo económico” tiene como 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.
		3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.
		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.
	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.	

Vinculación con el proyecto: En relación con 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, entre las cuales se incluye la capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo anterior, así como de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente, las cuales se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de esta MIA-R, se considera que el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad biológica que el mismo 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 SEMARNAT-

2018). Aunado a lo anterior, se prevé la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con esta medida se contribuirá a la captura de carbono y a combatir el cambio climático. Aunado a lo anterior, y con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos (los detalles de estas obras pueden consultarse en el capítulo II de esta MIA-R). Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.

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 localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche, impulsando así el desarrollo social de dichas localidades al hacer más eficiente y seguro el transporte de personas, bienes y servicios en la zona y contribuyendo de esa manera a que el país cuente con una red carretera más segura y eficiente. Es importante mencionar que de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un *grado de rezago social Alto*¹. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria presenta un *grado de marginación Alto*². Considerando lo anterior, y en función de la ubicación, características y alcances del proyecto se considera que la ejecución de este coadyuvaría a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan y transitan por las localidades en las que incide el proyecto.

3.1.4 Plan de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) estableció como parte de su misión lo siguiente: “Contribuir al desarrollo regional y al bienestar social de la Nación mediante la construcción de una red intermodal de comunicaciones y transportes efectiva, sustentable y segura”. Para cumplir la misión arriba citada, la SCT señala el siguiente objetivo:

Objetivo 1:

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 conecten a la mayoría las personas de cualquier condición, facilite el traslado de bienes y servicios y contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

En cuanto a la infraestructura carretera, el Plan de Trabajo 2019 de la SCT señala las siguientes estrategias y líneas de acción que se vinculan con el proyecto.

¹ Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el XII Censo de Población y Vivienda 2000, II Conteo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

² Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2010.

Tabla 3. Estrategias y líneas de acción del Plan de Trabajo 2019 de la SCT, que se vinculan con el proyecto.

Estrategia- Plan de Trabajo 2019, SCT.	Línea de acción
<p>1.1 Construir, modernizar y conservar la infraestructura carretera nacional, e intensificar los programas en apoyo a caminos rurales.</p>	<p>Ampliar, modernizar y construir nuevos tramos carreteros mediante esquemas de financiamiento con participación público-privada.</p> <p>Atender la conectividad e impulsar el desarrollo de las zonas más marginadas del país.</p> <p>Pavimentación de caminos rurales, Principalmente aquellos que acceden a las Cabeceras Municipales, con uso intensivo de mano de obra y la utilización de proyectos tipo que utilicen materiales locales.</p> <p>Contar con vías de comunicación en buenas condiciones que permitan el tránsito seguro y ágil de los mexicanos.</p>
<p>1.2 Realizar proyectos de conexión y transferencia modal que aumenten la eficiencia en el transporte de bienes y servicios.</p>	<p>Concluir, modernizar y construir proyectos carreteros que ayuden a la disminución de los costos generalizados de viaje e incrementen la seguridad vial de los usuarios, bienes y servicios.</p>

Vinculación con el proyecto: Toda vez que el proyecto se refiere a la modernización del camino “Cerro Las Águilas -El Desengaño”, en el tramo del km 15+000 al km 22+800, con una meta de 7.8km en el municipio de Candelaria, Campeche, se considera que el este se vincula de forma positiva con las líneas de acción arriba citadas, toda vez que con su ejecución contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios de esta vía de comunicación, así como el transporte de bienes y servicios y la integración logística de las localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, en el municipio de Candelaria en el estado de Campeche; y contribuyendo a que el país cuente con una red carretera más segura y eficiente.

3.1.5. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016-2030.

La Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México se constituye como un instrumento articulador que tiene como misión “*establecer las bases para impulsar, orientar, coordinar y armonizar los esfuerzos de gobierno y sociedad para la conservación, el uso sustentable y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados del uso de los componentes de la diversidad biológica y su integración en las prioridades sectoriales del país*”.

La ENBioMEx se integra por los siguientes seis ejes estratégicos:

- I. Conocimiento.
- II. Conservación y restauración.
- III. Uso y manejo sustentable.
- IV. Atención a los factores de presión.
- V. Educación, comunicación y cultura ambiental.
- VI. Integración y gobernanza.

Dentro de los seis ejes estratégicos se establecen 24 líneas de acción y más de 160 acciones. De manera transversal a los ejes estratégicos, se encuentra el eje Integración y gobernanza, el cual busca reforzar la instrumentación de las acciones, así como, fortalecer la coordinación entre actores y sectores, armonizar el marco jurídico y promover la integración y la cooperación.

La Visión de la ENBioMex, es la siguiente:

“En el 2030 se mantiene la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas, así como la provisión continua de los servicios ecosistémicos necesarios para el desarrollo de la vida y el bienestar de las mexicanas y los mexicanos; gobierno y sociedad están comprometidos con la conservación uso sustentable y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la biodiversidad.”

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la vinculación del proyecto con la ENBioMex y su Plan de Acción 2016-2030.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con los ejes, líneas de acción y acciones de la ENBioMex.

Eje estratégico ENBioMex	Línea de Acción	Acción
4. Atención a los factores de presión.	4.5 Prevención, control y reducción de la contaminación.	4.5.1. Promover la reducción de contaminantes que afectan a la biodiversidad, generados por actividades antropogénicas.
		4.5.7. Promover la participación ciudadana en el manejo adecuado de los residuos contemplando estrategias de difusión y capacitación para disminuir la generación de residuos sólidos y peligrosos.
	4.6 Reducción de la vulnerabilidad de la biodiversidad ante el cambio climático.	4.6.1 Promover esquemas y acciones de conservación, protección y restauración de los ecosistemas terrestres y acuáticos (epicontinentales, costeros y marinos) y sus servicios ambientales, como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, en apoyo al Programa Especial de Cambio Climático, fortaleciendo y garantizando la participación y empoderamiento de las mujeres.

Vinculación con el proyecto: En relación con las acciones 4.5.1 y 4.5.7 arriba citadas, como medida preventiva de la contaminación del suelo, y para lograr un manejo y disposición adecuado de los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto, se instruirá al personal involucrado en el proyecto para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo o algún cuerpo de agua en la zona del proyecto. En este sentido, durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpieza.

Aunado a lo anterior, toda vez que durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el

artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Asimismo, de acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.

Por otro lado, toda vez que la ejecución del presente proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen 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). Aunado a lo anterior, todo mantenimiento mecánico se deberá realizar en un taller expresamente dedicado a esa actividad, esto con el objetivo de evitar cualquier derrame de aceites o hidrocarburos en la zona del proyecto. En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.

Finalmente, en relación con la acción 4.6.1, se capacitará al personal involucrado en la ejecución del proyecto acerca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. Asimismo, como medida de mitigación ante los efectos del cambio climático, y con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

3.1.6 Estrategia Nacional de Cambio Climático.

De acuerdo con el artículo 60 de la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. La ENCC define los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir para orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al tiempo de fomentar la corresponsabilidad con los diferentes sectores de la sociedad. Es importante señalar que la misma ENCC apunta que ésta no es exhaustiva y no pretende definir acciones concretas de corto plazo ni con entidades responsables de su cumplimiento.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático se integra por tres grandes temas. Cada uno de estos temas contiene ejes estratégicos y líneas de acción mediante los cuales se definen los objetivos deseados. Así mismo, a cada uno de los ejes le corresponden líneas de acción en donde la continuidad y la integración son fundamentales, muchas veces requiriendo la

conjunción de los esfuerzos y participación de los tres niveles de gobierno, y de todos los sectores de la sociedad.

Pilares de Política Nacional de cambio climático (6 pilares).

- 1) Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.
- 2) Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.
- 3) Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales.
- 4) Promover el desarrollo de una cultura climática.
- 5) Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación y Monitoreo y Evaluación.
- 6) Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional.

Adaptación a los efectos del cambio climático (3 ejes estratégicos).

- A1.** Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.
- A2.** Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.
- A3.** Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

Desarrollo bajo en emisiones, (5 ejes estratégicos en materia de mitigación).

- M1.** Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.
- M2.** Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.
- M3.** Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono
- M4.** Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono.
- M5.** Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar co-beneficios de salud y bienestar.

La ENCC también plantea una visión de México en 10, 20 y 40 años, la cual es la siguiente:

“México crece de manera sostenible con la promoción del manejo sustentable, eficiente y equitativo de sus recursos naturales, así como del uso de energías limpias y renovables que le permiten un desarrollo con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. México es un país próspero, competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global que genera empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular para la más vulnerable. México es una nación con una economía

verde, con ecosistemas y poblaciones resilientes al cambio climático y con ciudades sustentables.” (SEMARNAT, 2013).

Para lograr la visión planteada, la ENCC identifica los principales hitos que deberán lograrse en 7 rubros diferentes dentro de 10, 20 y 40 años: Sociedad/Población, Ecosistemas (Agua, Bosques y Biodiversidad), Energía, Emisiones, Sistemas Productivos, Sector Privado/ Industria, y Movilidad. A continuación, se presentan dichos hitos por rubro y plazo.

A continuación, en la tabla siguiente se presentan los hitos a 10, 20 y 40 años que se vinculan con el proyecto.

Tabla 5. Principales hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC.

Rubro	10 años	20 años	40 años
Sociedad/ Población	La sociedad está involucrada y participa activamente en el tema del cambio climático.	La sociedad está comprometida con la tarea de reducir los efectos del cambio climático.	La sociedad se integra cultural y socialmente al combate al cambio climático.
Ecosistemas (Agua, Bosques y Biodiversidad)	Acciones de conservación y uso sustentable en los ecosistemas del país implementadas.	Los ecosistemas y las especies que los habitan son aprovechados y conservados de manera sustentable. El desarrollo económico y social del país es potenciado a través del mejoramiento del capital natural del país.	La conservación y el uso sustentable de los ecosistemas ayudan a la resiliencia de los mismos al cambio climático.
Emisiones	Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base. México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Se minimizan las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.

Vinculación de los Hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC con el proyecto:

El proyecto se vincula de manera positiva con los hitos a 10, 20 Y 40 años, arriba citados, toda vez que se pretende la capacitación del personal involucrado en el proyecto sobre el tema de cambio climático, con el objetivo de concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como de consumir productos y servicios responsablemente, reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos.

Asimismo, 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). Aunado a lo anterior, como medida de mitigación ante los efectos del cambio climático, y con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. De igual manera, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental

A continuación, se presentan las líneas de acción derivadas de los pilares y ejes estratégicos de la ENCC, que se encontraron vinculantes con el proyecto.

Tabla 6. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto.

Eje Estratégico - ENCC	Línea de Acción
A2. (Adaptación) Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.	A2.11 Fortalecer la infraestructura estratégica existente (comunicaciones, transportes, energía, entre otras) considerando escenarios climáticos.
	A2.12 Incorporar criterios de cambio climático en la planeación y construcción de nueva infraestructura estratégica y productiva.
A3. (Adaptación) Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.	A3.2 Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.
	A3.5 Garantizar la conectividad ecohidrológica para la preservación de biodiversidad y servicios ambientales, la integralidad de los ecosistemas, la conservación de especies y el incremento de su resiliencia ante el cambio climático.
	A3.11 Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio.
M2. (Mitigación) Reducir la intensidad energética mediante	M2.7 Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.

Eje Estratégico - ENCC	Línea de Acción
esquemas de eficiencia y consumo responsable.	

Vinculación de los ejes estratégicos y líneas de acción de la ENCC con el proyecto: En observancia de lo que establecen las estrategias A2.11 y A2.12, para reducir la vulnerabilidad del proyecto ante posibles efectos del cambio climático y fortalecer la infraestructura estratégica considerando escenarios climáticos, se prevé la construcción de obras de drenaje con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación al tiempo de mantener los flujos hidrológicos superficiales de la zona. Los detalles de dichas obras pueden ser consultado en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.

Por otro lado, en observancia de las líneas de acción que se derivan del eje estratégico A3 (A3.2 A3.5 y A3.11), se contempla la ejecución de una serie de acciones y medidas encaminadas a prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la capacitación del personal a pie de obra para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo o algún cuerpo de agua en la zona del proyecto. En este sentido durante la ejecución del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite en ellos toda basura y residuo sólido orgánico que genere; posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpieza. La totalidad de las medidas preventivas, así como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé puedan ser generados por el proyecto, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Finalmente, en relación con la estrategia M2.7, para contribuir a reducir la generación de gases de efecto invernadero, y toda vez que la ejecución del presente proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten este tipo de gases, 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 SEMARNAT-2018).

3.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

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.

El proyecto se encuentra dentro de la **Región Ecológica 5.32** y dentro de esta en la **Unidad Ambiental Biofísica 137** denominada “Karst y Lomeríos de Campeche”, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

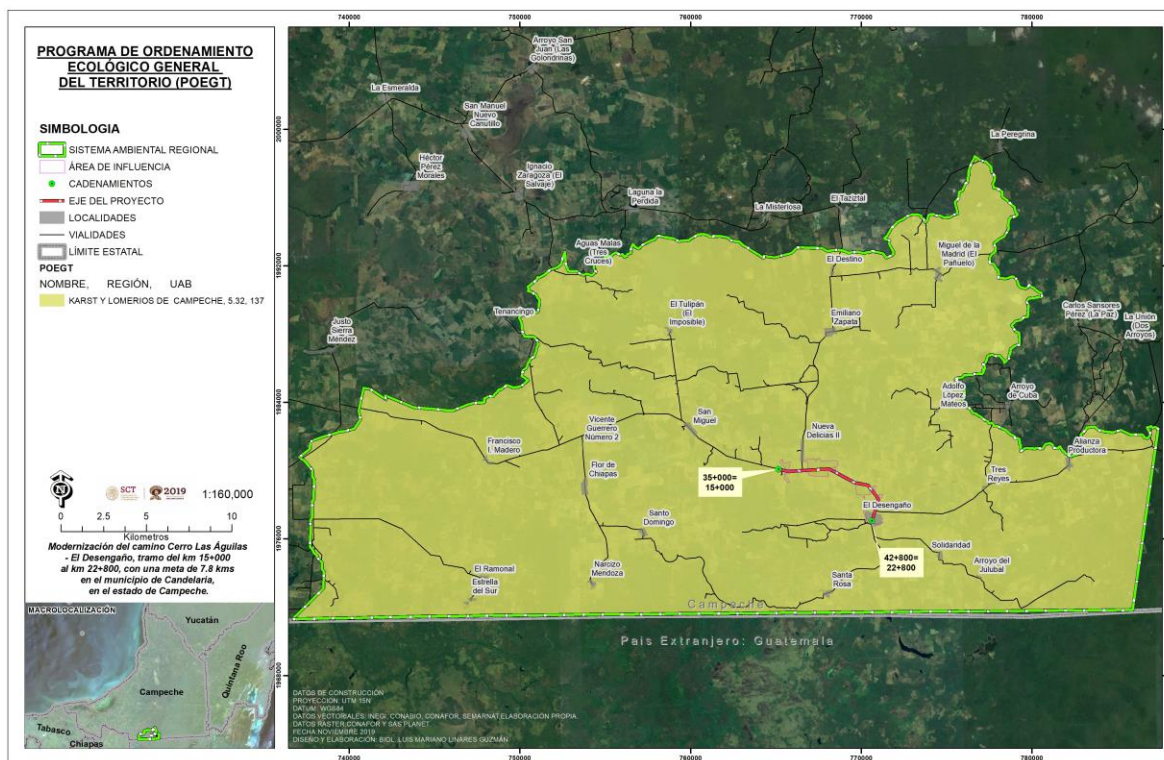


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

Todos los mapas presentados en este capítulo pueden ser consultados en el anexo 1 para mayor detalle.

A continuación, se presentan las características generales de la UAB 137.

Tabla 7. Características generales de la UAB 137 “Karst y Lomeríos de Campeche”.

Unidad Ambiental Biofísica 137 denominada “Karst y Lomeríos de Campeche”.	
Estado del Medio Ambiente en 2008	Inestable
Conflicto sectorial	Medio
Población indígena	Maya
Escenario al 2033	Inestable
Política Ambiental	Preservación, Aprovechamiento sustentable y Restauración
Prioridad de Atención	Alta

Unidad Ambiental Biofísica 137 denominada “Karst y Lomeríos de Campeche”.	
Superficie de Áreas Naturales Protegidas	Baja
Degradación de los suelos	Media
Degradación de la vegetación	Alta
Degradación por desertificación	Baja
Modificación antropogénica	Muy baja
Longitud de carreteras (km)	Media
Porcentaje de zonas urbanas	Muy bajo
Porcentaje de cuerpos de agua	Muy bajo
Densidad de población (hab/km ²)	Muy baja
Uso del suelo	Forestal y pecuario
Disponibilidad de agua superficial	Con disponibilidad
Disponibilidad de agua subterránea	Con disponibilidad
Porcentaje de zona funcional alta	24.8
Marginación social	Alta
Índice medio de educación	Bajo
Índice medio de salud	Medio
Hacinamiento en la vivienda	Alto
Indicador de consolidación de la vivienda	Muy bajo
Indicador de capitalización industrial	Muy bajo
Porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal	Medio
Porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios	Muy bajo
Actividad agrícola	De transición
Importancia de la actividad minera	Media
Importancia de la actividad ganadera	Media

A continuación, se describe las características de la Unidad Ambiental Biofísica 137.

Tabla 8. Rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo, sectores de interés y estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
137	Preservación de flora y fauna	Desarrollo social	Ganadería- Minería	Forestal-PEMEX- SCT-Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 38, 44.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 137.

Tabla 9. Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 137 y su vinculación con el proyecto.

Estrategias de la UAB 121 del POEGT y su vinculación con el proyecto.	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	Vinculación con el proyecto
<p>A) Preservación</p> <p>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>2. Recuperación de especies en riesgo.</p> <p>3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como del estado actual del ecosistema en que se inserta, se considera que, siempre que se lleven a cabo la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto (dichas medidas pueden ser consultadas a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental), se considera que el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la biodiversidad, por lo tanto, se considera que el proyecto no contraviene las estrategias 1, 2 y 3.</p>
<p>B) Aprovechamiento Sustentable</p> <p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p>En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 4, 5, y 7, toda vez que no pretende el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes, recursos naturales, suelos agrícolas o pecuarios, ni recursos forestales. Por otro lado, el proyecto tampoco presenta vinculación con la estrategia 6, ya que no está relacionado con la infraestructura agrícola. Finalmente, respecto a la estrategia 8, se considera que, en función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no afecta la provisión de los servicios ambientales del ecosistema en que se inserta, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y formas las acciones tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto entre las que se encuentra la ejecución de un programa de rescate de germoplasma para cedro y rescate y reubicación de herpetofauna. Las acciones completas pueden consultarse a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>C) Protección de los recursos naturales</p> <p>12. Protección de los ecosistemas.</p>	<p>En relación con la estrategia 12, se pretende la ejecución de acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente, entre las que se encuentra la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre,</p>

	<p>evitando en todo momento realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria; así como la ejecución de programas de programa de rescate de germoplasma para cedro y rescate y reubicación de herpetofauna, así como una reforestación con especies nativas.</p> <p>En función de lo arriba mencionado, se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en el que incide, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.</p>
<p>D) Restauración</p> <p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>	<p>En relación con esta estrategia, se contempla la ejecución de acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente, entre las que se encuentra la ejecución de un programa de rescate de germoplasma para cedro y rescate y reubicación de herpetofauna. Los detalles de estos programas, así como del resto de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se prevé genere la ejecución del proyecto, se encuentran referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
<p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.</p> <p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con estas estrategias 15, 15bis, 21, 22 y 23.</p>

	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).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana. e infraestructura urbana.		Vinculación con el proyecto
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.
E) Desarrollo Social.	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		Vinculación con el proyecto
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.	En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.

3.1.8 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc), es el instrumento de política ambiental que tiene por objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de proteger al ambiente, así como preservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, partiendo del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. Este programa identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. Aunado a lo anterior, el POEMyRGMyc menciona que “como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales”.

El proyecto se inserta en la Unidad de Gestión Ambiental 86 (Regional), tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

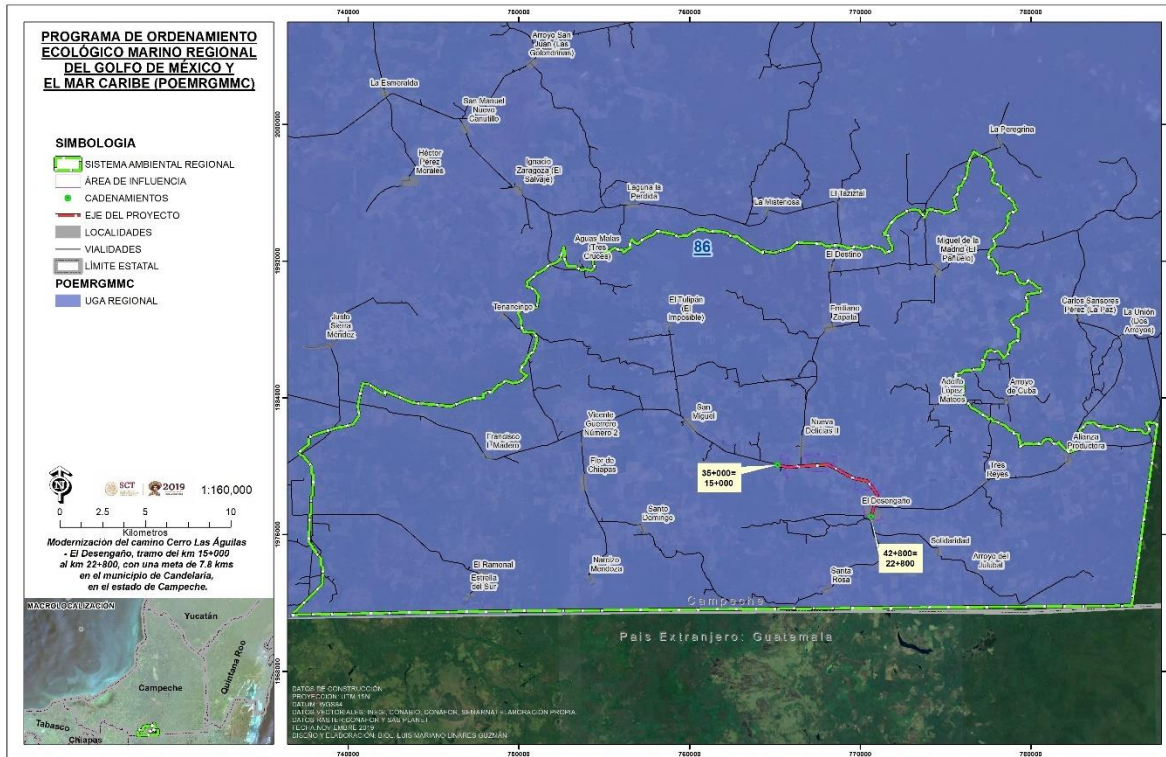


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEMyRGMMyMC.

En cada Unidad de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe aplican acciones tanto generales como específicas, las acciones generales aplican a todas las UGA del área sujeta a ordenamiento y se pretende que sirvan para dirigir las actividades productivas de los sectores hacia un uso sustentable de los recursos, así como para promover la acción intersectorial para la atención de problemas ambientales en el área. Por su parte, las acciones específicas, se asignan a cada UGA de acuerdo con sus características particulares y en correspondencia con los lineamientos ecológicos. Los lineamientos ecológicos incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, estos lineamientos se orientan a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y visión prospectiva.

A continuación, se presentan las acciones generales aplicables en las UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, así como su vinculación con el proyecto.

Tabla 10. Acciones generales aplicables en la UGA 86 del POEMyRGMMyMC, y su vinculación con el proyecto.

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p>G001. Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G002. Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G003. Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Es importante destacar que el proyecto no pretende la extracción de especie alguna, y por el contrario se tienen contempladas medidas para reducir al mínimo los impactos negativos que pudiera generar el proyecto sobre la fauna y la flora. Entre las acciones propuestas para cumplir lo anterior, se contempla la capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que este conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. Las medidas antes referidas pueden ser consultadas en el capítulo VI de esta MIA-R.</p>
<p>G004. Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Es importante destacar que el proyecto no pretende la extracción de especie alguna, y por el contrario se tienen contempladas medidas para reducir al mínimo los impactos negativos que pudiera generar el proyecto sobre la fauna y la flora. Entre las acciones propuestas para cumplir lo anterior, se contempla la capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
	y cruce de fauna silvestre. La totalidad de medidas y acciones antes referidas pueden ser consultadas a detalle en el capítulo VI de esta MIA-R.
G005. Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	En función de sus características y alcances el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G006. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	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).
G007. Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G008. El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Asimismo, es importante mencionar que el proyecto no pretende el uso de organismos genéticamente modificados.
G009. Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	En relación con lo que señala esta acción general, es importante señalar que el proyecto sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental se refiere a la modernización de un camino existente, y no a la apertura de un camino. Por otro lado, el proyecto contempla diversas acciones y medidas para reducir al mínimo la fragmentación del hábitat, entre la que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad,

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción General	Vinculación con el proyecto.
	<p>evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de esta MIA-R.</p> <p>En función tanto de las características, ubicación y alcances del proyecto, así como del estado actual que guardan los ecosistemas de la zona, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa un incremento significativo en la fragmentación que presenta actualmente el ecosistema, así como tampoco representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la generación de servicios ambientales.</p>
<p>G010. Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G011. Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.</p>	<p>En relación con este criterio, el proyecto no se inserta en algún ecosistema costero.</p>
<p>G012. Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G013. Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.</p>	<p>En relación con este criterio general, es importante señalar, que no se pretende la introducción de especies potencialmente invasoras de flora ni de fauna.</p>
<p>G014. Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.</p>	<p>En relación con este criterio el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas.</p>
<p>G015. Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio general, toda vez que no pretende el asentamiento de una zona industrial o humana en el margen o zona inmediata al cauce natural de algún río.</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
G016. Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	En función de su ubicación y características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio general. Por otro lado, es importante mencionar que en la zona en la que se pretende el desarrollo del proyecto, no existen montañas.
G017. Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G018. Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En relación con esta acción general, es importante señalar que el proyecto no intercepta alguna corriente hidrológica. Por otro lado, como parte de las medidas de compensación que se proponen, se encuentra la ejecución de un programa de reforestación estratégico y funcional con especies nativas (Ver Anexos).
G019. Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general, toda vez que no tiene injerencia en la elaboración de algún plan o programa de desarrollo urbano. Por otro lado
G020. Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	En relación con esta acción general, es importante señalar que el proyecto no intercepta alguna corriente hidrológica o zona inundable asociada a un río. Por otro lado, como parte de las medidas de compensación que se proponen, se encuentra la ejecución de un programa de reforestación estratégico y funcional con especies nativas (Ver Anexos).
G021. Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G022. Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G023. Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G024. Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de	En relación con este criterio el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación estratégico y funcional con especies nativas (Ver Anexos).

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	
G025. Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En relación con este criterio, el programa de reforestación que se propone llevar a cabo utilizará únicamente especies nativas de la región.
G026. Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G027. Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G028. Promover el uso de energías renovables.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G029. Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G030. Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G031. Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G032. Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.
G033. Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p>G034. Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimáticos, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G035. Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G036. Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G037. Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G038. Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G039. Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G040. Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G041. Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G042. Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p>G043. LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G044. Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G045. Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G046. Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G047. Impulsar la diversificación de actividades productivas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G048. Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G049. Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G050. Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G051. Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.</p>	<p>En relación con esta característica general, se instruirá al personal involucrado tanto en el proceso constructivo para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar algún cauce en la zona. En este sentido durante la fase constructiva del proyecto se</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
	dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.
G052. Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	En relación con esta característica general, se instruirá al personal involucrado tanto en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar algún cauce en la zona. En este sentido durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.
G053. Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción se contratarán los servicios de sanitarios portátiles con un proveedor que garantice dar una adecuada disposición final a los desechos.
G054. Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción general. Es importante señalar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción del proyecto se contratarán los servicios de sanitario portátil, el cual deberá dar una adecuada disposición final a los desechos.
G055. La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En relación con este criterio, el proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en una superficie de 0.423 ha, los cuales corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En función de lo anterior, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo, para su evaluación por parte de la autoridad competente en observancia de lo que establecen los artículos 7 y 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120 de su Reglamento.

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción General	Vinculación con el proyecto.
<p>G056. Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G057. Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G058. La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.</p>	<p>Toda vez que, durante la fase constructiva del proyecto, podrán generarse residuos peligrosos (estopas impregnadas con aceite lubricante gastado, envases que hubieran contenido aceite, solventes o grasas, entre otros.) se observarán las disposiciones de la normatividad que resulta aplicable (Ver en este mismo capítulo la vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos).</p>
<p>G059. El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.</p>	<p>En función de su ubicación, el proyecto no implica obra o actividad dentro de algún área natural protegida.</p>
<p>G060. Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G061. La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G062. Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G063. Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general.</p>
<p>G064. La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.</p>	<p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no modifica algún cauce o escurrimiento hidrológico, y tampoco altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Por otro lado, con el propósito de mantener en buenas</p>

Acciones Generales aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción General	Vinculación con el proyecto.
	condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.
G065. La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción general., toda vez que no incide en algún área natural protegida.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las acciones específicas que aplican en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Tabla 11. Vinculación del proyecto con las acciones específicas que aplican en la UGA 86 del POEMyRGMyc.

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.	
Acción Específica	Vinculación con el proyecto
A001 Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Al mismo tiempo, es importante señalar que el proyecto no pretende el uso de algún pesticida o agroquímico.
A002 Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Es importante señalar que el proyecto no pretende el uso de algún pesticida o agroquímico.
A003 Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Es importante señalar que el proyecto no pretende el uso de algún abono o fertilizante.
A004. Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Por otro lado, con el propósito de mantener en buenas condiciones el

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.
<p>A005. Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Por otro lado, es importante señalar que 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.</p>
<p>A006. Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A007. Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A011. Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Por otro lado, cabe señalar que el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, los detalles de dicho programa pueden ser consultados en anexos.</p>
<p>A016. Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A017. Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Por otro lado, cabe señalar que el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, los detalles de dicho programa pueden ser consultados en anexos.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p>A018. Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).</p>	<p>En relación con la fauna incluida en alguna categoría de riesgo durante la visita de campo, se registró la presencia de la siguiente especie en el área del proyecto la cual se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: <i>Cathartes burrovianus</i> (Sujeta a protección especial).</p> <p>Asimismo, en el Sistema ambiental regional (SAR) se registró la presencia de las siguientes especies: <i>Lithobates brownorum</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rhinoclemmys areolata</i> (Amenazada), <i>Iguana iguana</i> (Sujeta a protección especial), <i>Geranospiza caerulescens</i> (Amenazada), <i>Leptodon cayanensis</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Sujeta a protección especial) y <i>Mycteria americana</i> (Sujeta a protección especial), <i>Eupsittula nana</i> (Sujeta a protección especial).</p> <p>Como parte de las medidas propuestas para prevenir y reducir al mínimo la afectación a las especies antes citadas, se encuentra la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la instalación de señalética para indicar la presencia y cruce de fauna silvestre, la instalación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la poda periódica de la vegetación a orillas de la carretera y la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con el cual se crearán nichos ecológicos nuevos que serán susceptibles de ser aprovechados por las especies antes citadas.</p> <p>En relación con la flora, durante la visita de campo se registró la presencia de la especie <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro rojo), la cual se encuentra sujeta a protección especial. En relación con esta especie se contempla rescate de germoplasma.</p>
<p>A019. Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A020 Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A021. Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua</p>	<p>En relación con las emisiones a la atmosfera, y toda vez que la ejecución del proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p>y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.</p>	<p>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).</p> <p>Por otro lado, se instruirá al personal involucrado en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar algún cauce en la zona. En este sentido durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Finalmente, es importante señalar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción del proyecto se contratarán los servicios de sanitario portátil, el cual deberá dar una adecuada disposición final a los desechos.</p>
<p>A023. Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.</p>	<p>Para la prevención de la contaminación del suelo, durante la fase constructiva del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido. Dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Aunado a lo anterior, se instruirá al personal involucrado tanto en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar algún cauce aledaño.</p>
<p>A024. Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.</p>	<p>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</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	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).
<p>A025. Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.</p>	<p>Toda vez que durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p>
<p>A026. Promover e impulsar el uso de tecnologías ‘Limpias’ y ‘Ambientalmente amigables’ en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A037. Promover la generación energética por medio de energía solar.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A038. Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A039 Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p>A050. Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A051. Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.</p>	<p>Toda vez que el proyecto se refiere a la modernización de un tramo de 7.8 km entre las localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, el mismo presenta una vinculación positiva con esta acción específica.</p>
<p>A052. Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A053. Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A054. Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A055. Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A056 Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A057. Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p>A058. Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A059. Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A060. Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A061. Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.</p>	<p>En relación con esta acción específica, es importante señalar que de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de rezago social Alto. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de marginación Alto. Considerando lo anterior, y en función de la ubicación, características y alcances del proyecto se considera que la ejecución de este coadyuvará a mejorar las condiciones de movilidad y transporte de personas, bienes y servicios entre las localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, contribuyendo así a que el país cuente con una red carretera más segura y eficiente, beneficiando la calidad de vida de las personas que habitan y transitan entre las localidades antes citadas.</p>
<p>A062. Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.</p>	<p>En relación con esta acción específica, y toda vez que, durante la ejecución del proyecto, se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	<p>El manejo de los residuos considerados como peligrosos, se realizará de acuerdo con la legislación y normatividad aplicable.</p> <p>En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.</p>
<p>A063. Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica. Al mismo tiempo es importante mencionar que el proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Durante los trabajos de construcción se contratarán los servicios de sanitarios portátiles, contratando a un proveedor de dicho servicio que garantice dar una adecuada disposición final a los desechos.</p>
<p>A064. Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A065. Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A067. Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A068. Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.</p>	<p>En relación con este criterio, se instruirá al personal involucrado tanto en el proyecto, para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños a las áreas del proyecto. En este sentido durante la construcción del proyecto se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpieza.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	<p>Respecto a los residuos considerados como peligrosos, toda vez que, durante la ejecución del proyecto, se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p> <p>Respecto a los residuos de manejo especial, cuando este tipo de residuos sea generado y no pueda ser reutilizado en alguna etapa del proyecto, será debidamente transportado a un sitio autorizado para su disposición final.</p>
<p>A069. Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.</p>	<p>En relación con lo que señala esta acción específica, se instruirá al personal involucrado en la ejecución del proyecto para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar los cauces aledaños al proyecto.</p> <p>Asimismo, se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Respecto a los residuos considerados como peligrosos, toda vez que, durante la ejecución del proyecto, se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De acuerdo con lo que estipula el artículo 84 del citado Reglamento, los residuos permanecerán en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y serán debidamente transportados a un</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
	<p>centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento.</p> <p>Respecto a los residuos de manejo especial, cuando este tipo de residuos sea generado y no pueda ser reutilizado en alguna etapa del proyecto, será debidamente transportado a un sitio autorizado para su disposición final.</p>
<p>A071. Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A072. Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A080 Consolidar el desarrollo turístico en las zonas de alto valor cultural, arqueológico, natural y paisajístico, considerando su preservación desde el punto de vista ecológico y sociocultural.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A081 Fomentar e instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el INAH para el rescate de la arquitectura de importancia histórica y su introducción al turismo.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A082 Fomentar el conocimiento y difusión del patrimonio y atractivos culturales y naturales de la región, como apoyo al desarrollo turístico.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
<p>A084 Promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estado y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A085 Fomentar la práctica y el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A086 Construir, modernizar y ampliar la infraestructura de importancia para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A087 Promover la inversión y la gestión de recursos públicos para el fortalecimiento de las actividades turísticas, pesca y acuacultura.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A088 Promover la participación de las instituciones educativas y sociales en el desarrollo y consolidación del sector turismo en la región.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A096 Fomentar la vigilancia de las medidas de conservación y protección necesarias para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A097 Fortalecer los mecanismos para la potencializar las actividades deportivo-recreativas.</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta acción específica.</p>
<p>A100 Todas las obras o infraestructura de comunicaciones, desarrollos productivos y turísticos a realizarse en los municipios de Carmen, Candelaria, Escárcega, Campeche, Champotón, Tenabo, Hechchakán y Calkiní, deberán apearse a la normatividad aplicable, incluyendo la LGEEPA, La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y la Ley del Equilibrio Ecológico y la</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, y en observancia de lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se presenta esta manifestación de impacto ambiental ante la autoridad competente (SEMARNAT) para su evaluación. Asimismo, en este capítulo se presenta la vinculación del proyecto con las Leyes, Reglamentos y demás disposiciones legales que resultan aplicables.</p>

Acciones específicas aplicables en la UGA 86 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, y su vinculación con el proyecto.

Acción Específica	Vinculación con el proyecto
Protección al Ambiente del Estado de Campeche para garantizar que no se afectará el flujo y régimen hídrico o laminar y subterráneo de la zona de influencia del proyecto, a fin de evitar afectaciones a centros de población, áreas productivas, servicios ambientales, la conectividad genética y cambios en la estructura y composición de flora y fauna asociada a sistemas acuáticos.	

3.1.9 Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 Gobierno del Estado de Campeche

El Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 (PED) del Estado de Campeche, constituye el marco general de referencia para el diseño y ejecución de políticas, programas y acciones en la administración estatal. El PED de Campeche vigente se integra por los siguientes 5 ejes rectores: 1. Justicia Social para el Bienestar; 2. Crecimiento Económico Inclusivo; 3. Desarrollo Responsable y Sostenible; 4. Gobernabilidad y Protección Ciudadana y 5. Gobierno Honesto y con Resultados, así como 2 ejes transversales Perspectiva de Género y Derechos Humanos. Cada eje contiene objetivos, estrategias y líneas de acción. A continuación, se presenta el eje, objetivo, estrategia y líneas de acción del PED de Campeche que resultan vinculantes con el proyecto.

Tabla 12. Eje, objetivo, estrategia y líneas de acción del PED de Campeche que se vinculan con el proyecto.

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de acción
Eje 2: Crecimiento económico inclusivo. Impulsar un desarrollo económico sostenible, respetuoso del medio ambiente y que aproveche el potencial productivo para generar oportunidades de inversión y de empleos dignos que contribuyan a superar los desequilibrios sociales. Consolidar actividades productivas sustentables para generar un proceso de desarrollo económico sostenible, con inversiones	Objetivo 2.7: Infraestructura estratégica para el desarrollo. Mejorar la conectividad del estado mediante la ampliación y modernización de la infraestructura y una plataforma logística de transporte integral y comunicaciones modernas, que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social sostenible.	2.7.2 Incrementar y mantener en adecuadas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional.	2.7.2.1. Modernizar las carreteras y caminos clave para agilizar el tránsito de personas y mercancías entre los centros de población y a través del estado, atendiendo criterios de impacto ambiental.
			2.7.2.4. Garantizar el acceso carretero, la atención a caminos rurales y brechas cosecheras a todas las comunidades rurales del estado, atendiendo criterios de sostenibilidad social y ambiental.

sustentables y empleos dignos.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto y toda vez que el mismo se refiere a la modernización del camino rural “Cerro Las Águilas-El Desengaño, tramo del km 15+000 al km 22+800, con una meta de 7.8km” en el municipio de Candelaria, se considera que este se vincula de forma positiva con las líneas de acción arriba citadas, ya que con su ejecución se contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios de esta vía de comunicación, así como el transporte de bienes y servicios y la integración logística de las localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche; contribuyendo también a que México cuente con una red carretera más segura y eficiente.

3.1.10 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Candelaria, Campeche.

El Plan Municipal de Desarrollo de Candelaria en el Estado de Campeche que se encuentra vigente, menciona que el mismo contiene la visión y los componentes estratégicos que guiarán al gobierno municipal de Candelaria durante la administración del periodo 2018-2021. El objetivo principal del PMD de Candelaria es "Generar un crecimiento económico de calidad, promoviendo la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales. Procurando el ordenamiento y desarrollo de las localidades del territorio con criterios ecológicos sustentable. Sujetar los proyectos de desarrollo a criterios de cuidado ambiental, detener y revertir el calentamiento global, mejorar la calidad del aire e impulsar la conservación del territorio, de acuerdo con el marco legal vigente y con la ayuda de una educación de calidad y el uso de nuevas tecnologías". El PMD de Candelaria se compone de 5 Ejes: 1. Bienestar humano y servicios públicos, 2. Desarrollo económico sostenible, 3. Gobierno con sustentabilidad ambiental, 4. Gobierno seguro y eficiente, y 5. Gobierno de resultados. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con el Eje, objetivo, estrategia y actividad del PMD de Candelaria que se vincula con el proyecto.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con el PMD de Candelaria, Campeche.

Eje	Objetivo	Estrategia	Actividad
1. Bienestar humano y servicios públicos.	Proporcionar los servicios públicos básicos.	Proporcionar servicios públicos para cubrir las principales necesidades básicas de la población, generando con ello servicios de calidad e incrementando la productividad económica y el bienestar común.	1.6 Programa para mejorar la infraestructura vial y equipamiento urbano

Vinculación con el proyecto: En función de las características y alcances del proyecto, se encontró que la ejecución de este contribuiría a mejorar la infraestructura vial del municipio de Candelaria, incrementando la seguridad de los usuarios de tramo que se pretende modernizar del camino Cerro Las Águilas- El Desengaño. Asimismo, se haría más eficiente el traslado de bienes servicios y personas entre las localidades antes citadas.

3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México.

3.2.1 Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia federal, tanto el proyecto como su área de influencia y sistema ambiental regional no inciden en algún área de este tipo. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental regional del proyecto es la Reserva de la Biósfera “Calakmul”, la cual se encuentra a 17.9km en línea recta, tal como se puede observar en la siguiente figura.

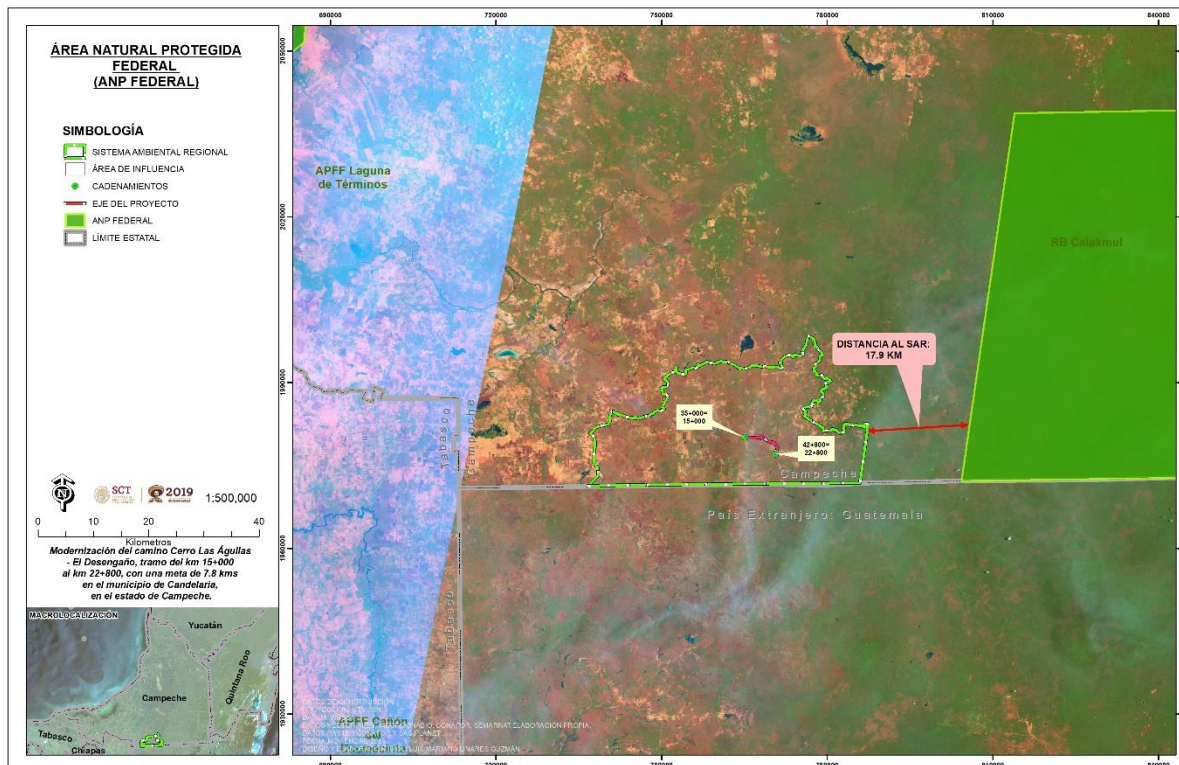


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP de competencia federal más cercana.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que el mismo no presenta interacción con el área natural protegida de competencia federal, más cercana, misma que se encuentra a más de 17km en línea recta del límite más cercano del sistema ambiental regional definido para el proyecto. Por otro lado, para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, así como para contribuir a la conservación del equilibrio funcional y biodiversidad de los ecosistemas de la región, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación que se detallan en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental; entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección

al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.

3.2.2 Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas, el proyecto no incide en alguna de ella. El área natural protegida más cercana al sistema ambiental del proyecto es la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Balam Kú” de competencia estatal, la cual colinda en el extremo Este con el límite del sistema ambiental regional, tal como puede apreciarse en la siguiente figura.

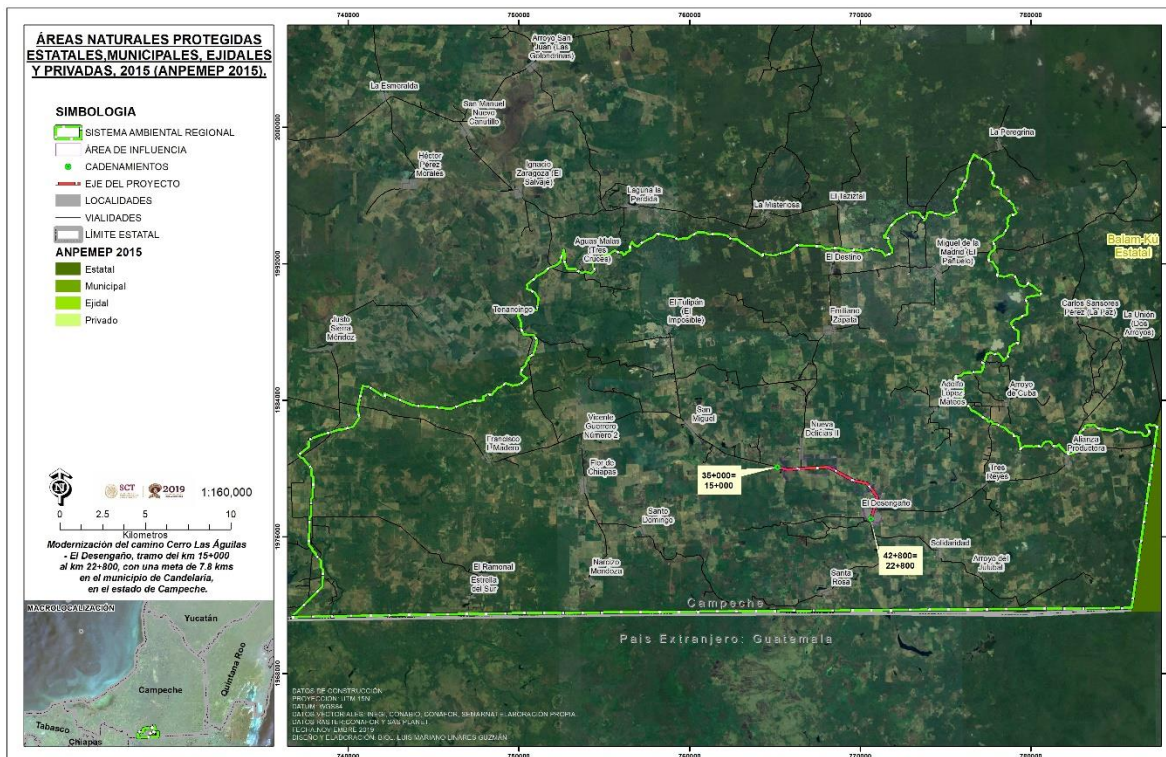


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal, municipal, ejidales y privadas.

Vinculación con el proyecto: En relación con la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Balam Kú” de competencia estatal cuyo límite oeste colinda con el sistema ambiental regional definido para el proyecto, se considera que, en función de las características y alcances del proyecto, la ejecución de este no representa una amenaza para los propósitos de conservación de dicha ANP, ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y biodiversidad que ahí se encuentra. Por otro lado, para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, así como para contribuir a la conservación del equilibrio funcional y biodiversidad de los ecosistemas de la región, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación que se detallan en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce

de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla,.

3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgieron como un proyecto conjunto de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. El objetivo de las AICA es que funjan como una herramienta de información útil para la toma de decisiones, y para normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación de las aves. Aunado a lo anterior, se busca que las AICA sirvan para difundir información de la distribución y ecología de las aves contribuyendo así al fomento de su conservación y del turismo ecológico, tanto a nivel nacional como internacional (Benítez, Arizmendi y Márquez, 1999). En relación con las AICA, el proyecto no incide en algún área de este tipo, siendo la más cercana el AICA “Calakmul” cuyo límite más cercano se ubica a 17.9km en línea recta del sistema ambiental regional definido para el proyecto, lo cual puede apreciarse en la figura siguiente.

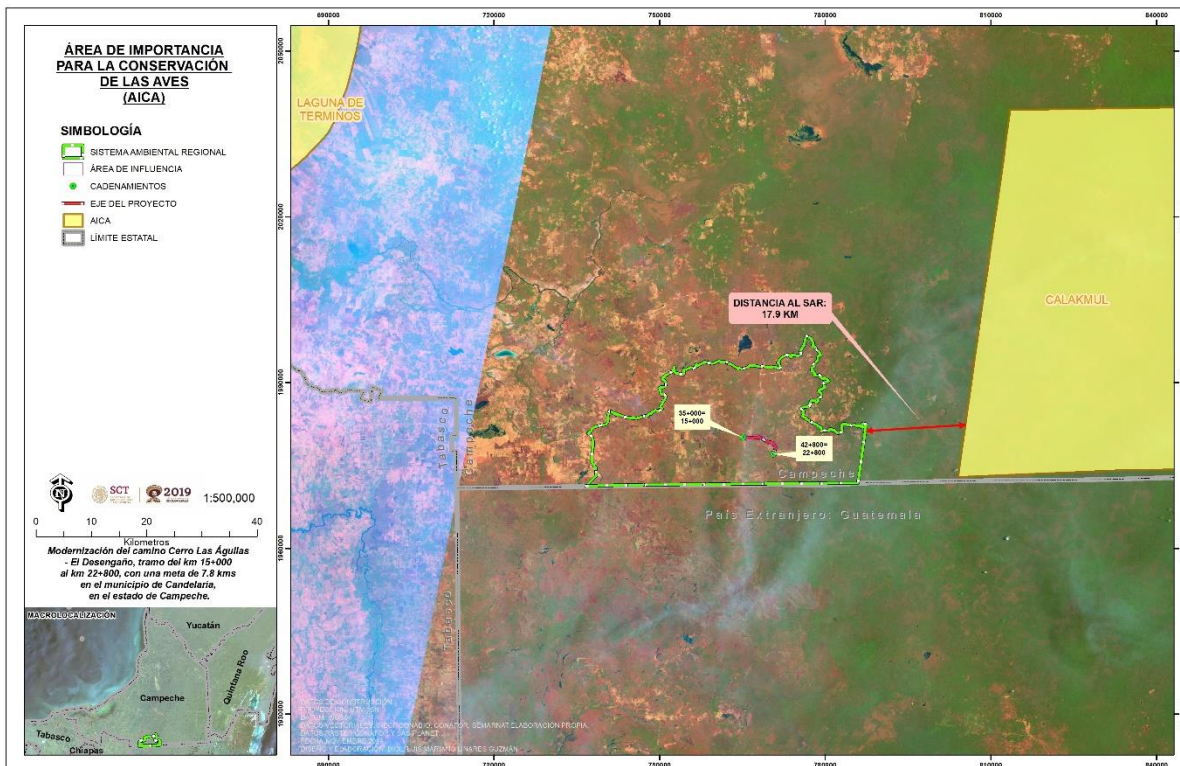


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a el AICA más cercana.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que la ejecución de este no representa una amenaza para los objetivos de conservación del AICA “Calakmul”. Por otro lado, para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, así como para contribuir a la conservación del equilibrio funcional y biodiversidad de los ecosistemas de la región, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas

tanto preventivas como de mitigación y compensación que se detallan en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.

3.2.4 Región Hidrológica Prioritaria.

En el año 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país tomando en consideración las características de biodiversidad así como los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, estableciendo así un marco de referencia que puede ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de los planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. El programa de las Regiones Hidrológicas Prioritarias es parte de una serie de estrategias elaboradas por la CONABIO para promocionar a nivel nacional el conocimiento y conservación de la biodiversidad del país (Arriaga, Aguilar, Alcocer, Jiménez, Muñoz y Vázquez, 2000). En relación con las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), el proyecto se inserta en su totalidad en la RHP 95 denominada “Sur de Campeche”, tal como se puede apreciar en la figura siguiente.

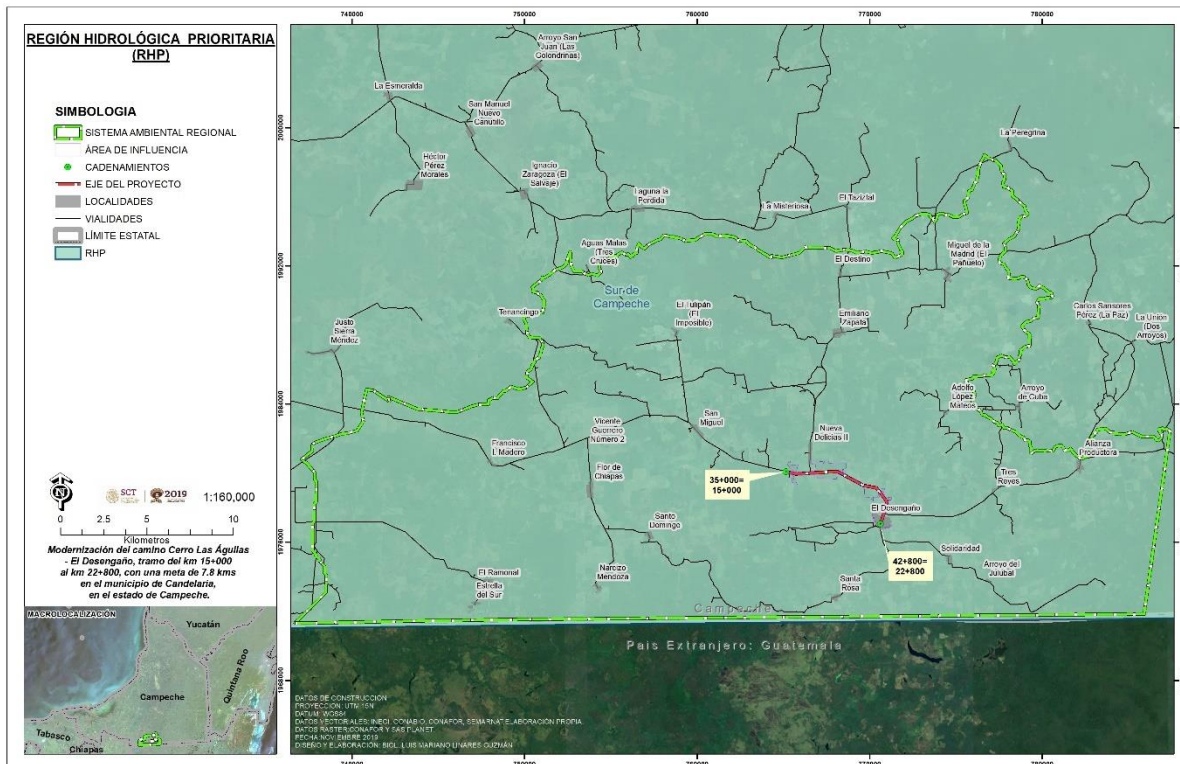


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP 95 “Sur de Campeche”.

La ficha técnica publicada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), señala la siguiente problemática para la RHP 95:

- Modificación del entorno: incendios, deforestación, explotación incontrolada de los recursos naturales, construcción de carreteras y nuevos asentamientos humanos.
- Uso de recursos: anfibios y vertebrados en riesgo. Producción de chicle. Cacería furtiva. Saqueo de madera y tráfico ilegal de flora y fauna silvestres.

En cuanto a la conservación, la citada ficha técnica de la RHP 95 señala lo siguiente:

Conservación: falta conocimiento limnológico de la zona. Preocupa la deforestación, nuevas colonizaciones, la construcción de carreteras y sus consecuencias como la posible interrupción del flujo genético peninsular.

Vinculación con el proyecto: En relación con la problemática señalada en la ficha técnica de la RHP 95, publicada por la CONABIO, es importante mencionar que el proyecto se refiere a la modernización de un camino existente, y no a la construcción de una carretera nueva. En función de lo anterior, así como de las características y alcances del proyecto, y considerando por un lado el estado actual que presenta el ecosistema en el área de influencia, y por otro lado las medidas y acciones que se proponen llevar a cabo para prevenir, reducir al mínimo y compensar los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por la ejecución del proyecto; se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, el proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona. Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo o superficial. Asimismo, con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas.

3.2.5 Región Terrestre Prioritaria.

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que contengan una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales (Arriaga, Espinoza, Aguilar, Martínez, Gómez y Loa, 2000). El proyecto se inserta en su totalidad en la RTP 151 denominada “Silvituc Calakmul”, lo cual se puede apreciar en la figura siguiente.

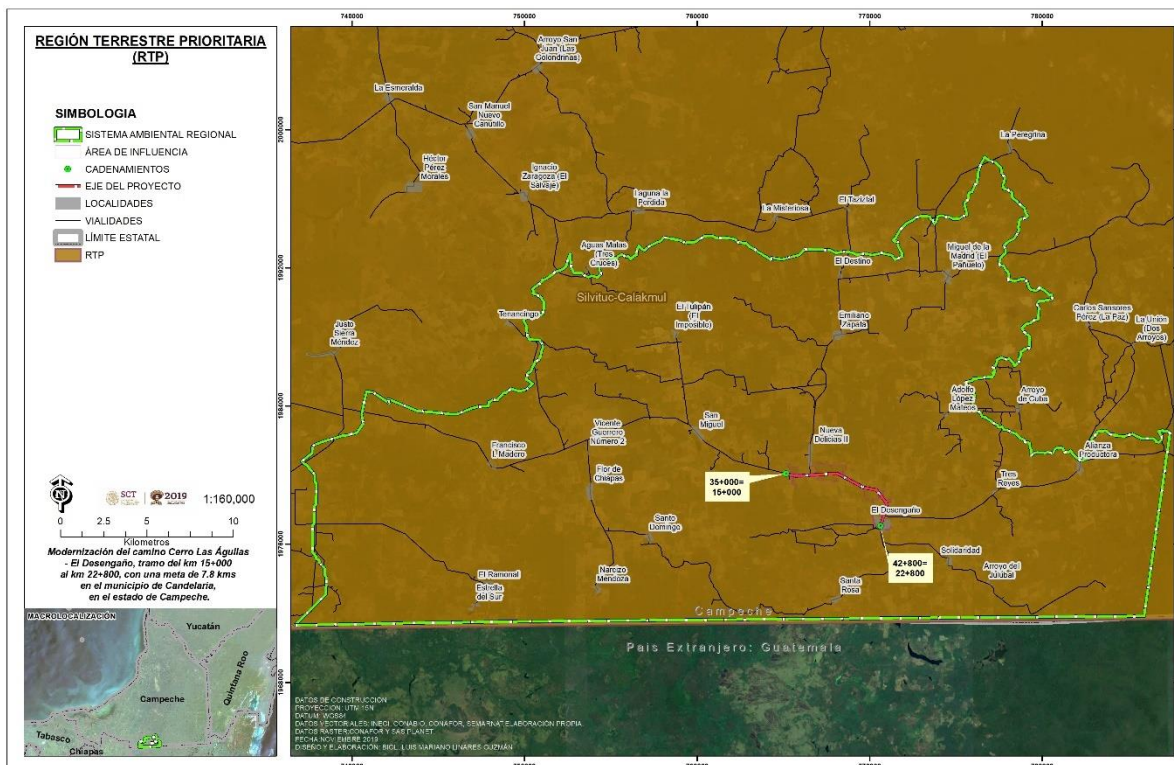


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 151 “Silvituc-Calakmul”.

De acuerdo con la respectiva ficha técnica publicada por la CONABIO, la RTP 151 presenta las siguientes características generales.

Características generales 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.

Problemática ambiental:

Entre los principales problemas identificados están la explotación incontrolada de recursos naturales; incendios forestales; nuevas colonizaciones; apertura potencial de carreteras con fines de conexión de sitios turísticos (Mundo Maya). Por otra parte, existe la posible interrupción en el flujo genético peninsular de la base al norte debido a la carretera Escárcega-Chetumal.

Vinculación con el proyecto: En relación con las características generales y problemática arriba citada señalada por la ficha técnica de la RTP 151, es importante mencionar que el proyecto no pretende la apertura de alguna carretera, sino la modernización de un camino existente. Al mismo tiempo, el proyecto contempla la ejecución de medidas y acciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el

proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo anterior, así como del estado actual que presentan los ecosistemas en la zona del proyecto, se considera que siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, la ejecución del proyecto no provocaría un incremento significativo en el nivel de fragmentación de la región y no representaría una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.

A continuación, se presentan respectivamente los aspectos biológicos, antropogénicos y de conservación que define la ficha técnica de la RTP 151 “Silvituc-Calakmul”, así como su vinculación con el proyecto.

Tabla 14. Vinculación del proyecto con los aspectos bióticos de la RTP 151.

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p>Diversidad ecosistémica: Selvas altas y medianas y akalchés. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: Selva mediana subperennifolia, Selva baja subperennifolia y otros.</p>	<p>1 (bajo)</p>	<p>En función de la ubicación características y alcances del proyecto, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental, entre los que se encuentra la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, el proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región, así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.</p>
<p>Integridad ecológica funcional: Presencia de poblaciones de aves, mamíferos, plantas y anfibios.</p>	<p>4 (alto)</p>	<p>En relación con este aspecto biótico, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando</p>

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p>Función como corredor biológico: Conecta la zona del Punto PUT, las zonas forestales de Quintana Roo y Sian Ka'an con las selvas de El Petén, en Guatemala.</p>	<p>3 (alto)</p>	<p>cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; la ejecución del proyecto no representa una amenaza para la integridad ecológica funcional de los ecosistemas de la zona.</p> <p>En relación con este aspecto biótico, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; se considera que la ejecución del proyecto no representa un incremento significativo en el efecto de barrera que actualmente genera el camino existente.</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.</p>
<p>Fenómenos naturales extraordinarios: Las poblaciones con mayor densidad de vertebrados en el país.</p>	<p>3 (muy importante)</p>	<p>En relación con este aspecto biótico, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo</p>

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
		<p>momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; se considera que la ejecución del proyecto no representa un incremento significativo en el efecto de barrera que actualmente genera el camino existente.</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.</p>
<p>Presencia de endemismos: Una especie del género <i>Spondias</i> (Anacardiaceae) y <i>Ponthieva</i> sp. (orquídea).</p>	<p>1 (bajo)</p>	<p>En relación con los géneros <i>Spondia</i> y <i>Ponthieva</i>, Durante la visita de campo se registraron únicamente ejemplares dispersos de la especie <i>Spondias mombin</i> (Jobo/ciruelo), la cual es una especie de ornato-frutal muy común en la zona. Tomando en cuenta lo anterior, se considera que el proyecto, en función de sus características y alcances, no representa una amenaza para la conservación de alguna especie de los géneros <i>Spondias</i> y <i>Ponthieva</i>.</p> <p>Por otro lado, es importante señalar que la especie <i>Spondias mombin</i>, no se encuentra listada en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualizada el 14 de noviembre de 2019). Asimismo, respecto a la conservación de la flora, el proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate de germoplasma para cedro, así como de un programa de reforestación con especies nativas.</p>
<p>Riqueza específica: En cuanto a la flora se estima que existen 1,600 especies de plantas vasculares, número de especies relativamente cercano al que se encuentra en el estado de Quintana Roo (1,275 especies) y comparativamente a la península de Yucatán representaría más del 50% de la flora registrada, la cual está compuesta por 153 familias, 834 géneros y 1,936 especies. Se han identificado dos géneros nuevos de las familias Anacardiaceae y Rubiaceae, además de 12 registros nuevos de especies vegetales; nuevos</p>	<p>2 (medio)</p>	<p>En relación con la conservación de la flora, el proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate de germoplasma para cedro, así como la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas.</p> <p>Respecto a la fauna, se consideran entre otras las siguientes acciones: la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando</p>

Aspecto Biótico – RTP 151	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
registros a nivel península de Yucatán de las familias Canellaceae, Trigoniaceae e Himenophylaceae. En cuanto a la fauna, se identifica con la región zoogeográfica neotropical y en particular con la provincia Yucateca. Entre las 94 especies potenciales de mamíferos, se encuentran 5 de los 6 felinos que hay en México (jaguar, tigrillo, ocelote, puma y leoncillo), seis de los siete marsupiales y dos de los tres monos, así como el tapir, los temazates gris y rojo, el venado colablanca y el oso hormiguero. Entre las aves, alrededor de 60 de las 286 especies son migratorias, como el pato real o perulero, el águila elegante, el halcón bicolor, el gavilán caracolero, el zopilote rey, el tucán real.		cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo arriba mencionado, así como de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.
Función como centro de origen y diversificación natural: Información no disponible	0 (no se conoce)	----

A continuación, en la tabla siguiente, se citan los aspectos antropogénicos y su valor para la conservación, referidos en la ficha técnica emitida por la CONABIO para la RTP 151, así como su vinculación con el proyecto.

Tabla 15. Vinculación del proyecto con los aspectos antropogénicos de la RTP 151.

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: Frijoles, gran diversidad utilizada por los grupos mayas.	2 (importante)	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con este aspecto.
Pérdida de superficie original: Está muy conservada por falta de agua disponible para una colonización acelerada.	1 (bajo)	En relación con este aspecto, es importante mencionar que el área de influencia del proyecto se encuentra ya impactada por actividades ganaderas y que el proyecto se refiere a la modernización de un camino existente.

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
		<p>Es importante mencionar que el proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, así como un programa de rescate de germoplasma para cedro.</p> <p>Por otro lado, y toda vez que el proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 0.423 ha, los cuales corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En función de lo anterior, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo, para su evaluación por parte de la autoridad competente en observancia de lo que establecen los artículos 7 y 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120 de su Reglamento.</p>
<p>Nivel de fragmentación de la región: Aún se mantiene la conectividad entre los fragmentos de vegetación conservada.</p>	<p>1 (bajo)</p>	<p>En relación con este aspecto biótico, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla; se considera que la ejecución del proyecto no representa un incremento significativo en el nivel de fragmentación de la región.</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.</p>
<p>Cambios en la densidad poblacional:</p>	<p>2 (bajo)</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto.</p>

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p>El total de personas en asentamientos dentro y alrededor de la zona es de 23,740 habitantes de los cuales, 3,901 habitan dentro de ella; 6,449 viven alrededor de la reserva pero con predios forestales ubicados dentro de ésta; y 13,390 viven en los alrededores.</p>		
<p>Presión sobre especies clave: Se concentra sobre especies cinegéticas y/o en peligro (jaguar, ocelote, tapir) y otras consumidas localmente. Sobre caoba y cedro.</p>	<p>3 (alto)</p>	<p>En relación con este aspecto antropogénico, es importante señalar que durante la visita de campo no se registró la presencia de jaguar, ocelote o tapir. Por otro lado, para reducir al mínimo la afectación a la fauna silvestre, se contemplan distintas acciones y medidas entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.</p> <p>En función de lo mencionado anteriormente, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del proyecto no representa una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona.</p>
<p>Concentración de especies en riesgo: Principalmente vertebrados.</p>	<p>3 (alto)</p>	<p>En relación con la fauna incluida en alguna categoría de riesgo durante la visita de campo, se registró la presencia de la siguiente especie en el área del proyecto la cual se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: <i>Cathartes burrovianus</i> (Sujeta a protección especial).</p>

Aspecto antropogénico - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
		<p>Asimismo, en el Sistema ambiental regional (SAR) se registró la presencia de las siguientes especies: <i>Lithobates brownorum</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rhinoclemmys areolata</i> (Amenazada), <i>Iguana iguana</i> (Sujeta a protección especial), <i>Geranospiza caerulescens</i> (Amenazada), <i>Leptodon cayanensis</i> (Sujeta a protección especial), <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Sujeta a protección especial) y <i>Mycteria americana</i> (Sujeta a protección especial), <i>Eupsittula nana</i> (Sujeta a protección especial).</p> <p>Como parte de las medidas propuestas para prevenir y reducir al mínimo la afectación a las especies antes citadas, se encuentra la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la instalación de señalética para indicar la presencia y cruce de fauna silvestre, la instalación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la poda periódica de la vegetación a orillas de la carretera y la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con el cual se crearán nichos ecológicos nuevos que serán susceptibles de ser aprovechados por las especies antes citadas.</p>
<p>Prácticas de manejo inadecuado: La explotación forestal puede mejorarse; se recomienda reimpulsar la producción chiclera.</p>	<p>2 (medio)</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto antropogénico, toda vez que no pretende llevar a cabo alguna explotación forestal.</p>

A continuación, se presentan los aspectos de conservación que señala la ficha técnica de la RTP 151, así como su vinculación con el proyecto.

Tabla 16. Vinculación del proyecto con los aspectos de conservación de la RTP 151.

Aspecto de conservación - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
<p>Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: 714,000 ha son RB y son numerosas las reservas de ejidos forestales.</p>	<p>2 (medio)</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto de conservación.</p>
<p>Importancia de los servicios ambientales:</p>	<p>2 (medio)</p>	<p>En relación con este aspecto de conservación, el proyecto pretende la ejecución de un programa</p>

Aspecto de conservación - RTP 120	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto.
Secuestro de carbono		de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a aumentar los sumideros de carbono en la zona. Asimismo, respecto a los servicios ambientales, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las condiciones actuales que presenta el ecosistema en la zona; se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa una amenaza para el mantenimiento de los servicios ambientales que actualmente prestan los ecosistemas de la zona.

3.2.6 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.

La definición de los SPTCB se realizó con base en el análisis de los elementos de la biodiversidad de interés para la conservación y los factores de presión que los amenazan. Los SPTCB están representados por hexágonos de 256 km² y se clasifican en tres niveles de prioridad: alta, extrema y media. Los sitios categorizados como de prioridad extrema y alta son considerados como irremplazables y de mayor prioridad a escala nacional (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007). Es importante mencionar que más allá de la clasificación de los sitios en categorías de prioridad, los mismos no establecen criterios explícitos de conservación para cada una de las categorías. Respecto a los SPTCB el eje del proyecto y su área de influencia inciden en un hexágono de prioridad media, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura.

biodiversidad acuática epicontinental, al tiempo de contribuir a guiar las estrategias y acciones de conservación in situ que coadyuven a su protección y rehabilitación como áreas clave por su biodiversidad acuática. De acuerdo con información publicada por la CONABIO-CONANP (2010), entre las amenazas que pesan sobre el equilibrio y conservación de los ecosistemas acuáticos, se encuentra el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, alteración de flujos de agua por presas, bordos y canales, así como la introducción accidental o deliberada de especies exóticas que causan graves impactos a los ecosistemas y desplazan a las especies nativas. Respecto a los SPAECB, el eje del proyecto y su área de influencia inciden en un hexágono de prioridad media, tal como se puede apreciar en la figura siguiente.

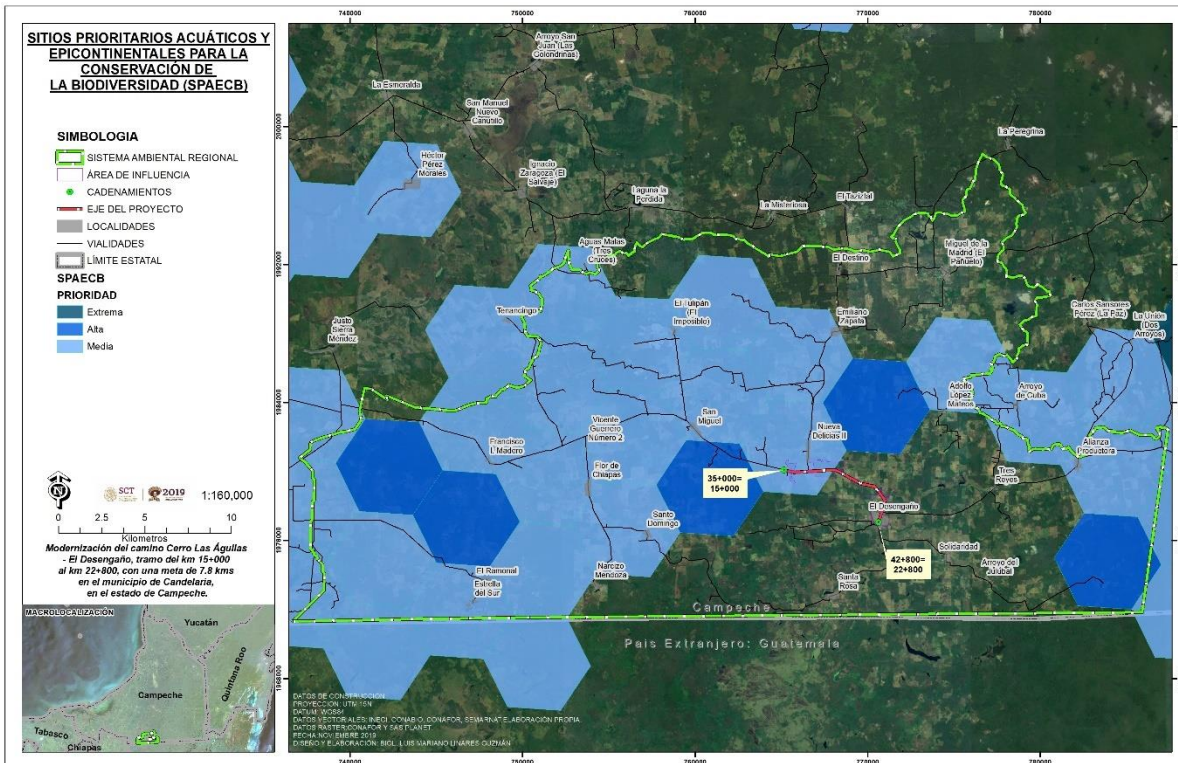


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a los SPAECB.

Vinculación con el proyecto: En relación con la biodiversidad de los sitios acuáticos epicontinentales, es importante mencionar que el proyecto altera algún cauce o escurrimiento hidrológico, y tampoco altera o modifica el comportamiento hidrológico de algún flujo ya sea este subterráneo y superficial. Por otro lado, con el propósito de mantener en buenas condiciones el camino y prevenir encharcamientos en la vía de comunicación, se prevé la construcción de obras de drenaje menor consistentes en tubos de concreto de 1.05m de diámetro con lo que se aumentaría el área hidráulica de las mismas para mejorar las características físicas de los elementos. Aunado a lo anterior, se prevé el mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas. En función de lo antes mencionado, así como de las características y alcances del proyecto se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé

sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa una amenaza para los objetivos de conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de la región.

3.2.8 Convención Ramsar, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

Los Estados firmantes de esta convención, entre los cuales se encuentra México, reconocen que los humedales constituyen un recurso de inapreciable valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable. Los humedales que cada parte contratante de la Convención inscribe en la lista de zonas húmedas de importancia internacional son sitios de interés internacional desde el punto de vista ecológico, botánico, zoológico, limnológico o hidrológico. Por otra parte, el artículo 4° de esta Convención establece que cada parte contratante deberá fomentar la conservación de las zonas húmedas y de las aves acuáticas, mediante la creación de reservas naturales en los humedales, estén o no inscritos en la lista de la Convención, atendiendo de manera adecuada su manejo y cuidado (UNESCO, 1971).

En relación con los sitios Ramsar, el proyecto no incide en alguno de ellos, siendo el más cercano al proyecto el sitio Ramsar denominado “Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos”, el cual se encuentra a 87.2km en línea recta del límite más cercano del SAR definido para el proyecto. Lo anterior puede apreciarse en la figura siguiente.

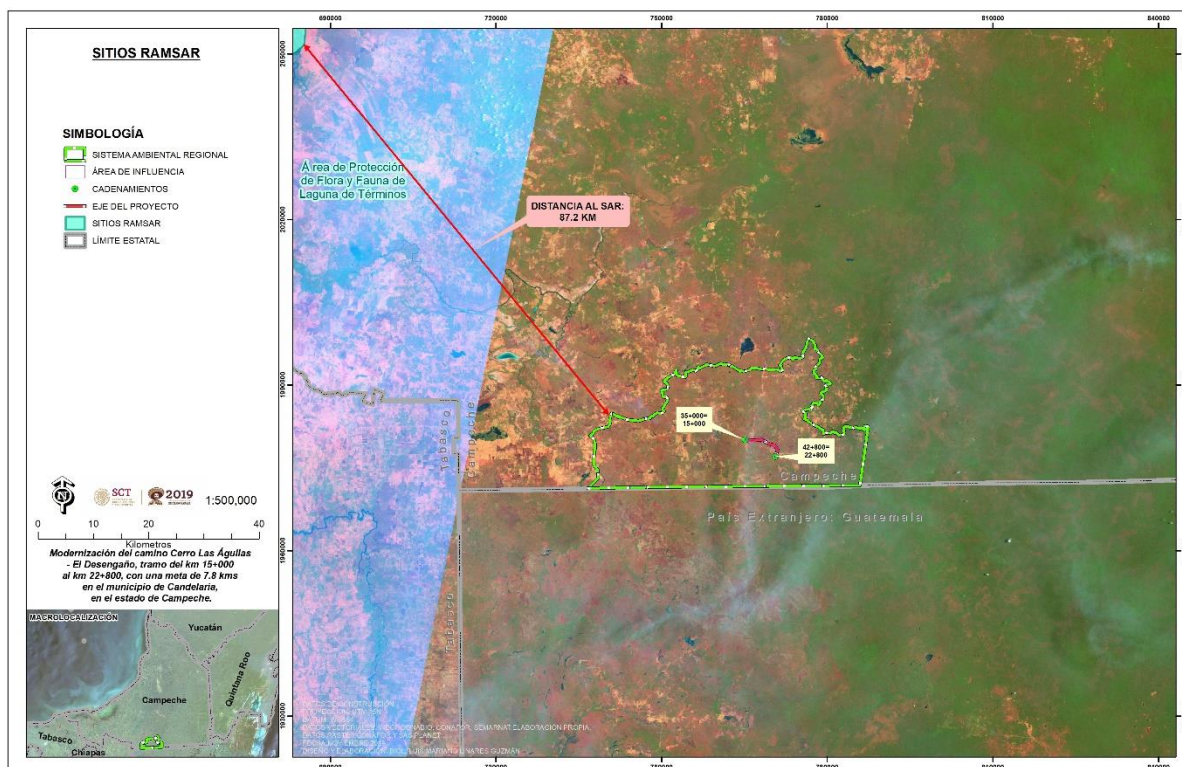


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto al sitio Ramsar más cercano.

Vinculación con el proyecto: En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, este no presenta vinculación con el sitio Ramsar denominado “Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos”.

3.2.9 Corredor Biológico Mesoamericano.

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa de cooperación entre los 7 países centroamericanos y los estados del sur-sureste de México, para concertar y llevar a cabo de forma coordinada, un conjunto de actividades dirigidas a la conservación de la diversidad biológica y la promoción del desarrollo humano sostenible en sus territorios (CCAD-PNUD/GEF, 2002). De acuerdo con la CONABIO (2003) el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBMM) es el componente mexicano del proyecto regional, y tiene como propósito promover el uso sustentable y la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos del sureste de México localizados en los estados de Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En relación con el CBM, el proyecto se inserta en el corredor Calakmul - Bala'an K'aax, que es a su vez parte del corredor biológico de la selva Maya. Lo anterior puede apreciarse en la figura siguiente.

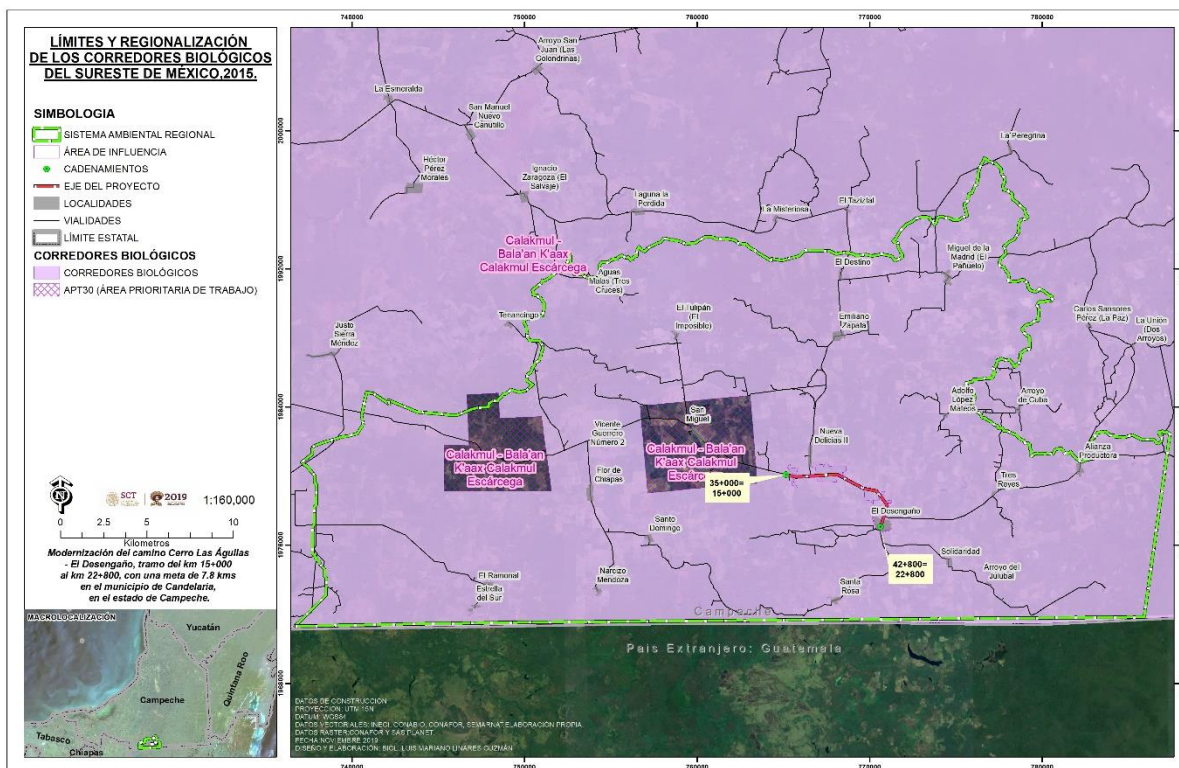


Figura 11. Ubicación del proyecto respecto al CBM.

Vinculación con el proyecto: En relación con el Corredor Biológico Mesoamericano, es importante mencionar que el proyecto no se refiere a la apertura de alguna carretera, sino a la modernización de un camino existente. Al mismo tiempo, el proyecto contempla la ejecución de medidas y acciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, entre las que se encuentra la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, así como la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o

destruirla. En función de lo anterior, así como del estado actual que presentan los ecosistemas en la zona del proyecto, se considera que siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, la ejecución del proyecto no provocaría un incremento significativo en el nivel de fragmentación de la región y no representaría una amenaza para la conservación de la biodiversidad de la región así como tampoco significaría una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona. Finalmente, cabe mencionar que el proyecto también contempla la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuiría a generar nichos ecológicos susceptibles de ser aprovechados por la fauna silvestre de la región.

3.2.10 Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos.

En junio de 2011, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Asociación Mexicana de Primatología, A.C. (AMP-AC) firmaron un convenio de colaboración para realizar estudios para orientar de manera efectiva las acciones para la protección de los primates de México. Como parte de dichos estudios, se compilaron y revisaron registros georreferenciados para generar modelos de distribución potencial de los primates mexicanos, los cuales son un elemento central para llevar a cabo la selección de sitios prioritarios para la conservación de los primates mediante el uso de herramientas de planeación sistemática para la conservación. Para validar los modelos y consensuar los criterios de priorización, se llevaron a cabo dos talleres con la participación de numerosos especialistas en el estudio de primates en México. La identificación de prioridades se realizó en tres regiones en función de las marcadas diferencias del estado de conservación de los hábitats de los monos aullador y araña (Tobón et al. 2012). En relación con los Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos, el proyecto y su área de influencia no inciden en alguno de estos sitios, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

Tabla 17. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>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 ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al 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:</p> <p>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos. VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</p>	<p>En función de lo que señala este artículo en los incisos citados, así como de las características y alcances del proyecto se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad regional, sin actividad altamente riesgosa.</p>
<p>Artículo 37 TER. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto se deberá observar cabalmente lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.</p>
<p>Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>En observancia de lo dispuesto en este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usen durante la ejecución del proyecto. En este sentido, 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).</p> <p>Por otro lado, es importante señalar que el proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>emisiones de contaminantes de la atmósfera.</p> <p>Se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que establece la LGEEPA, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas que expide la Secretaría. Asimismo, en observancia de lo dispuesto por este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usen durante la ejecución del proyecto. En este sentido, 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).</p>
<p>Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país. II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.</p>	<p>Para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua aledaños a las áreas del proyecto se prevé la capacitación del personal involucrado en el mismo respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en los escurrimientos y cauces hidrológicos aledaños al proyecto, así como en cualquier otro lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos contaminen y/o obstruyan cauces o cuerpos de agua.</p>
<p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p>	<p>Para prevenir la contaminación del suelo se prevé la colocación de contenedores con tapa en los distintos frentes de trabajo, para que el personal a pie de obra deposite en</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p>	<p>los mismos los residuos sólidos urbanos que genere, mismos que serán debidamente transportados y dispuestos en el sitio más cercano, autorizado por el municipio para tal efecto.</p> <p>Respecto a los residuos peligrosos, durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos para su almacenamiento temporal, previo a la recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto o a su transporte a un centro de acopio autorizado; esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento, toda vez que la generación se estima que será en el rango de microgenerador. El almacén temporal antes mencionado deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p> <p>Finalmente, en relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se pueden consultar a detalle en el capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>Artículo 150.</p>	

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, éstos deberán ser identificados y manejados de acuerdo con lo que establece la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que al respecto expide la Secretaría.</p> <p>El almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se generen, previo a su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto o a su transporte a un centro de acopio autorizado, esto con fundamento en lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento, toda vez que la generación se estima que será en el rango de microgenerador; deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p>
<p>Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con 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, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá avisar a la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento respectivo. En el caso de contratar los servicios de terceros para el manejo y disposición final, se deberá asegurar que dichas empresas estén debidamente autorizadas por la Secretaría para tal efecto.</p>
<p>Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia,</p>	<p>Toda emisión de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como contaminación visual, deberá ajustarse a los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que para cada efecto expida la Secretaría. Llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas que fueren necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>

Artículo - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
<p>adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	

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

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal (Reglamento LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, 2000).

Tabla 18. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 5.</p> <p>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>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.</p> <p>O) Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</p> <p>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental obedece a lo estipulado en el artículo, e incisos citados.</p>

Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Vinculación con el proyecto
cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.	
<p>Artículo 9.</p> <p>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.</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, sin actividad altamente riesgosa.</p>
<p>Artículo 11.</p> <p>Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>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;</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional.</p> <p>De acuerdo con lo que establece el artículo 2 de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, en su inciso c), se entiende por caminos o carreteras aquellos que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.</p>

3.3.1.1.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

El presente Reglamento, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. (Reglamento LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, 1988).

Tabla 19. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 13.</p> <p>Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el</p>	<p>Se deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera que se generen por efecto de la ejecución del proyecto. En este sentido, 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</p>

Artículo - Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	Vinculación con el proyecto
<p>bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>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).</p> <p>Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisión de contaminantes de la atmósfera.</p>
<p>Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.</p>	<p>Siempre que se emitan olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se deberá atender a los límites máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que la Secretaría expide a tal efecto, en coordinación con las secretarías de Economía y Energía.</p>

3.3.1.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

De acuerdo con lo que esta Ley establece en su artículo 1º, ésta es reglamentaria de lo que dispone la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los 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 (LGPGIR, 2003).

Tabla 20. Vinculación del proyecto con la LGPGIR.

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>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</p>	<p>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.</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</p>	
<p>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.</p>	<p>Se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.</p>
<p>Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</p>	<p>Se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.</p>
<p>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.</p>	<p>El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas. 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.</p>
<p>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</p>	<p>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 secretaria, para llevar a cabo ese servicio.</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	
<p>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.</p>	<p>Se deberá notificar a la Secretaría o a las autoridades estatales correspondientes cuando se generen o manejen residuos peligrosos.</p>
<p>Artículos 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.</p>	<p>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 400kg anuales). En este sentido, se deberá atender a las obligaciones que a esta clasificación corresponden.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>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.</p>	<p>En función de que la generación de residuos peligrosos durante el proyecto se estima será por debajo de lo 400kg anuales, y considerando lo que establece el Artículo 42, Fracción III del Reglamento de la presente Ley, el proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo cual, puede transportar los residuos peligrosos que genere, debidamente embalados, a un centro de acopio autorizado, de acuerdo con lo que establece el último párrafo del artículo 85 del referido Reglamento. Así mismo se deberá dar el aviso respectivo ante las autoridades competentes.</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>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 para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>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.</p>	<p>El almacén temporal de residuos peligrosos deberá cumplir con las características y tiempos que menciona el presente artículo.</p>
<p>Artículo 95.</p>	<p>En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que</p>

Artículo - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
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	dispone este artículo respecto a la atención de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales.

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

Este ordenamiento es reglamentario de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribuciones correspondientes a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior. (Reglamento LGPGIR, 2006).

Tabla 21. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 35.</p> <p>Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</p> <p>a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y</p> <p>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</p>	<p>Se deberán identificar los residuos peligrosos de acuerdo con lo que establece el presente artículo.</p>

Artículo - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>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.</p> <p>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.</p>	
<p>Artículo 42.</p> <p>Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p>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;</p> <p>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</p> <p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Artículo 68.</p> <p>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:</p> <p>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.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información</p>	<p>Cuando se dejen de generar residuos peligrosos se deberá presentar ante la Secretaría el aviso correspondiente.</p>

Artículo - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Vinculación con el proyecto
<p>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.</p>	
<p>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 microgeneración de residuos peligrosos.</p>	<p>Cuando se generen residuos peligrosos y deban ser almacenados temporalmente, se deberá atender a los tiempos máximos y condiciones de almacenamiento que establece este artículo.</p>
<p>Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.</p>	<p>El almacenamiento de residuos peligrosos de forma temporal no deberá exceder un periodo de 6 meses.</p>
<p>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.</p>	<p>Como microgenerador de residuos peligrosos se podrán transportar 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.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>

3.3.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Esta Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional, sus disposiciones son de orden e interés público, así como de observancia general en todo el territorio nacional. El objeto de la LGDFS

es regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, 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 (LGDFS, 2018).

Tabla 22. Vinculación del proyecto con la LGDFS.

Artículo-Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 3. Son objetivos específicos de esta Ley: VII. Recuperar y desarrollar bosques en terrenos forestales degradados y terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural;</p>	<p>En relación con lo que dispone este artículo, se tiene contemplada la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas de la zona.</p>
<p>Artículo 4. Se declara de utilidad pública: I. La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrográficas, y II. La ejecución de obras destinadas a la conservación, restauración, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales.</p>	<p>El proyecto no impacta de forma significativa al ecosistema forestal de la zona siempre y cuando se lleven a cabo las medidas de mitigación y compensación propuestas en el capítulo 6 de este estudio, así como las acciones de rescate y reubicación de fauna, y de reforestación. Así mismo deberán llevarse a cabo en tiempo y forma las acciones preventivas y en su caso correctivas para evitar la contaminación del suelo, agua y atmosfera. Dichas acciones coadyuvarían a la protección del ecosistema y a la conservación de los servicios ambientales que genera.</p>
<p>Artículo 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 de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; LXXI. Terreno forestal: Es 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. 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,</p>	<p>Toda vez que, para la ejecución del proyecto se requiere la remoción de vegetación en terrenos forestales, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en observancia de lo que establecen las fracciones citadas.</p>

Artículo-Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.	

3.3.1.4 Ley General de Vida Silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público e interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en relación con la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción (LGVS, 2000).

Tabla 23. Vinculación del proyecto con la LGVS.

Artículo - Ley General de Vida Silvestre.	Vinculación con el proyecto
<p>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.</p>	<p>Todo el personal involucrado en el proyecto, en todas sus fases, será instruido para que observe una actitud de respeto hacia la vida silvestre, evitando cualquier acto que la destruya, dañe o perturbe. Para cumplir con esto, se llevará a cabo una capacitación ambiental que se impartirá al personal involucrado en el proyecto.</p>
<p>Artículo 5. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.</p>	<p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, se considera que el mismo no representa una amenaza para la diversidad biológica y funcionalidad del ecosistema en que se inserta, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas de mitigación y compensación de los impactos negativos generados por el proyecto sobre el ambiente natural. Asimismo, deberán llevarse a cabo en tiempo y forma las acciones encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la generación de contaminantes al aire, agua y suelo.</p> <p>En relación con la fauna, se contempla la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna y la instalación de señalética ambiental de presencia y cruce de fauna silvestre, entre otras acciones que pueden consultarse a detalle en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>Artículo 122. Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley. XXIII. Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo se instruirá al todo el personal a pie de obra, para que conozca la responsabilidad y obligación de evitar en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.</p>

Artículo - Ley General de Vida Silvestre.	Vinculación con el proyecto
respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.	

3.3.1.5 Ley de Aguas Nacionales.

Esta ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, así como de carácter de público e interés social. El objeto de la Ley de Aguas Nacionales es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable (LAN, 1992). A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Tabla 24. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo - Ley de Aguas Nacionales.	Vinculación con el proyecto
<p>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 términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se instruirá a todo el personal involucrado en el proyecto para que el mismo evite arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales: basura, materiales, lodos u otros desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas de los cauces aledaños, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos por las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.</p> <p>Por otro lado, es importante mencionar que no se pretende la descarga de aguas residuales, ni contaminantes en el suelo, subsuelo, corrientes o depósitos de agua. Asimismo, se instruirá al personal involucrado en el proyecto para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria.</p>

3.3.1.6. Ley General de Cambio Climático.

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. 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. (LGCC, 2012). A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Tabla 25. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Artículo - Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
Artículo 26.	En observancia a lo que establece este artículo, y como medida para reducir al mínimo la

Artículo - Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
<p>En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p> <p>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;</p> <p>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</p> <p>XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.</p>	<p>emisión de contaminantes, así como los impactos negativos sobre el ambiente, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma las medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se describen en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>

3.3.1.7 Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo con la fracción XI del artículo 3 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas son “regulaciones técnicas de observancia obligatoria, expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación”(Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 1992). A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas que resultan aplicables.

Tabla 26. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
<p>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.</p>	<p>En observancia de lo que establece la presente norma, deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que sea necesario a los vehículos que se utilicen para el desarrollo del proyecto, con el fin de cumplir con los límites máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma.</p>
<p>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.</p>	<p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario a los vehículos que se utilicen, para cumplir lo establecido en esta norma.</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
<p>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.</p>	<p>Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, a todos los vehículos que utilicen diésel como combustible, para cumplir establecido en esta norma.</p>
<p>NOM-050 SEMARANT-2018. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.</p>	<p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a los vehículos que utilicen gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustible, para que las emisiones de gases contaminantes que emitan se encuentren por debajo de los límites máximos permitidos por esta norma.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se atenderá en todo momento al manejo, transporte y disposición que marca esta norma.</p>
<p>NOM-054- SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá atender a las determinaciones de incompatibilidad entre dichos residuos, establecidas en la presente norma, para un correcto manejo, transporte y almacenamiento.</p>
<p>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.</p>	<p>En el caso de la flora, durante la visita de campo se registró la presencia de la especie <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro rojo), la cual se encuentra sujeta a protección especial. En relación con esta especie, se pretende el rescate de germoplasma.</p> <p>Respecto a la fauna, durante la visita campo se registró la presencia de las siguientes especies.</p> <p>Anfibios: <i>Lithobates brownorum</i> (Rana leopardo) – Sujeta a Protección Especial.</p> <p>Reptiles: <i>Rhinoclemmys areolata</i> (tortuga mojina de monte) – Amenazada. <i>Iguana iguana</i> (Iguana verde) – Sujeta a Protección Especial.</p> <p>Aves: <i>Cathartes burrovianus</i> (Zopilote sabanero)- Sujeta a Protección Especial. <i>Geranospiza caerulescens</i> (Gavilán zancón) – Amenazada.</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	<p><i>Leptodón cayanensis</i> (Gavilán cabeza gris) – Sujeta a Protección Especial.</p> <p><i>Rostrhamus sociabilis</i> (Gavilán caracolero)- Sujeta a Protección Especial.</p> <p><i>Mycteria americana</i> (Cigüeña americana) – Sujeta a Protección Especial.</p> <p><i>Eupsittula nana</i> (Perico pecho sucio) – Sujeta a Protección Especial.</p> <p>Como medida de protección de las especies arriba citadas, se prevé la ejecución de un programa de rescate y reubicación de herpetofauna, la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre y la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, entre otras medidas. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de esta MIA-R.</p> <p>Asimismo, es importante mencionar que con la ejecución del programa de reforestación con especies nativas que se pretende llevar a cabo, se contribuiría a la creación de nuevos nichos ecológicos en la zona, los cuales podrían ser aprovechados por las especies arriba citadas.</p> <p>En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como del estado actual del ecosistema en que el mismo se inserta, se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, el mismo no representa una amenaza para las poblaciones de las especies arriba citadas.</p>

3.3.2 Leyes y Reglamentos Estatales.

3.3.2.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

De acuerdo con lo que establece su artículo 1º, esta ley es de orden público e interés social; sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente, conforme a las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y disposiciones que de la misma emanen. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

Tabla 27. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 80.</p> <p>Para la protección de la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La calidad del aire debe de ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del Estado; y</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, 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 y NOM-167-SEMARNAT-2017).</p> <p>Es importante señalar que el proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisiones de contaminantes de la atmósfera.</p>
<p>Artículo 81.</p> <p>Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, se atenderán las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría Federal.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto se deberá observar cabalmente lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.</p>
<p>Artículo 84.</p> <p>No podrán emitirse contaminantes a la atmósfera, generados en el territorio de la Entidad, que ocasionen o puedan ocasionar daños al ambiente o desequilibrios ecológicos. En todas las emisiones a la atmósfera se deberán observar las previsiones de la Ley General, del presente ordenamiento, de</p>	<p>Se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que establece la LGEPA, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas que expide la Secretaría. Asimismo, en observancia de lo dispuesto por</p>

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p>sus disposiciones reglamentarias, así como de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación.</p>	<p>este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se utilicen durante la ejecución del proyecto.</p> <p>En este sentido, 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).</p>
<p>Artículo 89. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado deberán verificar en forma periódica sus vehículos, mediante los sistemas y en los lugares que al efecto se establezcan, con el propósito de controlar las emisiones contaminantes.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se deberá realizar el mantenimiento necesario a los vehículos automotores que se utilicen, para asegurar que los mismos no rebasan los límites permitidos de emisión de contaminantes atmosféricos establecidos en la normatividad aplicable.</p>
<p>Artículo 93. Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios: I. La prevención y el control de la contaminación del agua es fundamental, para evitar que se reduzca su disponibilidad, así como para proteger los ecosistemas del Estado; II. Corresponde al Estado, a sus Municipios y a la sociedad, prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se instruirá al personal involucrado en el proyecto para que evite en todo momento, arrojar o depositar en cuerpos de agua y zonas federales: basura, materiales, lodos y/o desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre puedan contaminar los cauces y aguas de la zona. En este sentido, se capacitará al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello.</p> <p>Se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su</p>

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 110.</p> <p>No podrán emitirse ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, ni olores que rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría Federal.</p>	<p>recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, olores, vapores, gases y/o contaminación visual; se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas para asegurar que dichas emisiones no rebasan los límites máximos permisibles establecidos para tal efecto por las Normas Oficiales Mexicanas y en los criterios y normas técnicas estatales que a tal efecto resulten aplicables.</p> <p>Cabe destacar que, como medida de prevención, se prohibirá la generación de ruido en horario nocturno (22:00 p. m. a 6:00 a. m.). Asimismo, se verificará que los vehículos utilizados para los fines del proyecto cumplan con los límites de emisión de ruido establecidos en la norma NOM-080-SEMARNAT-1994. La totalidad de las medidas preventivas para reducir la emisión de ruido pueden ser consultadas en el capítulo VI esta MIA-R.</p>
<p>Artículo 112.</p> <p>En la construcción de obras, instalaciones, o en la realización de actividades que generen ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores, deberán llevarse a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes.</p>	<p>Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, olores, vapores, gases y/o contaminación visual; se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas para asegurar que dichas emisiones no rebasan los límites máximos permisibles establecidos para tal efecto por las Normas Oficiales Mexicanas y en los criterios y normas técnicas estatales que a tal efecto resulten aplicables.</p>
<p>Artículo 128.</p> <p>En el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos se deberá prevenir:</p> <p>I. La contaminación del suelo;</p> <p>II. Las alteraciones en el proceso biológico de los suelos;</p> <p>III. Las alteraciones en el suelo, que afecten su aprovechamiento, uso o explotación; y</p> <p>IV. Los riesgos de daños a la salud pública.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se contemplan distintas acciones para evitar y reducir al mínimo la contaminación del suelo, entre las que se encuentra la colocación de contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Asimismo, se prevé la capacitación del personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir</p>

Artículo - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	Vinculación con el proyecto
	al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona.

3.3.2.2 Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.

De acuerdo con lo que esta ley establece en su artículo 1º, la misma es de observancia general y obligatoria en todo el territorio del Estado de Campeche, sus disposiciones son de orden público e interés social. La presente Ley aplica a los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligroso en el ámbito estatal que se generen, dispongan y depositen en el territorio del Estado de Campeche, así como a los suelos que se contaminan por el contacto con dichos residuos y a todas las personas físicas o morales que se encuentren en el territorio del Estado de Campeche que generen o hayan generado, dispuesto, tratado, acopiado, almacenado, reutilizados, transformado, remanufacturado o depositado hasta su disposición final residuos, o contaminado suelos en el territorio del Estado.

Tabla 28. Vinculación del proyecto con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos del de Campeche

Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 7. Es responsabilidad de los productores de bienes y de los consumidores el controlar la cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen como subproducto del consumo.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo se prevé instruir al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona. Al mismo tiempo, se dispondrán contenedores para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p>

<p>Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.</p>	<p>Vinculación con el proyecto</p>
<p>Artículo 21. Son Residuos Peligrosos aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece la Ley General.</p>	<p>Durante la ejecución del proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos. Por lo tanto, se prevé la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con las características que establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas. 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.</p>
<p>Artículo 23. Las personas consideradas como Microgeneradores de Residuos Peligrosos están obligadas a registrarse ante la Secretaría; sujetarse a los planes de manejo de los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades del gobierno del Estado y de los Municipios; 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 la Secretaría, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 de la Ley General.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se deberá realizar el registro correspondiente ante la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático de Campeche.</p>
<p>Artículo 29. Es obligación de toda persona física o moral generadora de residuos sólidos urbanos: I. Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos urbanos; II. Conservar limpias las vías públicas y áreas comunes;</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se deberá participar en los planes y/o programas que hayan sido establecidos por las autoridades competentes para prevenir y reducir la generación de residuos sólidos urbanos. Por otro lado, se contempla la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la</p>

<p>Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.</p>	<p>Vinculación con el proyecto</p>
<p>IV. Separar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, y entregarlos para su recolección de acuerdo a lo que establezcan los Reglamentos Municipales o el de la presente Ley;</p> <p>VI. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso;</p> <p>VII. Almacenar los residuos correspondientes con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas o los ordenamientos jurídicos del Estado, a fin de evitar daños a terceros y facilitar su recolección;</p>	<p>generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona. Para prevenir la contaminación de la zona y la proliferación de fauna nociva, se dispondrán contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere, así como de manera separada deposite los residuos orgánicos que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpieza.</p>
<p>Artículo 39. Los Generadores de Residuos Peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos como peligrosos de conformidad con las disposiciones contenidas Ley General y en su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas. En cualquier caso, los microgeneradores 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.</p>	<p>El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas. 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. 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.</p>
<p>Artículo 74. En relación con la generación, manejo y disposición final de residuos, se prohíbe: I. Verter residuos en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines; II. Incinerar residuos a cielo abierto, utilizarlos en calderas u otros equipos de combustión o dar tratamiento a residuos sin la autorización correspondiente; III. Tratar o disponer finalmente de residuos en áreas no destinadas para dichos fines;</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se contempla la capacitación del personal involucrado en el proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona. Para prevenir la contaminación de la zona y la proliferación de fauna nociva, se dispondrán contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido que genere, así como de</p>

Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.	Vinculación con el proyecto
	<p>manera separada deposite los residuos orgánicos que genere. Posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia.</p> <p>Se instruirá al personal a pie de obra para que evite en todo momento encender fogatas o quemar basura o vegetación. El uso del fuego quedará prohibido para el personal y no se utilizará para ninguna etapa ni actividad del proyecto.</p>
<p>Artículo 83. Será competencia de esta Ley regular los residuos peligrosos generados por los microgeneradores, o los establecimientos que generen hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, y toda vez que se estima que el proyecto genere una cantidad menor de 400kg al año de residuos peligrosos; el mismo, se sujetará a las regulaciones establecidas por el Gobierno del Estado de Campeche para los microgeneradores de residuos peligrosos.</p>
<p>Artículo 84. Se deberán manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquellas que sean incompatibles entre sí en términos de las Normas Oficiales Mexicanas.</p>	<p>Se prohibirá la mezcla y dilución de residuos que puedan constituir un riesgo para la salud pública.</p> <p>Se deberá atender a las determinaciones de incompatibilidad entre dichos residuos, establecidas en la NOM-054- SEMARNAT-1993, para un correcto manejo, transporte y almacenamiento.</p>
<p>Artículo 85. Los residuos peligrosos se deberán almacenar en envases o tambos cerrados y en un área que reúna las condiciones adecuadas: señalización, ventilación, sistema contra incendios o extintor, dique o sistema de contención en su caso.</p>	<p>El almacén temporal antes mencionado deberá cumplir con las características necesarias para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p>
<p>Artículo 86. Los envases que contengan residuos peligrosos se deberán identificar con rotulas que señalen su nombre, características, nombre, número telefónico y dirección del generador para reportar emergencias y fecha de envasado del residuo. Los residuos peligrosos serán responsabilidad del generador desde su generación hasta su disposición final.</p>	<p>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.</p>
<p>Artículo 88. Para transportar residuos peligrosos por si solos, los microgeneradores deberán contar con permiso de la Secretaría, o en caso de no transportarlos el propio microgenerador deberá contratar a las empresas autorizadas por la Secretaría del Medio</p>	<p>Si el promovente decide transportar los residuos peligrosos que genere, deberá obtener previamente el permiso de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático de Campeche.</p>

Artículo - Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Manejo Especial y Peligrosos de Campeche.	Vinculación con el proyecto
Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para tal fin.	

Conclusiones

Una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental, así como con los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial que resultaron aplicables; se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las características y condiciones del ecosistema en que se inserta; la ejecución de este no contraviene estrategia o criterio alguno establecido en los citados instrumentos. Por otro lado, el proyecto presenta coincidencias con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con el Programa de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 del Gobierno del Estado de Campeche y el Plan de Desarrollo Municipal de Candelaria, Campeche. Asimismo, el proyecto presenta vinculación positiva con la acción específica A051 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, la cual busca *Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.*

En función de su ubicación, características y alcances, se encontró que la ejecución del proyecto contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios del camino que se pretende modernizar, y haciendo más eficiente el transporte de personas bienes y servicios en la zona, al tiempo de impulsar la integración logística de las localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche; contribuyendo finalmente a que México cuente con una red carretera más segura y eficiente. Cabe mencionar que, de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de rezago social Alto. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de marginación Alto.

En relación con los objetivos de conservación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas, regiones prioritarias para la conservación y demás instrumentos de conservación y protección de los ecosistemas y la biodiversidad que resultaron aplicables, se encontró que, en función tanto de las características, ubicación y alcances del proyecto, así como del estado actual que guardan los ecosistemas de la zona en que se inserta, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa un incremento significativo en la fragmentación que presenta actualmente el ecosistema, así como tampoco representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la generación de servicios ambientales.

Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables, de los tres niveles de gobierno, se encontró que el mismo no presenta controversia

alguna con la normatividad aplicable, siempre y cuando se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de 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.

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 10

4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.	10
4.1.1 Delimitación DEL SAR	10
4.1.1.1 Introducción	10
4.1.1.2 Metodología	11
4.1.1.3 Resultados	15
4.1.2 Delimitación del Área de influencia	16
4.1.2.1 Introducción.	16
4.1.2.2 Metodología.	17
4.1.2.3 Resultados	20
4.2 Caracterización y análisis del Sistema ambiental regional	21
4.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.	21
4.2.1.1 Medio abiótico	21
4.2.1.2. Medio biótico	44
4.2.1.4 Medio socioeconómico	170
4.2.1.5 Paisaje	173
.3 Diagnóstico ambiental	181
4.3.1 Ponderación de factores ambientales.	182
4.3.1.1 Metodología	182
4.3.1.2 Resultados	185
4.3.1.3 Conclusión	187

Índice de figuras

Figura 1. Georreferenciación del proyecto.	11
Figura 2. POEGT	12
Figura 3. Ordenamientos ecológicos locales del estado de Campeche	12
Figura 4. Áreas naturales federales, estatales, municipales, ejidales y privadas.	13
Figura 5. Geomorfología (Provincia Fisiográfica).	13
Figura 6. Hidrología superficial	14
Figura 7. Límites del marco geoestadístico.	14
Figura 8. Sobreposición de poligonales relevantes.	15
Figura 9. Sistema Ambiental Regional Final.	16
Figura 10. Polígonos buffers delimitados para el proyecto, polígono de 45m en color rojo y polígono de 635m en color naranja.	20
Figura 11. Polígono final del área de influencia en color amarillo y el eje del proyecto en color verde.	21
Figura 12. Planicies observadas dentro del SAR	29
Figura 13. Provincia fisiográfica dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	31
Figura 14. Subprovincia fisiográfica dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	32
Figura 15. Edafología dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	34
Figura 16. Distribución espacial de hidrología superficial dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico	36
Figura 17. Distribución espacial de microcuencas dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	37
Figura 18. Cuerpos de agua observados dentro del SAR. Ningún cuerpo de agua se encuentra en el área de proyecto ni se afectado.	38
Figura 19. Distribución espacial de hidrología subterránea dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	39
Figura 20. Acuífero dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.	40
Figura 21. Condiciones actuales y su influencia para las condiciones del aire en la región.	44
Figura 22. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información.	46
Figura 23. Recorridos realizados dentro de las áreas del proyecto (AP), incluye AI/DV/LC.	47
Figura 24. Recorridos realizados fuera de las áreas del proyecto (SAR).	47
Figura 25. Levantamiento fotográfico a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos realizados.	47
Figura 26. Empleo de Dron (DJI Phantom 3 Advanced), las imágenes muestran los sobrevuelos realizados dentro del SAR, AI y LC.	48
Figura 27. En cada punto de despegue se tomó una coordenada con la ayuda de un GPS y posteriormente se tomó una fotografía aérea perpendicular con el Drone para tener una referencia espacial ubicando una diana de control.	48
Figura 28. Fotografías aéreas que muestran diferentes matrices del paisaje dentro del SAR/AI/LC.	49

Figura 29. Fotografías aéreas que muestran las condiciones actuales del camino dentro de la LC.	49
Figura 30. Interpretación esquemática de los muestreos determinados para el proyecto.	51
Figura 31. Representación esquemática de las dos unidades de análisis consideradas para los MP / MSAR.	52
Figura 32. Se llegó a cada sitio de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto mediante empleo de GPS; posteriormente se ubicó cada sitio de muestreo y se marcó el centro como referencia.	53
Figura 33. Marcado del centro en cada sitio de muestreo, mediante la colocación de etiquetas de poliestireno y cinta flaggin, para su fácil identificación en campo como punto de referencia espacial.	53
Figura 34. Trazado de parcelas de muestreo de 400 m ² y 1 m ² , para levantar información de árboles/arbustos/herbáceas (MP/MSAR).	54
Figura 35. Evidencia fotográfica que muestra la medición de diámetros y registro de datos correspondientes para las especies registradas en los diferentes estratos de cada sitio de muestreo (MP/MSAR).	55
Figura 36. Matriz de paisaje muy fragmentada, donde se observan algunos parches con selva y muchas otras áreas con pastizal cultivado.	64
Figura 37. Desplazamiento y pérdida de coberturas que presentaban selva.	65
Figura 38. En algunas áreas dentro de la LC del proyecto se encuentra la VS/SMQ misma que presenta una continuidad con la vegetación hacia las áreas del DDV, AI y SAR.	68
Figura 39. En otros casos la VS/SMQ únicamente se observa a nivel de paisaje desde el camino, mostrándose con algunos parches dispersos entre los pastizales cultivados donde se pastorea y predomina el ganado.	68
Figura 40. Algunas palmeras se observan entre los pastizales cultivados.	69
Figura 41. Dentro de la LC del proyecto se encuentran escasas áreas que albergan VS/SMQ.	70
Figura 42. Fotografía aérea que muestra claramente una sucesión secundaria en áreas que han sido abandonadas.	71
Figura 43. Fotografías aéreas que muestran algunas áreas dentro de la LC donde se encuentran árboles y arbustos aislados y dispersos, así como cercos vivos que no forman coberturas forestales.	71
Figura 44. Camino actual que pretende ser modernizado.	72
Figura 45. Extensas áreas dentro del SAR/AI/DDV y LC se observan ocupadas por pastizales cultivados donde el ganado forrajea libremente.	73
Figura 46. Las amplias extensiones de pastizales incluso llegan hasta el camino actual, por lo que algunas superficies dentro de la LC la cobertura que se desarrolla forma parte de los PC.	73
Figura 47. Dentro de la LC es frecuente observar áreas con una gran presencia de malezas ruderales, consideradas como parte de la vegetación de borde, sitios donde no se presentan coberturas forestales donde se observan uno que otro árbol o arbusto aislado y disperso.	74
Figura 48. Incremento poblacional que va en aumento de la comunidad de El Desengaño.	75

Figura 49. Referencias espaciales y levantamiento de información de la especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	81
Figura 50. Fotografías de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	82
Figura 51. Mediante un trabajo de SIG se referencio la distribución y ubicación espacial potencial de la especie incluida en la NOM-059 y observadas dentro del AI/DDV/LC. Consultar anexo 2 – 2.5.	82
Figura 52. Mediante un trabajo de SIG se referencio la distribución y ubicación espacial potencial de la especie incluida en la NOM-059 y observadas en el SAR. Consultar anexo 2 – 2.5.	83
Figura 53. <i>Cedrela odorata</i> (Cedro), especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	84
Figura 54. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), superficies que incluyen el AI/DDV/LC. Consultar anexo 2 – 2.1.	87
Figura 55. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), superficies que incluyen SAR. Consultar anexo 2 – 2.1.	87
Figura 56. Ejemplo que indica las áreas del SAR a partir de los límites del derecho de vía del proyecto.	136
Figura 57. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de anfibios y reptiles en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.	137
Figura 58. Ejemplo de microhábitats para la búsqueda de anfibios y reptiles.	138
Figura 59. Búsquedas activas de anfibios y reptiles durante las visitas de campo.	138
Figura 60. Equipo básico de campo para el muestreo de anfibios y reptiles.	138
Figura 61. Localización de los puntos de conteo para la búsqueda aves en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.	139
Figura 62. Ejemplo de toma de registros de aves mediante el uso de cámaras profesionales.	140
Figura 63. Equipo básico de campo para el muestreo de aves.	140
Figura 64. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de mamíferos en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional, además de la ubicación de las fototrapas instaladas.	141
Figura 65. Equipo básico de campo para el muestreo de mamíferos.	142
Figura 66. Ejemplo de rastros de mamíferos.	142
Figura 67. Ejemplo de la instalación de algunas fototrapas para el registro de mamíferos.	143
Figura 68. Especies de herpetofauna referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo. A: <i>Lithobates brownorum</i> ; B: <i>Rhinoclemys areolata</i> y C: <i>Iguana iguana</i> .	145
Figura 69. Distribución de las especies de herpetofauna registradas en campo.	147
Figura 70. Especies de aves en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: <i>Cathartes burrovianus</i> ; B: <i>Geranospiza caerulescens</i> ; C: <i>Leptodon cayanensis</i> ; D: <i>Rostrhamus sociabilis</i> ; E: <i>Mycteria americana</i> ; F: <i>Eupsittula nana</i> .	151
Figura 71. Especies de aves exóticas registradas en campo. A: <i>Bubulcus ibis</i> ; B: <i>Columba livia</i> ; C: <i>Streptopelia decaocto</i> .	152

Figura 72. Especies de mamíferos registrados de modo directo e indirecto A: <i>Sylvilagus floridanus</i> ; B: <i>Procyon lotor</i> ; C: <i>Nasua narica</i> ; D: <i>Urocyon cinereoargenteus</i> ; E: <i>Didelphis marsupialis</i> .	158
Figura 73. Distribución espacial de las especies de mamíferos registrados en el eje del proyecto y el SAR.	160
Figura 74. Ejemplares atropellados y colisionados registrados en la carretera actual del proyecto. A, B, C y D: <i>Incilius valliceps</i> ; E: <i>Volatinia jacarina</i> ; F y G: <i>Nyctidromus albicollis</i> .	162
Figura 75. Sitios prioritarios para la conservación de primates. Nótese que el eje del proyecto y áreas adyacentes se encuentran fuera de las zonas prioritarias.	163
Figura 76. Fragmentación del ecosistema.	165
Figura 77. Áreas con mayor exposición a la influencia antrópica.	166
Figura 78. Una de las actividades primarias en la región es la ganadería, misma que ha impactado amplias extensiones que tenían selva.	167
Figura 79. Ejemplo de dos sitios importantes en las cercanías al inicio del eje del proyecto y al final de este.	168
Figura 80. Desplazamiento de la selva para dar paso a pastizales cultivados.	169
Figura 81. Imágenes negativas del impacto ambiental en el eje del proyecto y en áreas aledañas.	169
Figura 82. Distribución espacial de los sitios de evaluación para el paisaje visual.	176
Figura 83. Vistas panorámicas que muestran un paisaje transformado para fines ganaderos.	178
Figura 84. Vistas panorámicas que muestran un paisaje con algunos elementos naturales que realzan su condición y su atractivo.	179
Figura 85. Imágenes panorámicas de sitios relativamente conservados a lo largo del eje del proyecto.	180
Figura 86. Imágenes panorámicas de sitios altamente impactados para la ganadería a lo largo del eje del proyecto.	181
Figura 87. Ubicación espacial de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental.	184
Figura 88. Sitio 1 y 3.- Áreas en estado de conservación significativa adyacentes al camino actual.	186
Figura 89. Sitio 2 y 5.- Áreas modificadas para actividades agropecuarias, donde aplican el derribo y quema de la vegetación.	187

Índice de graficas

Gráfica 1. Distancias por impactos posibles por el proyecto.	19
Gráfica 2. Emisiones registradas para el municipio de Candelaria	43
Gráfica 3. Riqueza florística por grupo taxonómico.	76
Gráfica 4. Número de especies por familias dominantes.	77
Gráfica 5. Géneros con especies más representativas en base al mayor núm. de especies.	78
Gráfica 6. Formas de vida representadas en la zona de estudio.	79
Gráfica 7. Origen florístico de las especies registradas.	80

Gráfica 8. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).	90
Gráfica 9. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).	91
Gráfica 10. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).	91
Gráfica 11. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).	93
Gráfica 12. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).	93
Gráfica 13. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).	94
Gráfica 14. Curva de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos.	96
Gráfica 15. Intervalos de confianza.	97
Gráfica 16. Curva de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos.	98
Gráfica 17. Intervalos de confianza.	99
Gráfica 18. Abundancia proporcional de las especies (AR).	111
Gráfica 19. Abundancia proporcional de las especies (AB).	113
Gráfica 20. Abundancia proporcional de las especies (HI).	114
Gráfica 21. Abundancia proporcional de las especies (AR).	115
Gráfica 22. Abundancia proporcional de las especies (AB).	117
Gráfica 23. Abundancia proporcional de las especies (HI).	118
Gráfica 24. Número de especies para los cuatro grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto y el sistema ambiental regional.	144
Gráfica 25. Acumulación de especies de herpetofauna para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	148
Gráfica 26. Acumulación de especies de herpetofauna para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	149
Gráfica 27. Acumulación de especies de aves para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	156
Gráfica 28. Acumulación de especies de aves para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	157
Gráfica 29. Acumulación de especies de mamíferos para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.	161
Gráfica 30. Riqueza de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia para el SAR.	162
Gráfica 31. Disponibilidad de servicios básicos	171
Gráfica 32. Alumnos inscritos en educación básica	172
Gráfica 33. Comparación de los diferentes valores de calidad paisajística obtenida para cada sitio de muestreo.	179
Gráfica 34. Comparación de los diferentes valores promedio de calidad para los factores evaluados.	180
Gráfica 35. Comparativa de la calidad ambiental por sitio de muestreo.	186

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de impactos registrados en diferentes estudios, publicada en “Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads” (2005).	17
Tabla 2. Tabla de impactos y su relación con el proyecto.	18
Tabla 3. Climas dentro del SAR y su representatividad en superficie	22
Tabla 4. Precipitación registrada por la estación climática en el municipio en Candelaria.	23
Tabla 5. Temperatura registrada por la estación en el municipio en Candelaria.	24
Tabla 6. Número de días por evento registrado por la estación climática.	25
Tabla 7. Unidades geológicas presentes en el SAR.	27
Tabla 8. Provincia fisiográfica en el SAR	30
Tabla 9. Distribución de la subprovincia fisiográfica.	32
Tabla 10. Subprovincia fisiográfica en el SAR	32
Tabla 11. Suelos registrados en el SAR y su porcentaje de representatividad espacial.	34
Tabla 12. Hidrología superficial en el SAR	35
Tabla 13. Microcuencas hidrológicas dentro del SAR.	36
Tabla 14. Hidrología subterránea presente en el SAR.	39
Tabla 15. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto	41
Tabla 16. Ecurrimiento medio anual dentro del SAR	41
Tabla 17. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto.	42
Tabla 18. Componentes emitidos a la atmosfera en Candelaria	43
Tabla 19. Tipo de vegetación descrita en este proyecto y su equivalencia aproximada con otros sistemas de clasificación (Rzedowski, 1978).	66
Tabla 20. Clasificación taxonómica de los registros obtenidos.	75
Tabla 21. Especie de flora registrada directamente con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	81
Tabla 22. Coordenadas UTM que conforman el vértice central de cada sitio de muestreo (MP).	88
Tabla 23. Coordenadas UTM que conforman el vértice central de cada sitio de muestreo (MSAR).	88
Tabla 24. Riqueza y abundancia florística por sitio de muestreo para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI)	89
Tabla 25. Riqueza y abundancia florística por sitio de muestreo en el SAR, para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI).	92
Tabla 26. Valor de importancia por especie (AR).	100
Tabla 27. Valor de importancia por especie (AB).	101
Tabla 28. Valor de importancia por especie (HI).	104
Tabla 29. Valor de importancia por especie (AR).	104
Tabla 30. Valor de importancia por especie (AB).	107
Tabla 31. Valor de importancia por especie (HI).	109
Tabla 32. Diversidad de especies (AR).	119

Tabla 33. Índices de diversidad de especies, árboles.	120
Tabla 34. Diversidad por sitio de muestreo (AR).	121
Tabla 35. Diversidad de especies (AB).	121
Tabla 36. Índices de diversidad de especies, arbustos.	123
Tabla 37. Diversidad por sitio de muestreo (AB).	123
Tabla 38. Diversidad de especies (HI).	124
Tabla 39. Índices de diversidad de especies, herbáceas	124
Tabla 40. Diversidad por sitio de muestreo (HI).	125
Tabla 41. Diversidad de especies (AR).	125
Tabla 42. Índices de diversidad de especies, árboles.	127
Tabla 43. Diversidad por sitio de muestreo (AR).	127
Tabla 44. Diversidad de especies (AB).	127
Tabla 45. Índices de diversidad de especies, arbustos	129
Tabla 46. Diversidad por sitio de muestreo (AB).	130
Tabla 47. Diversidad de especies (HI).	130
Tabla 48. Índices de diversidad de especies, herbáceas.	131
Tabla 49. Diversidad por sitio de muestreo (HI).	131
Tabla 50. Resultados obtenidos para cada estrato en las unidades estudiadas.	132
Tabla 51. Listado herpetofaunístico de las especies registradas en el área del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; E: Endémica; NE: No endémica; Ex: Exótica.	145
Tabla 52. Abundancias de las especies de herpetofauna registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.	146
Tabla 53. Abundancias de las especies de herpetofauna registradas en el SAR. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.	146
Tabla 54. Datos ecológicos generales de la herpetofauna registrada en el eje del proyecto y el SAR.	147
Tabla 55. Listado de las especies de aves registradas en el área del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; E: Endémica; NE: No endémica; CE: Cuasiendémica; SE: Semiendémica; Ex: Exótica.	149
Tabla 56. Abundancias de las especies de aves registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; O: ocasional; F: frecuente y R: rara.	152
Tabla 57. Abundancias de las especies de aves registradas en el SAR. AB: abundante; O: ocasional; F: frecuente y R: rara.	153
Tabla 58. Datos ecológicos generales de las aves registradas en el eje del proyecto y el SAR.	156
Tabla 59. Listado de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto y el SAR. NE: No endémica.	157
Tabla 60. Abundancias de la especie de mamífero registrada en el eje del proyecto. O: ocasional.	158
Tabla 61. Abundancias de las especies de mamíferos registradas en el SAR. O: ocasional; F: frecuente y R: rara.	158

Tabla 62. Datos ecológicos generales de los mamíferos registrados en campo	159
Tabla 63. Distribución de la población en grupos de edad entre el 2005 y el 2010	170
Tabla 64. Matriz de evaluación para el paisaje visual.	174
Tabla 65. Escala de calidad paisajística.	177
Tabla 66. Distribución espacial de los sitios de evaluación para el paisaje visual	178
Tabla 67. Matriz para la evaluación de la calidad ambiental.	182
Tabla 68. Coordenadas geográficas de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental in situ.	184
Tabla 69. Escala de calidad ambiental y rango de valores	184
Tabla 70. Resultados obtenidos de la evaluación ambiental por sitio de muestreo	185

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

4.1.1 Delimitación DEL SAR

4.1.1.1 Introducción

Para delimitar el área de estudio denominado como Sistema Ambiental Regional (SAR), se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados, cabe señalar que la delimitación del SAR equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas donde se inserta el proyecto derivada de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos¹.

Se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.

Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se aplicarán por lo menos los siguientes criterios:

a) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos; b) factores sociales (poblados cercanos); c) rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros; d) tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); y e) usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (sí existieran) ².

¹ http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf

² https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu_a_MIA_Particular_Comunicaciones.pdf

4.1.1.2 Metodología

A continuación, en diferentes procesos, se realizaron los procedimientos de georreferenciación y selección multicriterio en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para obtener un polígono que tenga las características solicitadas

A. Georreferenciación del proyecto.

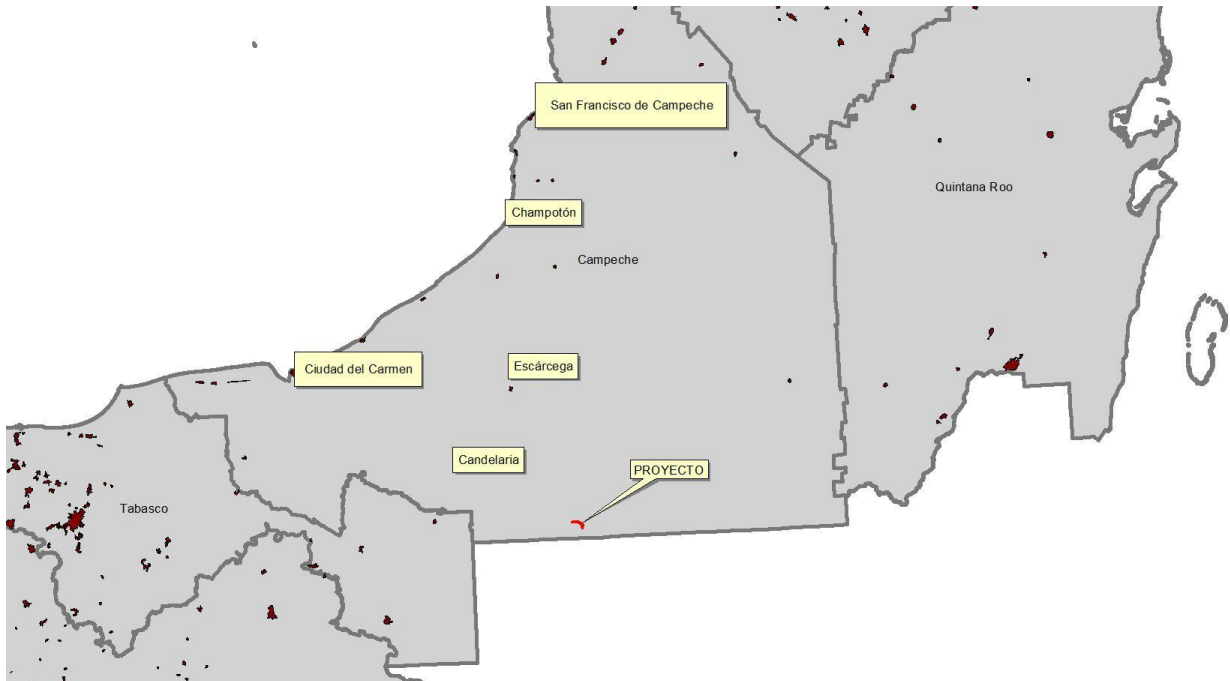


Figura 1. Georreferenciación del proyecto.

B. Capas Analizadas para determinar los límites del SAR

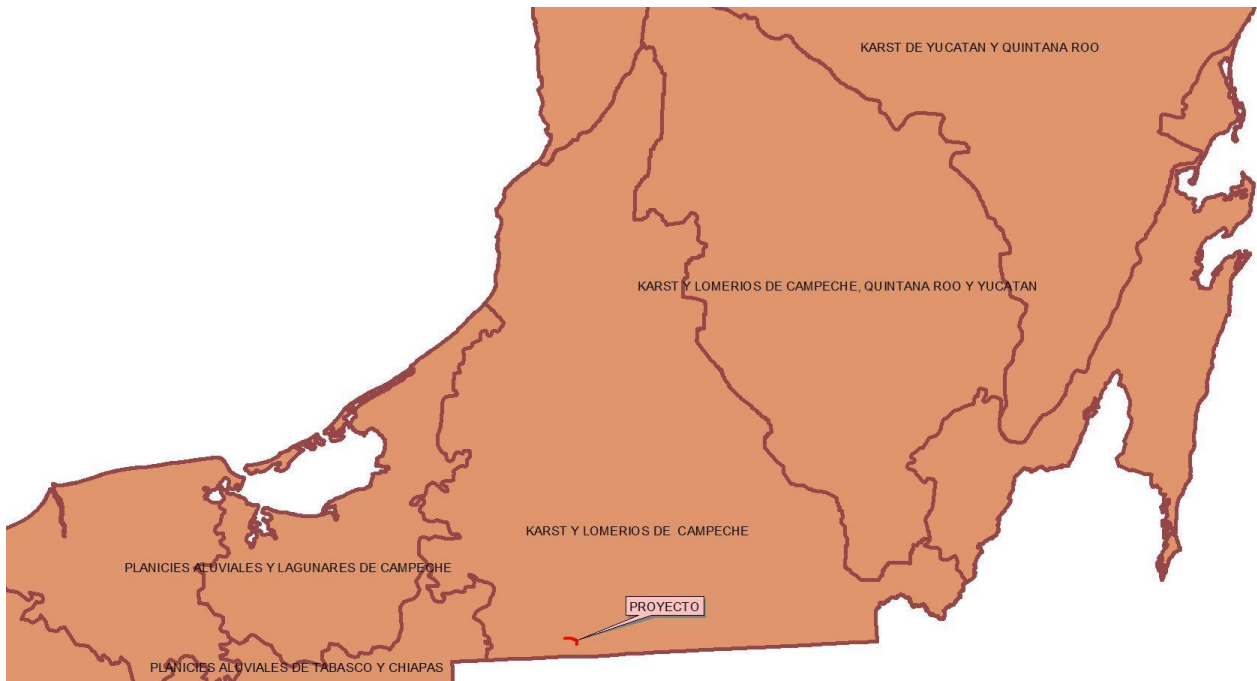


Figura 2. POEGT.

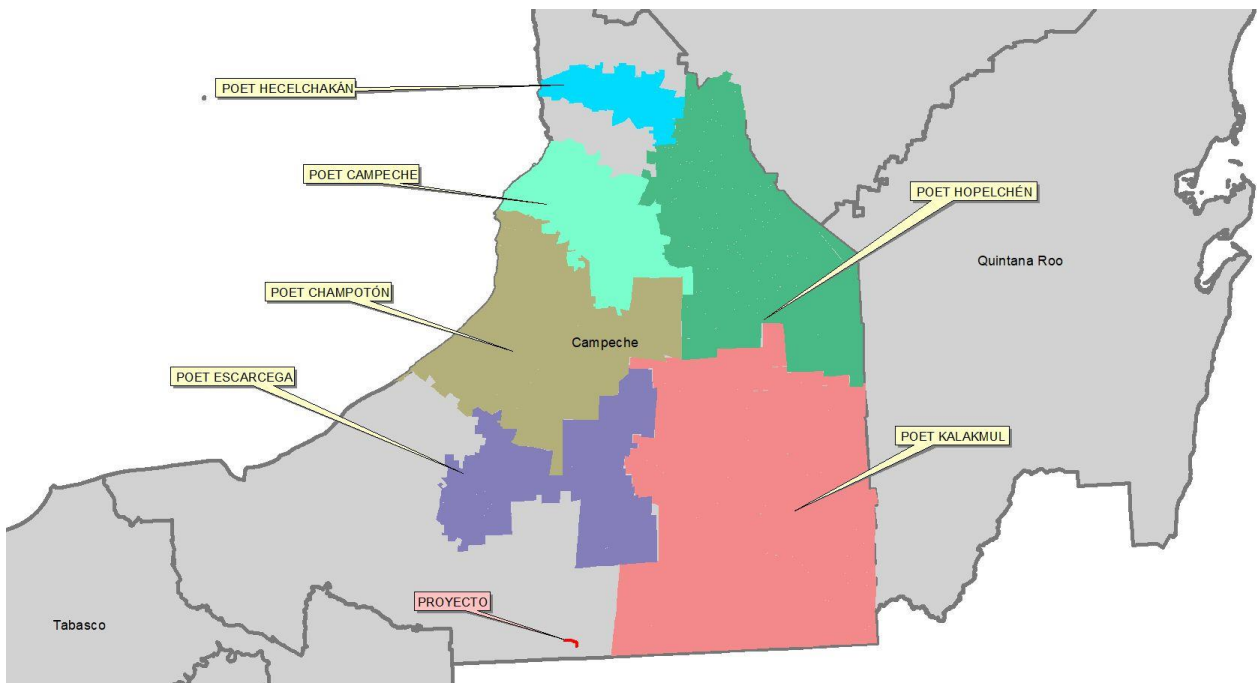


Figura 3. Ordenamientos ecológicos locales del estado de Campeche.

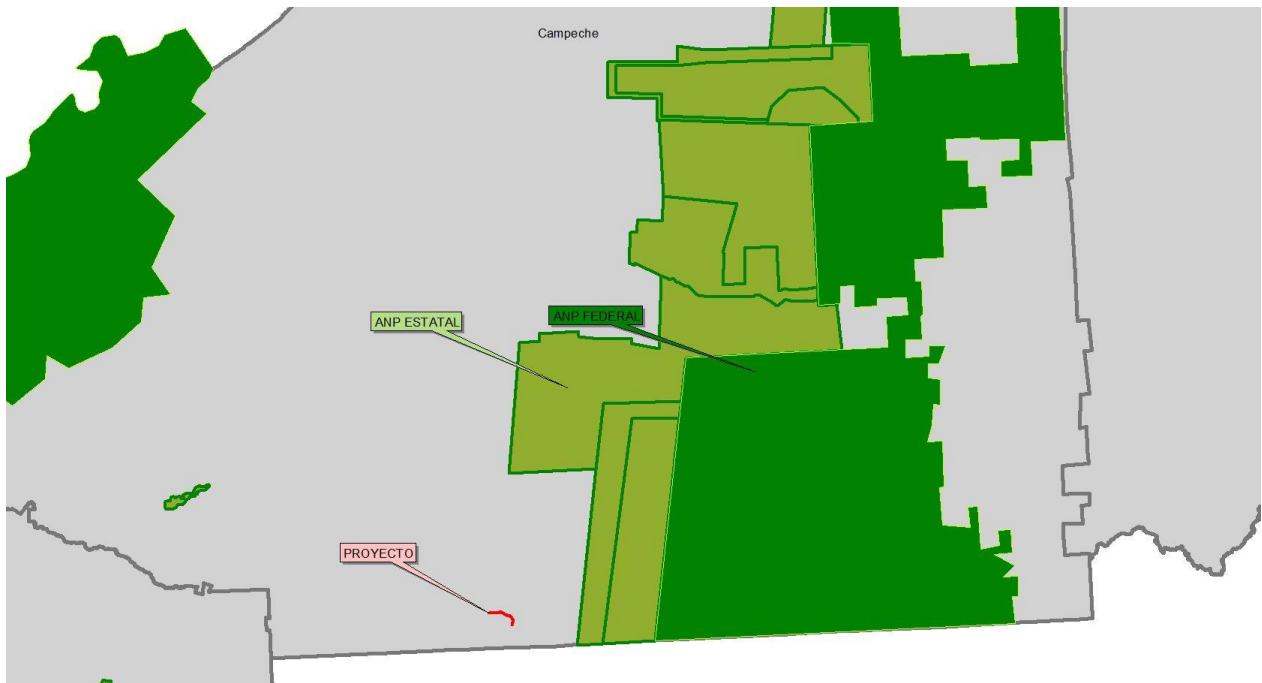


Figura 4. Áreas naturales federales, estatales, municipales, ejidales y privadas.

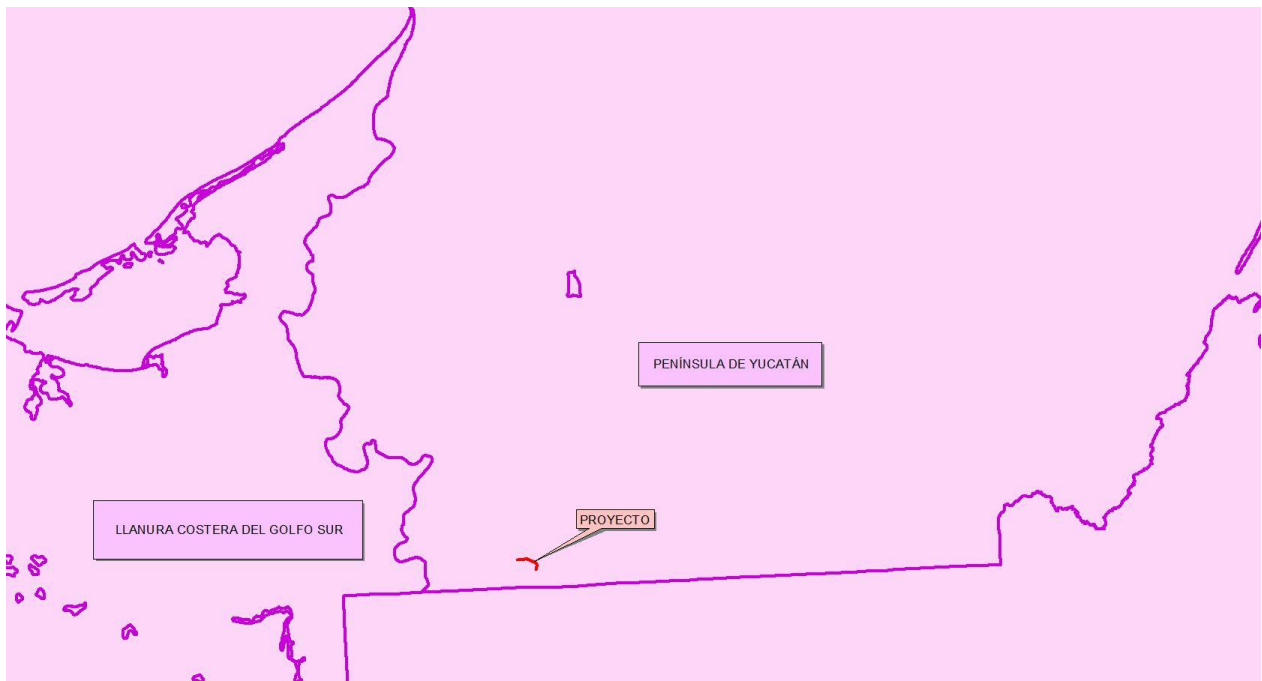


Figura 5. Geomorfología (Provincia Fisiográfica).

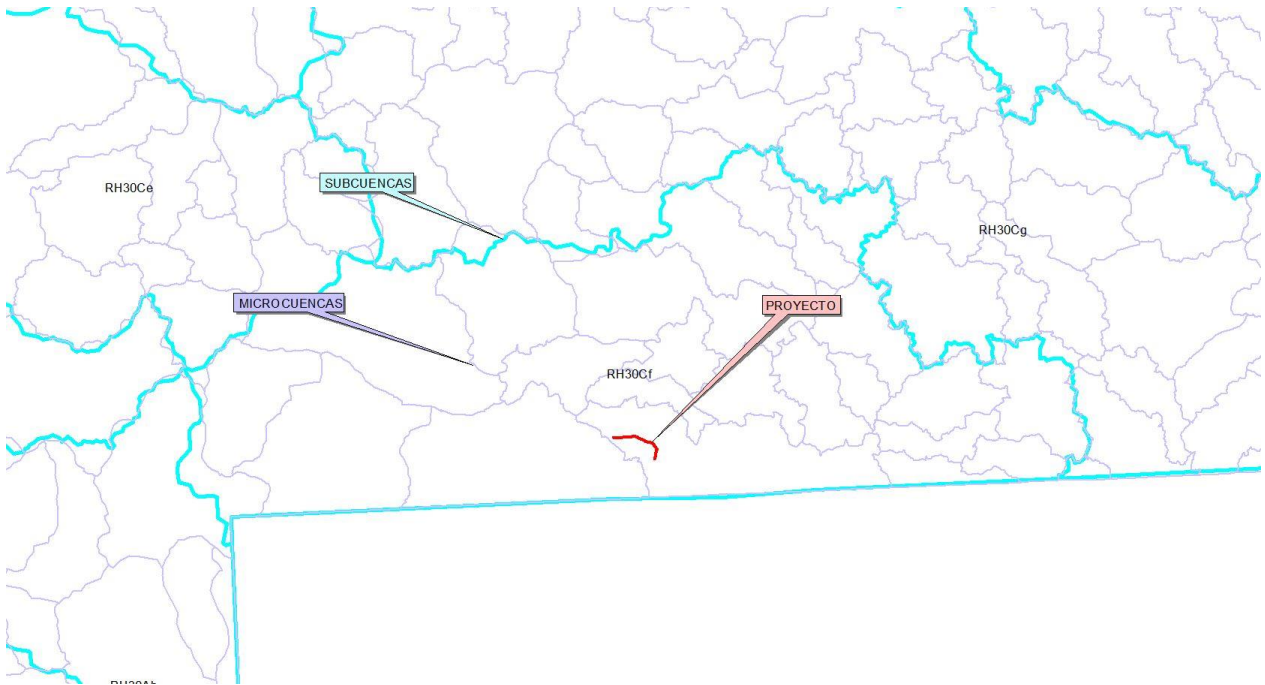


Figura 6. Hidrología superficial.

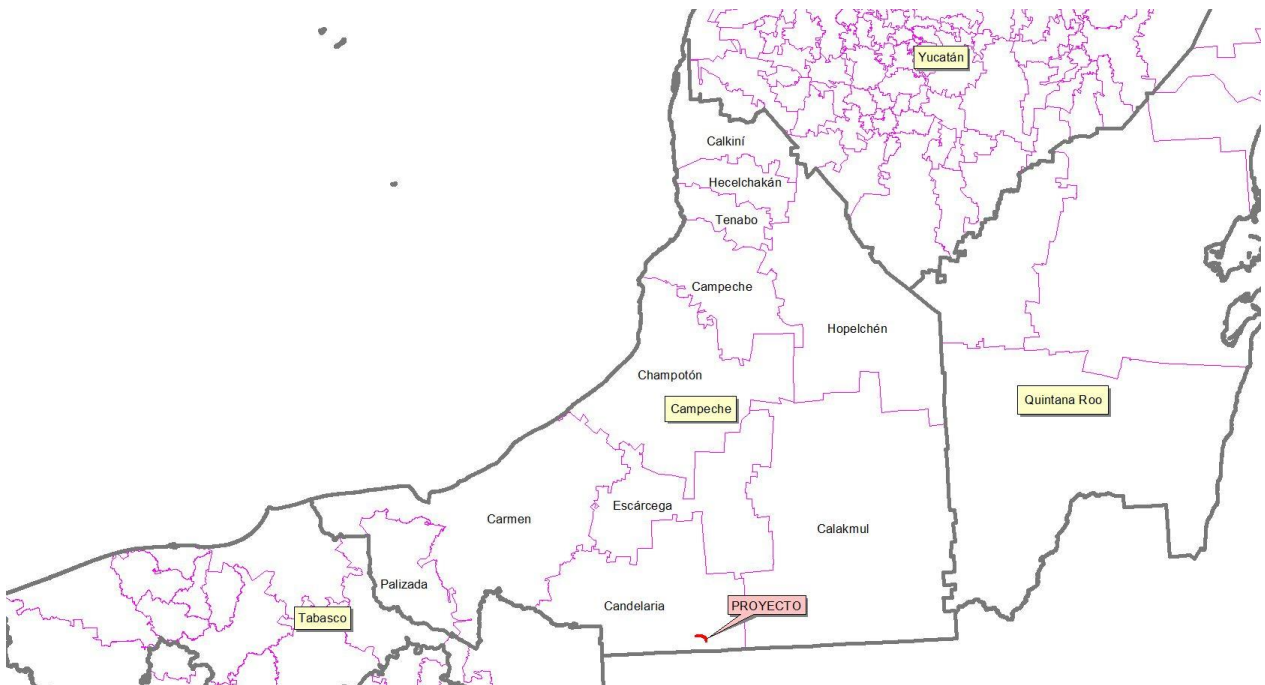


Figura 7. Límites del marco geoestadístico.

C. Sobre posición de los polígonos y límites relevantes (análisis multicriterio).

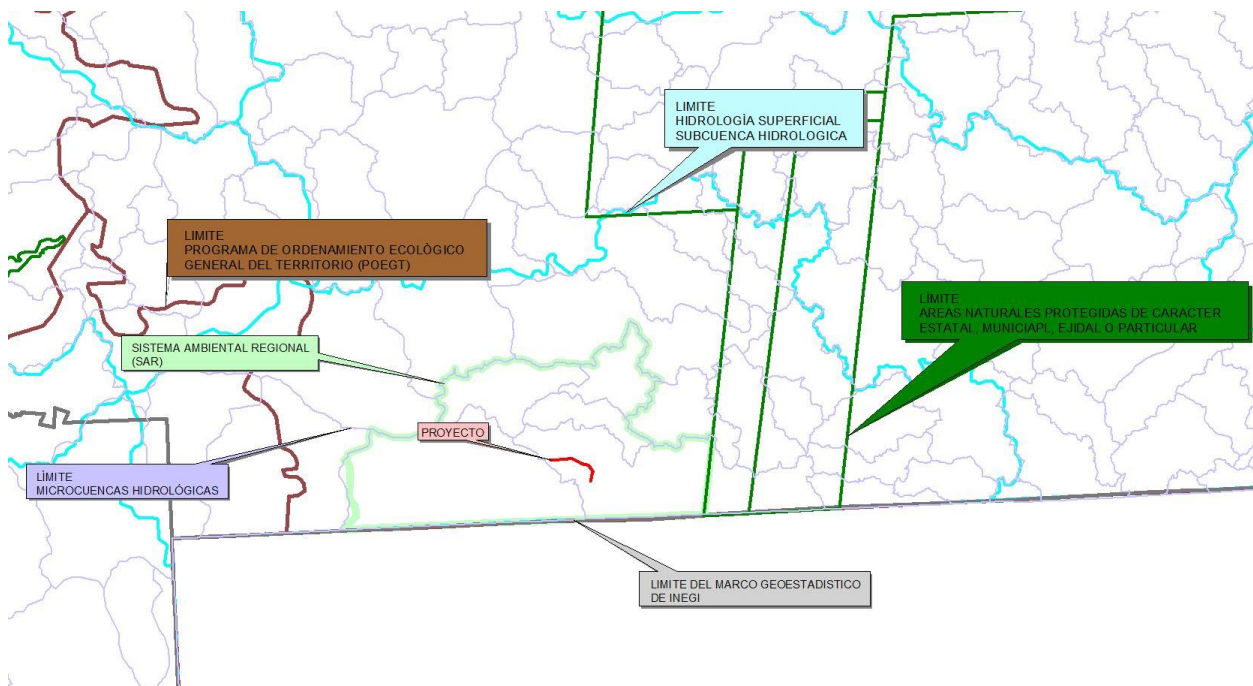


Figura 8. Sobreposición de poligonales relevantes.

4.1.1.3 Resultados

Una vez realizados los procesos de álgebra de mapas dentro del SIG se obtuvo un polígono con las características solicitadas, el cual tiene una superficie de **84,499.032 hectáreas**, como se muestra en la siguiente figura.

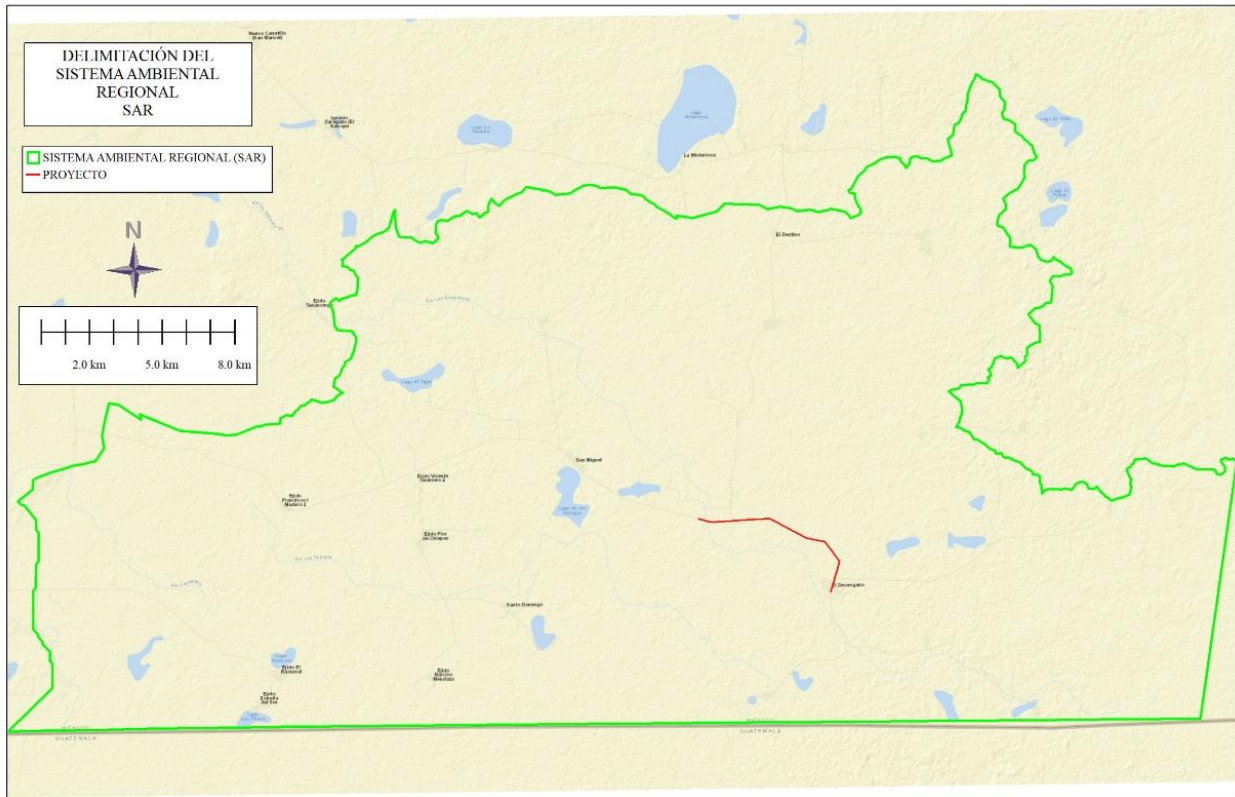


Figura 9. Sistema Ambiental Regional Final.

4.1.2 Delimitación del Área de influencia

4.1.2.1 Introducción.

4.1.2.1.1 Rango de afectación de una infraestructura.

El rango de afectación de un proyecto depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Típicamente los efectos de un proyecto sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto del proyecto debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de *coronas*, *corredores* o *áreas próximas*, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de transporte.

4.1.2.1.2 Generación de áreas de influencia geográfica.

La representación de áreas de influencia en torno a un evento también recibe el nombre de operaciones de generación de *buffers*.

Cuando se generan *buffers* en torno a un objeto debe considerarse una métrica que sirva de base para trazar la amplitud de la zona o zonas de influencia del mismo, siendo uno de los criterios más comunes la distancia geométrica simple desde o hasta la localización analizada.

Este tipo de aplicaciones son especialmente adecuadas para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno geográfico tomando en cuenta criterios de proximidad, ya que denota el impacto o la influencia del mismo sobre el territorio en función de la distancia.

4.1.2.2 Metodología.

La metodología utilizada se encuentra basada en los resultados parciales del trabajo denominado: “*Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads*” (2005) publicada por el Comité sobre Impactos Ecológicos de la Densidad de Carreteras de los Estados Unidos de América.

Tabla 1. Tabla de impactos registrados en diferentes estudios, publicada en “Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads” (2005).

Ejemplos de las distancias en que los efectos inducidos por la carretera penetran en el hábitat adyacente.		
Impacto	Distancia	Fuente
Metales Pesados		
En suelos y plantas cerca de la carretera	50-100 m	Ministry of Transport, Netherlands 1994
Contaminación Química		
Óxidos de nitrógeno modifican las comunidades de plantas	200 m	Angold 1997
Distribución de la Fauna		
Ánsar piquicorto (<i>Anser brachyrhynchus</i>) y Ganso común (<i>A. anser</i>)	100 m	Keller 1991
	150 m	Ortega and Capen 1999
Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>)		
Ruido del tráfico	200-1,200 m	Van der Zande et al. 1980
Densidad de aves reproductoras	40-1,500 m	Reijnen et al. 1996
Intrusión lumínica		
Densidad de aves reproductoras	200-250 m	De Molenaar et al. 2000
Zona "evitada" (Avoindance Zone)		
Reno (<i>Rangifer tarandus</i>)	5,000 m	Nellemann and Cameron 1998
	200 m	Rost and Bailey 1979
Venado Bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) y el Ciervo Común (<i>Cervus elaphus</i>)	1,000 m	Kasworm and Manley 1990
Oso Grizzly (<i>Ursus arctos</i>) y oso Negro (<i>U. americanus</i>)		
Incremento de las especies de borde		
Composición de la comunidad de aves	100 m	Ferris 1979

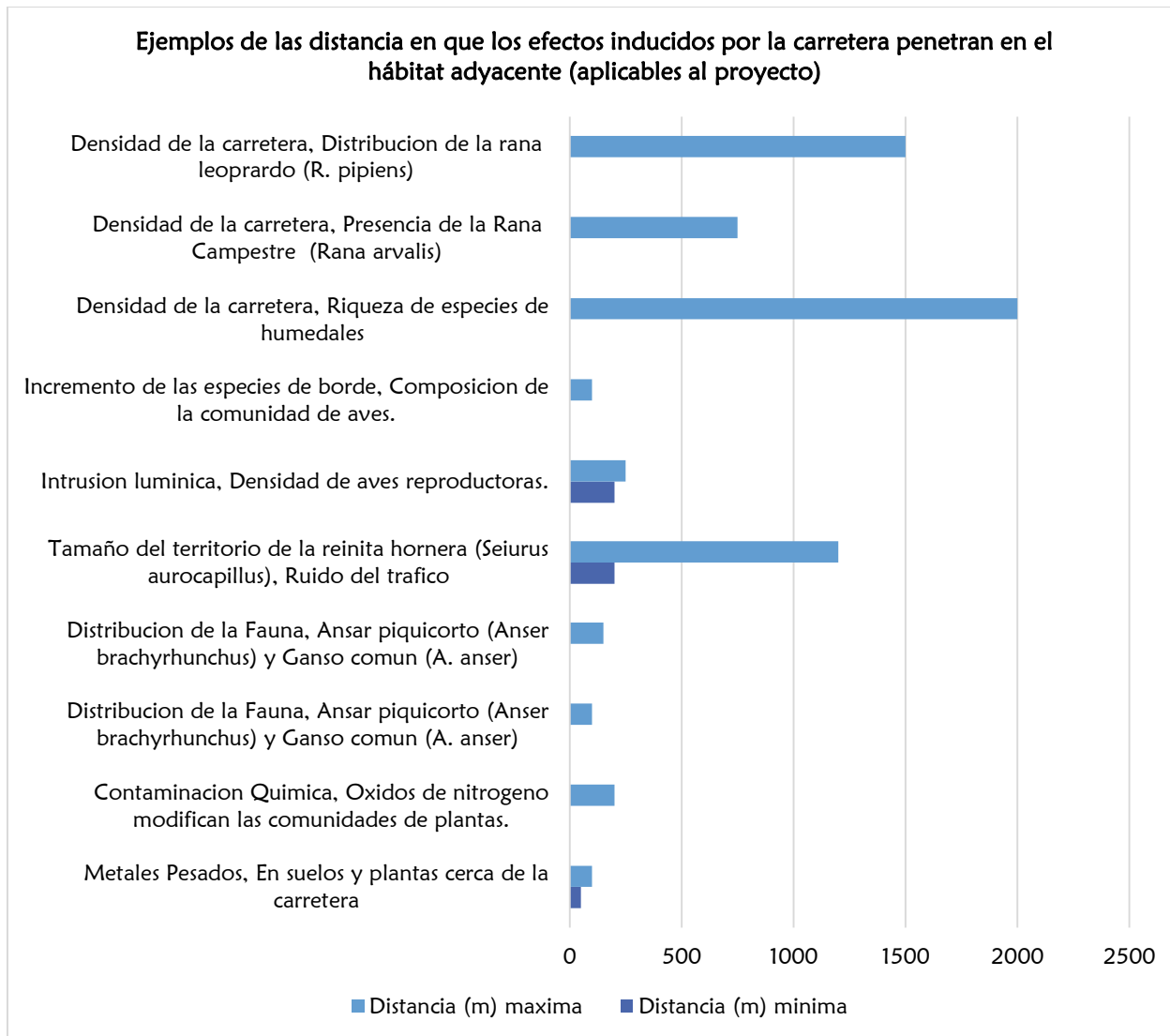
Ejemplos de las distancias en que los efectos inducidos por la carretera penetran en el hábitat adyacente.		
Impacto	Distancia	Fuente
Densidad de la carretera		
Riqueza de especies de humedales	2,000 m	Findlay and Houlihan 1997
Presencia de la Rana Campestre (<i>Rana arvalis</i>)	750 m	
Distribucion de la rana leopardo (<i>R. pipiens</i>)	1,500 m	Vos and Chardon 1998, Carr and Fahrig 2001
Derretimiento temprano del permafrost	100 m	Walker et al. 1987

En base a los resultados de la tabla anterior se seleccionaron los posibles impactos análogos con el proyecto, resultando la siguiente tabla.

Tabla 2. Tabla de impactos y su relación con el proyecto.

Impacto	Distancia (m)		Posibilidad de aplicar al proyecto
	mínima	máxima	
Metales Pesados, En suelos y plantas cerca de la carretera	50	100	Si
Contaminación Química, Óxidos de nitrógeno modifican las comunidades de plantas.	0	200	Si
Distribución de la Fauna, Ánsar piquicorto (<i>Anser brachyrhynchus</i>) y Ganso común (<i>A. anser</i>)	0	100	Si
Distribución de la Fauna, Ánsar piquicorto (<i>Anser brachyrhynchus</i>) y Ganso común (<i>A. anser</i>)	0	150	Si
Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>), Ruido del trafico	200	1200	Si
Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>), Densidad de aves reproductoras	40	1500	No
Intrusión lumínica, Densidad de aves reproductoras.	200	250	Si
Zona "muerta" (Avoindance Zone), Reno (<i>Rangifer tarandus</i>)	200	5000	No
Zona "muerta" (Avoindance Zone), Venado Bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) y el Ciervo Comun (<i>Cervus elaphus</i>)	0	1000	No
Zona "muerta" (Avoindance Zone), Oso Grizzly (<i>Ursus arctos</i>) y oso Negro (<i>U. americanus</i>)	0	1000	No
Incremento de las especies de borde, Composición de la comunidad de aves.	0	100	Si
Densidad de la carretera, Riqueza de especies de humedales	0	2000	Si
Densidad de la carretera, Presencia de la Rana Campestre (<i>Rana arvalis</i>)	0	750	Si

Impacto	Distancia (m)		Posibilidad de aplicar al proyecto
	mínima	máxima	
Densidad de la carretera, Distribución de la rana leopardo (<i>R. pipiens</i>)	0	1500	Si
Densidad de la carretera, Derretimiento temprano del permafrost	0	100	No
Promedios de las distancias	46	997	
Promedios de impactos posibles para el proyecto	45	635	



Gráfica 1. Distancias por impactos posibles por el proyecto.

El área de influencia se comenzó a delimitar en base a las características de nuestro proyecto en cuanto a longitud, que es de 7,800 m (7.8 Km) tipo de proyecto, el cual corresponde a una modernización de un camino existente con una línea de ceros de 12 m de ancho, y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto como es la modernización de una vía general de comunicación.

El Polígono preliminar del área de influencia fue procesado en un Sistema de información geográfica (SIG), por medio de la generación de polígonos búfer³, de **46 m** y **635 m**, siendo estas las distancias mínima y máxima promedio definidas en la tabla de impactos citada anteriormente.

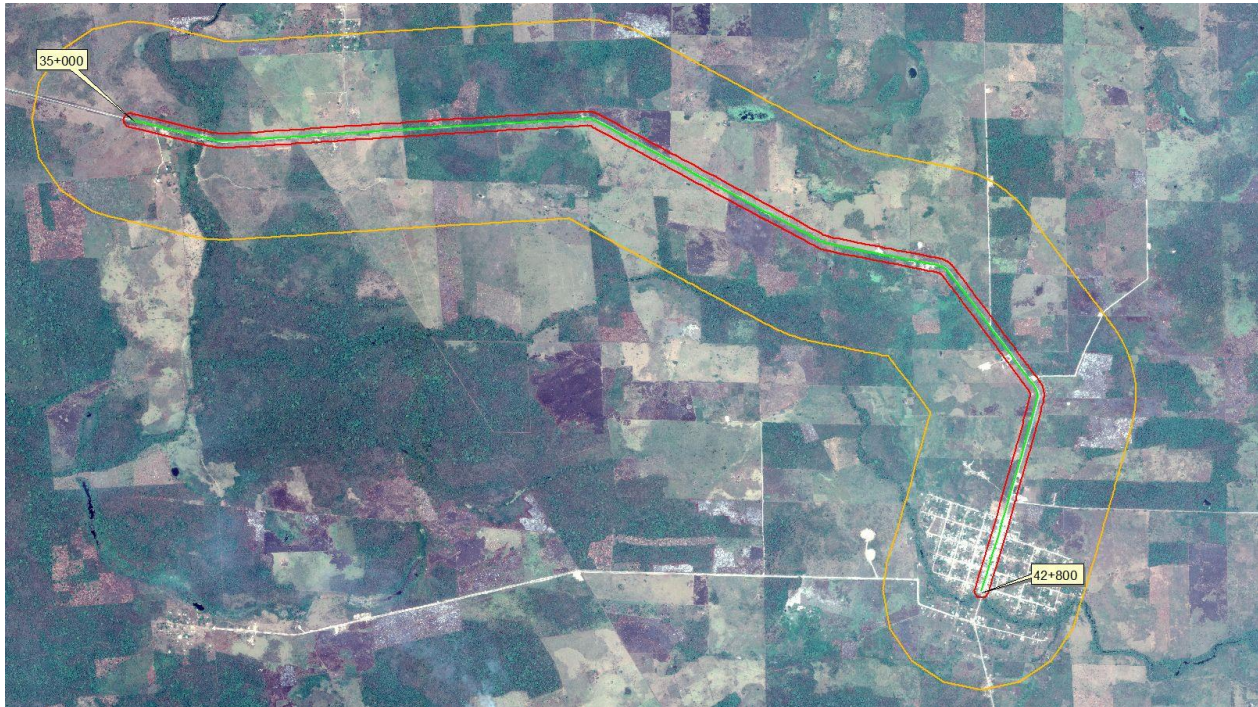


Figura 10. Polígonos buffers delimitados para el proyecto, polígono de 45m en color rojo y polígono de 635m en color naranja.

Posteriormente se revisa espacialmente (sobre una imagen satelital en este caso) el alcance de los polígonos búfer y se ajusta conforme a los siguientes criterios:

- 1.- En zonas forestales y/o con alguna característica de importancia (relieve, red hidrográfica, etc.) se toma el alcance máximo
- 2.- En zonas de agricultura, áreas urbanas, o zonas perturbadas, se toma el alcance mínimo.

4.1.2.3 Resultados

Finalmente se ajustó el polígono del AI con los criterios anteriores, lo que nos arrojó un polígono de **292.224** hectáreas de superficie.

³ Búfer entendido como una zona de proximidad al eje del proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables.

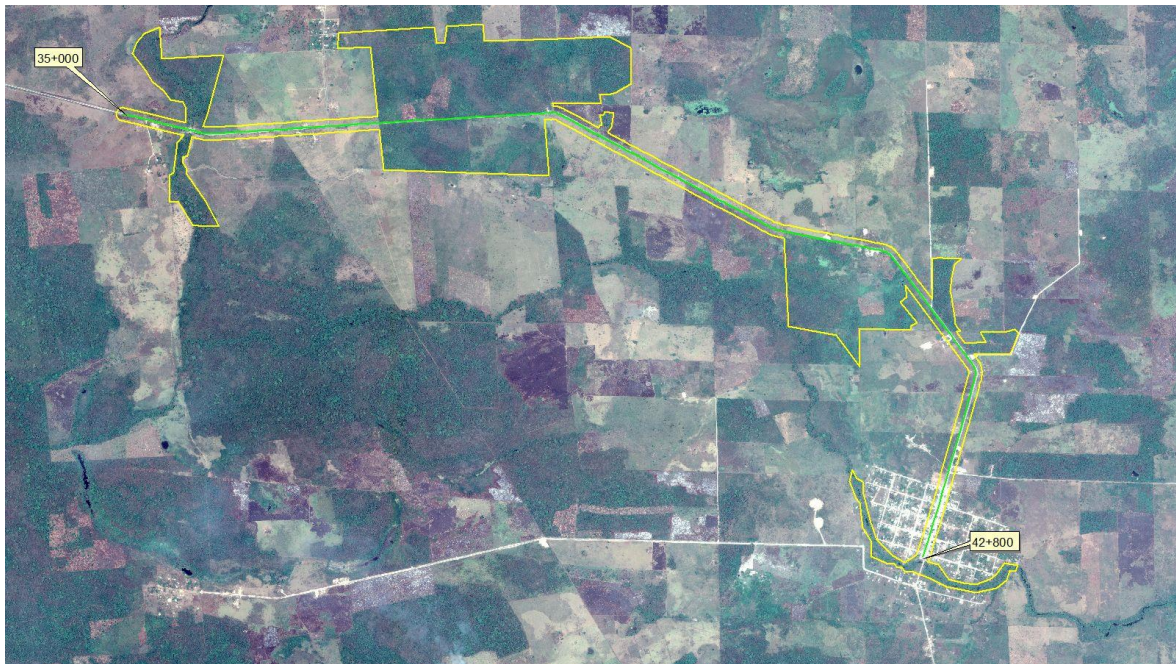


Figura 11. Polígono final del área de influencia en color amarillo y el eje del proyecto en color verde.

4.2 Caracterización y análisis del Sistema ambiental regional

4.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

4.2.1.1 Medio abiótico

Los factores abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes podemos encontrar: el agua, la temperatura, la luz, el pH, el suelo, la humedad, el aire y los nutrientes. Son los factores sin vida. Son los principales frenos del crecimiento de la población. Varían según el ecosistema de cada ser vivo.

A continuación, se describe cada uno de los factores abióticos registrados dentro del SAR.

4.2.1.1.1 Clima

Con respecto al estado de Campeche, al ubicarse dentro de la zona tropical hace que se presente un clima húmedo, con lluvias principalmente en verano. Según la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García, se presentan dos tipos de climas en el sistema ambiental regional, ambos de tipo cálido, distribuidos en franjas concéntricas con aumento de humedad en el sentido noreste-suroeste.

A continuación, se describen los climas registrados dentro de la unidad de análisis.

Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. (García, E. CONABIO, 1998).

Aw2(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. (García, E. CONABIO, 1998).

Tabla 3. Climas dentro del SAR y su representatividad en superficie.

Clave	Tipo	Superficie (has)	Representatividad (%)
Aw1	Cálido subhúmedo	421.411	0.499
Aw2(x')	Cálido subhúmedo	84,077.621	99.501
Total		84,499.032	100.000

Después de la descripción de cada tipo de clima, en el siguiente mapa se evidencia cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.

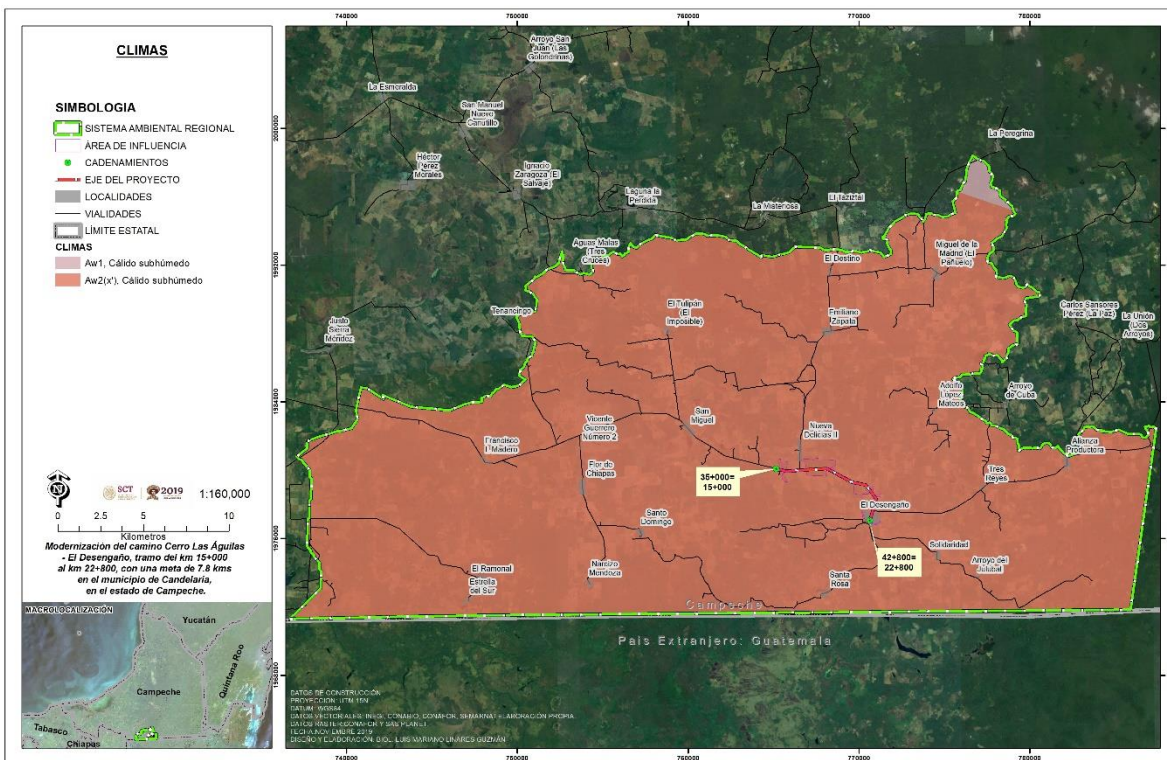


Imagen 1. Distribución espacial de climas dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

Todos los mapas mostrados en este capítulo pueden ser consultados en el anexo 1 y 2 para mayor detalle.

Precipitación:

La precipitación pluvial regional es de 1,300 a 1,500 mm; el período de lluvias es de junio a octubre y las de estiaje (ausencia de lluvia), durante el mes de enero y a mediados del mes de mayo. Si bien la importancia de las precipitaciones incide en la actividad agrícola de temporal, su potencialidad radica primordialmente en la recarga de los acuíferos.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros de precipitación registrados por la estación 00004021 de nombre Monclova ubicada en el municipio de Candelaria.

Tabla 4. Precipitación registrada por la estación climática en el municipio en Candelaria.

Elementos	Precipitación por mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Normal	52.3	46.2	18.2	32.2	95.5	223.2	175.3	236.5	246.2	174.8	106.3	56.1	1,462.80
Máxima Mensual	175.9	176.7	57.1	162	370.8	464.6	303.6	370.7	480.8	473.5	311.8	149.7	
Año De Máxima	1986	1981	1987	1985	1984	1981	1981	1982	1992	1987	1998	1991	
Máxima Diaria	81.4	91	40.3	101.4	121.5	140	87	115	153	223.3	300	66	
Fecha Máxima Diaria	30/1981	jun-08	18/1988	18/1985	22/1984	15/1989	22/2010	14/1988	ene-88	feb-87	feb-98	ene-85	

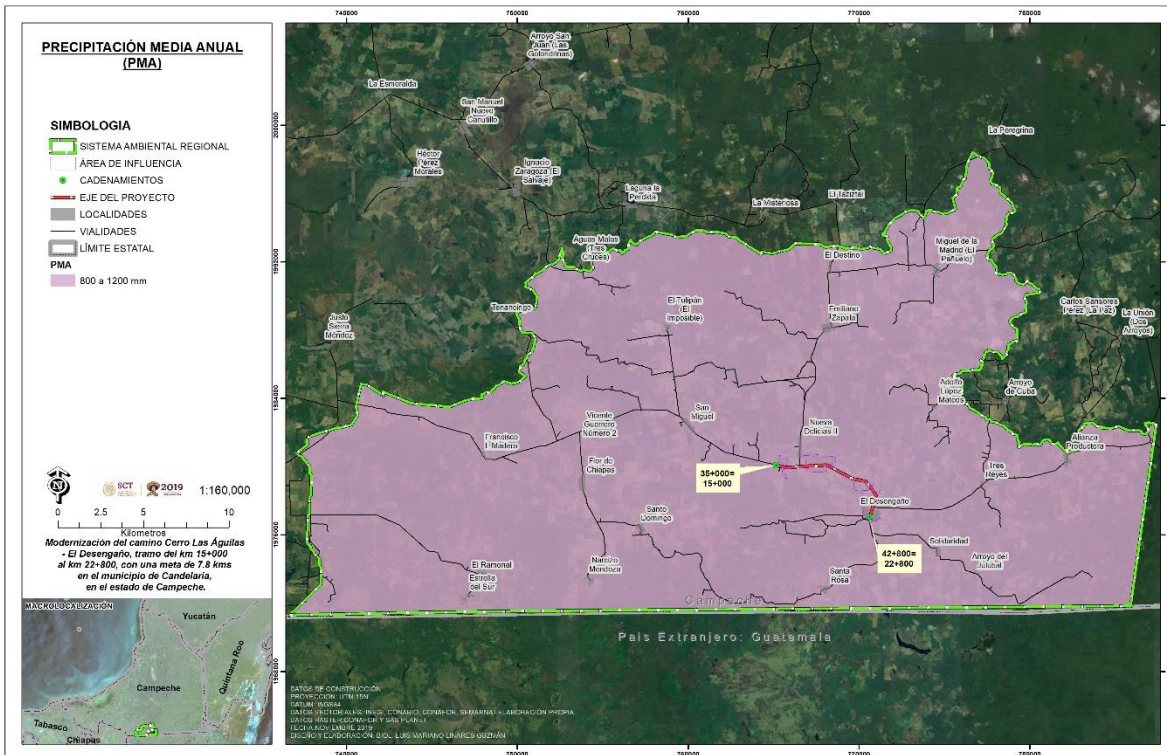


Imagen 2. Distribución espacial de precipitación media anual dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

Temperatura:

La temperatura media anual en el SAR, es superior a los 26°C y las temperaturas extremas máximas (media mensual) van de los 30°C a los 34°C, tal situación varía hacia el norte de la región donde los rangos van de los 34°C a los 36°C o más. En lo que toca a las temperaturas mínimas extremas, la distribución no es igual a las anteriores ya que en el municipio de Candelaria y sus áreas inmediatas (Santa Catarina, Cerro Las Águilas y Santa Gertrudis) delimitan un área relativamente “fría”, es decir, una zona que se encuentra rodeada por una temperatura mínima extrema más elevada. Dicha área tiene los rangos de 18°C a 22°C y el resto de la región se ubica entre los 22°C y los 24°C.

En la siguiente tabla se muestran a detalle por mes los parámetros de temperatura registrados por la estación 00004021 de nombre Monclova ubicada en el municipio de Candelaria.

Tabla 5. Temperatura registrada por la estación en el municipio en Candelaria.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Máxima													
Normal	29.7	31.1	33.1	35.1	35.8	34.2	33.4	33.5	33.4	32.4	31.5	30	32.8
Máxima Mensual	31.8	34.3	36.2	37.3	38.5	37.5	35.5	36.1	35.5	34.9	35	32.1	
Año De Máxima	1994	2005	2003	2002	2003	1998	2009	2008	2001	2009	1993	1993	
Máxima Diaria	39	38	42	42	42	41	39	38	40	39	37.5	39.5	
Fecha Máxima Diaria	jul-86	abr-97	22/2005	nov-05	feb-03	may-98	13/1995	19/2002	may-98	ene-83	mar-93	22/1982	
Temperatura Media													
Normal	24	25	26.3	28.1	28.9	28.2	27.6	27.7	27.8	27	25.9	24.4	26.7
Temperatura Mínima													
Normal	18.3	18.8	19.6	21	21.9	22.2	21.9	21.9	22.2	21.6	20.2	18.8	20.7
Mínima Mensual	13.1	15.8	17.2	18.8	20.3	20.2	20.3	20.2	20.6	20	17.2	12.1	
Año De Mínima	2003	2000	1986	1987	1992	2001	2010	2009	2008	1987	2002	2002	
Mínima Diaria	8	9	10	11	16	18	18	18	18	16	11	2	
Fecha Mínima Diaria	abr-85	25/1989	dic-96	feb-87	sep-92	16/2001	19/2005	jun-05	17/2005	30/1987	19/2002	ene-88	

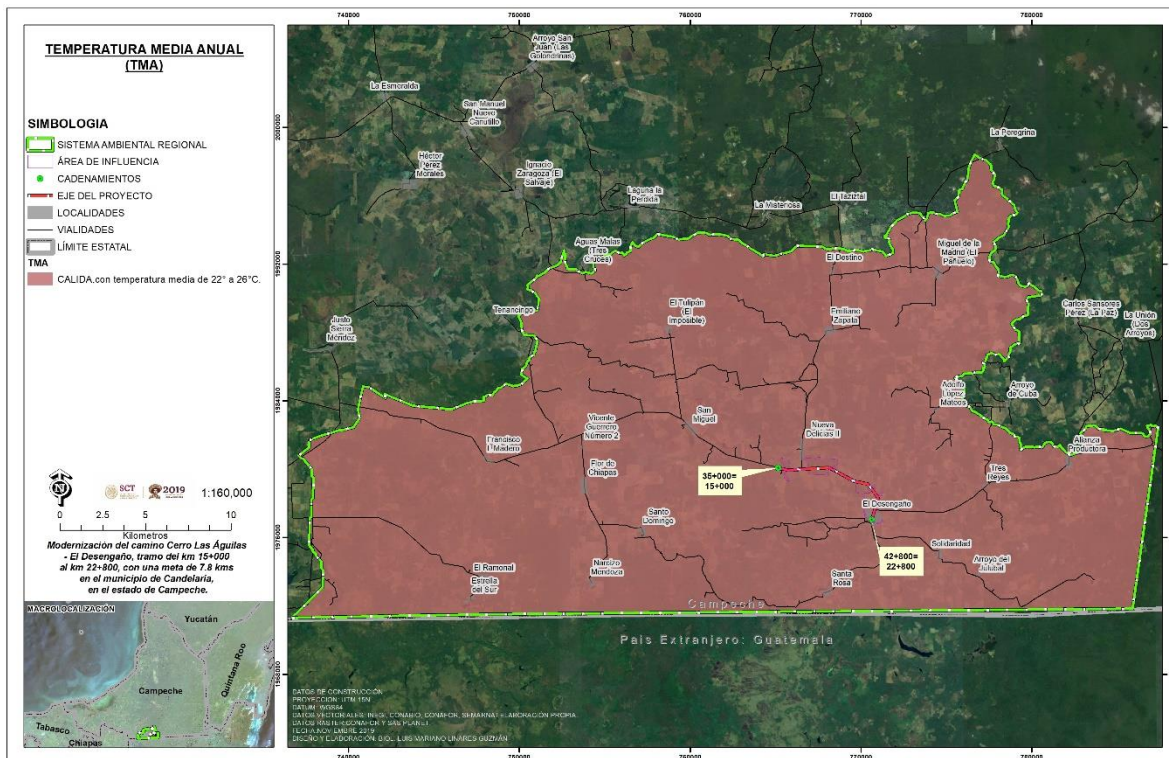


Imagen 3. Distribución espacial de temperatura media anual dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

Humedad relativa

Las isoyetas para el SAR se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimientos medio anuales de 0-10 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 800 a 1,100 mm anuales.

Registro de días con eventos climáticos

Con respecto al número de días registrados para los distintos eventos, se registran para el SAR 116.7 días con lluvia, siendo agosto el mes con mayor cantidad de días de lluvia (19.4).

Para los registros de niebla, solo el mes de enero se tiene registros de este fenómeno. Mientras que granizo no se tienen registros históricos.

Finalmente, para tormentas eléctricas se tienen registros de 14.1 días al año.

En la siguiente tabla se muestra los registros históricos obtenidos de la estación climática 00004021 Monclova.

Tabla 6. Número de días por evento registrado por la estación climática.

Elementos	Número de días con												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lluvia	6.2	4.4	2.4	2.5	6.1	14.2	16.2	19.4	17.4	12.4	8.9	6.6	116.7
Niebla	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormenta Eléctrica	0	0.1	0.2	0.2	1.2	1.9	2.4	3	3.3	1.2	0.5	0.1	14.1

Vientos dominantes:

Los vientos en esta región de Campeche donde se ubica el SAR tienen el siguiente comportamiento durante el año: los vientos procedentes del noroeste se presentan fundamentalmente en los meses de noviembre a marzo; para los meses de septiembre y octubre el viento que viene del norte tiende a alinearse en dirección este-oeste; durante los meses de junio a agosto los vientos que afectan esta región proceden del sureste; en mayo y abril estos vientos tienden poco a poco a orientarse en dirección sur-norte.

En invierno los "nortes" o tormentas de invierno, que son masas de aire frío y seco que se desplazan del noreste, originándose en el norte de Estados Unidos y sur de Canadá, al cruzar el Golfo de México recogen humedad, la cual precipitan en esta zona causando lluvias de noviembre a enero. En los meses de verano la región es visitada ocasionalmente por ciclones. (INAFED, 2010).

4.2.1.1.2 Geomorfología

La base continental del Estado de Campeche, se formó mediante la continua acumulación de fragmentos finos y gruesos de carbonato de calcio y magnesio de origen marino (calizas, durante los periodos del eoceno y oligoceno). La superficie estatal se considera que está formada por rocas sedimentarias que descansan en formaciones terciarias y que no han recibido movimientos orogénicos notables. En el municipio de Candelaria se inicia una serie de lomeríos conocidos como sierra o Puuc, que se dirigen al noreste, hasta Bolonchen y ahí penetran en el estado de Yucatán, tienen una altitud media de entre 40 y 60 metros, llegando a alcanzar en algunos puntos más de 100 metros.

La estructura geológica regional muestra que la península de Yucatán inició su emersión sobre el nivel del mar durante el Oligoceno-Mioceno (37 m.a.) en la porción meridional (Lugo et al., 1992). Este desarrollo permite suponer que la porción meridional fue, en ese periodo, semejante a la planicie septentrional actual.

La estructura general del relieve tiene una relación estrecha con la estructura geológica profunda, aparentemente constituida por dos grandes bloques, uno septentrional y otro meridional. La región es tectónicamente estable y no deformada por esfuerzos tangenciales desde el Cretácico. En la medida que se produce el ascenso continental, el relieve adopta, primero, una morfología de terrazas estructurales a diferentes niveles altitudinales, afectadas por denudación, erosión diferencial y disolución en diferentes tiempos e intensidades. Este proceso propició la alternancia de lomeríos afectados por erosión laminar, torrenteras modeladas por erosión lineal y depresiones u hondonadas caracterizadas por la acumulación deluvial y de arrastre de los residuales de descalcificación de la caliza (terra rosa). (SGM, 2006).

Entre éstos aparecen las torrenteras que concentran los escurrimientos en época de lluvias a manera de cauces fluviales.

Los lomeríos en la región pueden alcanzar hasta 300 m de altitud y representan la parte de la península de Yucatán con mayor altitud promedio. Aunque topográficamente no forman parte de los "bajos inundables" típicamente conceptualizados, sí constituyen el mismo sistema hidrológico y de flujos superficiales de materia y energía. Los lomeríos presentan cimas epicársticas redondeadas y cúpulas bajas típicas de ambientes cársticos tropicales de estadios evolutivos en madurez.

La relación grado de evolución cárstica expresión morfológica se basa en la interpretación de los modelos empleados por Llopis (1970), que mencionan cuatro etapas generales de evolución: reciente, juventud, madurez y tardía de relictos (senectud). Cabe aclarar que estas etapas muestran una evolución lineal, que puede ser modificada por diferentes grados y estilos tectónicos y sus correspondientes condicionantes ambientales exógenas.

Los ambientes geomorfológicos receptores son planicies semicóncavas u hondonadas amplias limitadas por elevaciones calcáreas. Su origen está vinculado a los ciclos de la actividad disolutiva y erosiva. Se identifican sobre un relieve negativo de fondo plano con extensos depósitos deluviales y eluviales, bajo los cuales puede haber cavidades con circulación vertical y horizontal o en donde se dispone el nivel base de un horizonte impermeable.

Cuando la planicie acumulativa es cubierta por extensos depósitos de arcillas no solubles de la caliza, pueden llegar a azolver el nivel superficial, debido al exceso de estos depósitos, deteniéndose el desarrollo de tales formas, incluso pueden formarse cuerpos de agua (aguadas), debido a la impermeabilidad de la terra rosa que impide que el agua se siga infiltrando (Ortiz, 1995).

Derivado del análisis de las cartas geológicas presentadas para el SAR, el tipo de roca geológicamente presente se constituye como ya lo anteriormente descrito presenta su origen del periodo eoceno donde predomina un tipo de formación de roca caliza, compartiendo esta generalidad con todo el Estado como rocas predominantes en la Península de Yucatán, Campeche, y Quintana-Roo.

De acuerdo a la información cartográfica para el SAR, se tienen registrados dos elementos: Te(cz) sedimentaria caliza y Q(s).

Tabla 7. Unidades geológicas presentes en el SAR.

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Superficie (has)	Representatividad (%)
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	7,126.709	8.434
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	4,483.365	5.306
Q(s)	Suelo	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario	70,173.110	83.046
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	461.598	0.546
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	282.259	0.334
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	1,543.383	1.827
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	137.121	0.162
Te(cz)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Terciario	291.487	0.345
Total						84,499.032	100.000

La unidad Q(s): compuesta por limos arcillas y cuerpos lenticulares de arena y grava de origen fluvial que se interdigita con los suelos de origen lacustre que se han formado en la planicie de inundación de los ríos Usumacinta y Candelaria, con las siguientes texturas: espática, oesparrudítica, biomicrita, dismicrita, y packestone. De color gris claro y crema, se presentan muy compactas y en algunas localidades muy fracturadas, con huellas de disolución e incipiente laminación. Dicha unidad corresponde al Cuaternario de la era Cenozoico.

La unidad Te(cz): caliza con textura micrítica y oespática, con fauna de pelecípodos y microfauna mal preservada. Corresponde probablemente a los afloramientos más occidentales del miembro superior de la Calcarenita Petén del Eoceno no diferenciado de la Plataforma de Yucatán.

Después de la descripción los componentes geológicos, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.

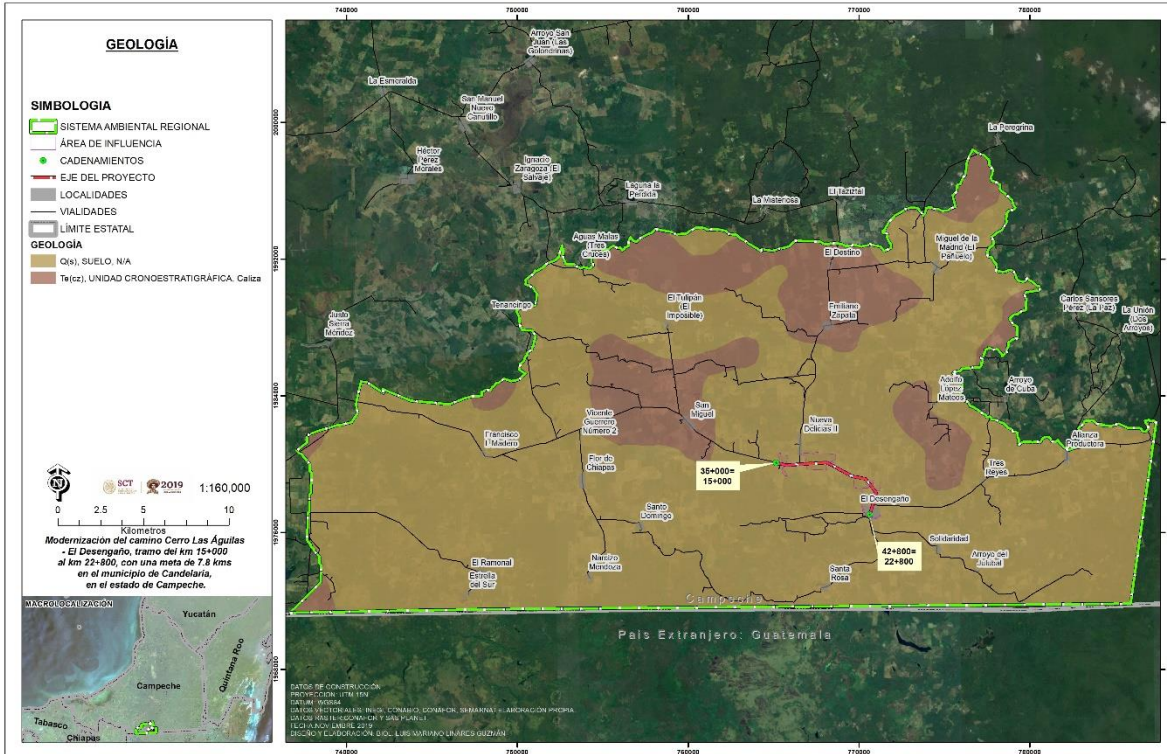


Imagen 4. Distribución espacial de geología dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

Sistema de topoformas

Dentro del sistema ambiental regional se caracteriza por tener una topoforma con llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado.

La Llanura rocosa de piso rocoso o cementado en esta zona fisiográfica en la se ubica el SAR constituye un área transicional entre las planicies rocosas con ondulaciones ligeras y las planicies con lomeríos bajos y hondonadas someras, que se distingue por estar compuesta de formaciones recientes con materiales acumulados de origen lacustre. En el siguiente mapa se muestra su conformación dentro de la unidad de análisis.

Susceptibilidad de la zona.

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, de acuerdo al Servicio Sismológico Nacional, el proyecto se ubica en la Zona A, que es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. No obstante, en 1996 se sintió un sismo de aproximadamente 2 grados en la escala Richter, cuyo epicentro fue localizado en las costas de Chiapas.

Es muy poco probable la actividad volcánica en la zona, ya que el Golfo de México se encuentra en estabilidad geomorfológico, debido a lo anterior para Candelaria donde se encuentra inmerso el proyecto no se contempla como una zona sísmica.

Deslizamientos:

En zona donde se llevará a cabo la modernización del tramo carretero, no existe deslizamiento, dado que es una zona que pertenece a una planicie.

Derrumbes:

No existen derrumbes en el área del proyecto. Ya que se observa la planicie para el SAR tal como se observa en la siguiente imagen.



Figura 12. Planicies observadas dentro del SAR.

Provincia fisiográfica

Península de Yucatán

Localizada en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, es, en términos estrictamente fisiográficos, una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul. En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y uvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. Duch G., J. (1991).

En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo. En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán.

Un rasgo topográfico característico de la Península son las “aguadas”, lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas. En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de “joyas” (hoyas).

En la provincia Península de Yucatán, el terreno es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas y es la provincia más joven de México. Por su parte, la subprovincia fisiográfica denominada 62 Carso Yucateco está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Tabla 8. Provincia fisiográfica en el SAR.

Clave	Entidad	Nombre	Superficie (Has)	Representatividad (%)
XI	Provincia	Península De Yucatán	84,499.032	100

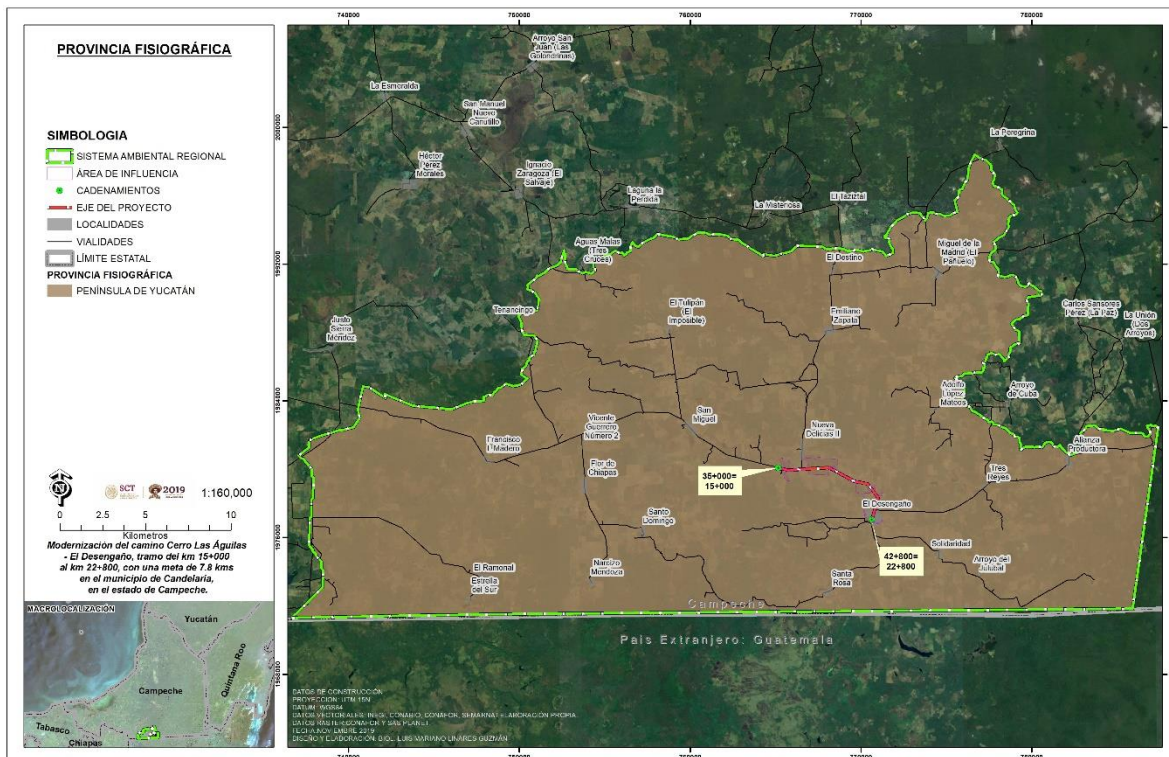


Figura 13. Provincia fisiográfica dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

Subprovincia fisiográfica

Carso y Lomeríos de Campeche

En cuanto a la subprovincia fisiográfica 63 Carso y Lomeríos de Campeche, está representada por 2 tipos de topografía: llanura y lomeríos, de las cuales se tienen las siguientes asociaciones, llanura lacustre con lomeríos, lomeríos bajos con llanuras, lomeríos altos, lomeríos bajos con hondonadas, y una pequeña zona en la parte Noreste de la provincia de sierra baja.

La subprovincia fisiográfica Carso y Lomeríos de Campeche comprende la mayor parte del estado de Campeche, con excepción de sus porciones noroccidental y suroccidental; se interna en el extremo sur del estado de Yucatán, y ocupa también la franja occidental del estado de Quintana Roo, desde sus límites con dicho estado hasta el cauce del río Hondo. Se caracteriza por la presencia de formaciones cerriles de origen cárstico unas, y otras de naturaleza tectónica, en alternancia con amplias planicies y extensos bajos inundables. Dentro del estado de Quintana Roo, abarca una extensión de 10,569.06 km², que equivale a 24.8 % de la superficie del estado; su desplazamiento territorial abarca en su mayor parte la Región Hidrológica 33, y una pequeña área de la 32. Los escurrimientos superficiales en esta subprovincia fisiográfica están representados solamente por el río Azul, afluente del río Hondo, única corriente superficial de carácter permanente en el estado, así como numerosos manantiales y arroyos intermitentes de breve recorrido, los cuales descargan en las depresiones del terreno (bajos inundables) o hacia las aguas freáticas a través de los sumideros naturales y las fisuras del sustrato calizo.

Tabla 9. Distribución de la subprovincia fisiográfica.

Subprovincia Fisiográfica	Estado	Municipios
63. CARSO Y LOMERÍOS DE CAMPECHE	Campeche	Calakmul, Calkini, Campeche, Candelaria, Carmen, Champoton, Escarcega, Hecelchakan, Hopelchen, Tenabo.
	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Jose María Morelos, Othon P. Blanco.
	Yucatan	Akil, Halacho, Maxcanu, Muna, Opichen, Oxkutzcab, Peto, Sacalum, Santa Elena, Tekax, Ticul, Tzucacab.

Tabla 10. Subprovincia fisiográfica en el SAR.

Clave	Entidad	Nombre	Superficie (Has)	Representatividad (%)
63	Subprovincia	Carso y lomeríos de Campeche	84,499.032	100

Después de la descripción los componentes fisiográficos, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.

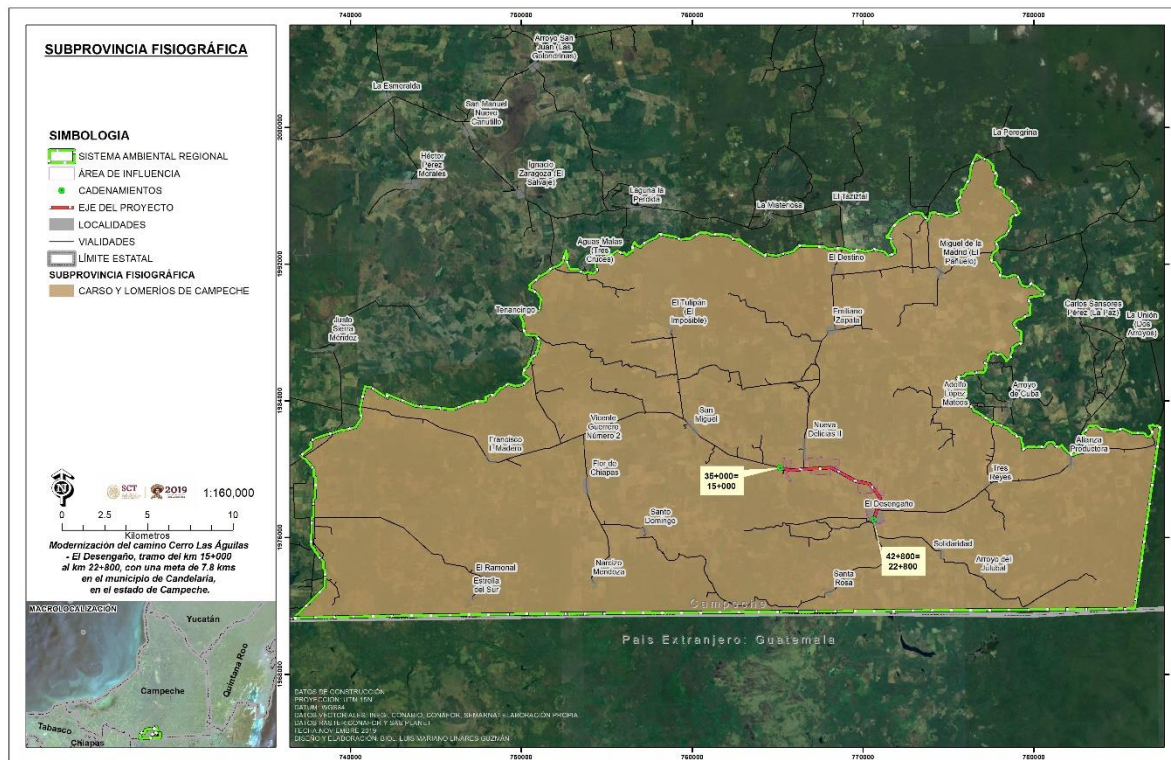


Figura 14. Subprovincia fisiográfica dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

4.2.1.1.3 Suelos

Para el área en donde se llevará a cabo la modernización del tramo carretero, se compone de los siguientes tipos de suelos:

Rendzina:

Las rendzinas líticas que se presentan en el SAR que se relacionan con las de tipo tzequel y pus'lumm, de la terminología Maya, con alto contenido de arcilla y materia orgánica, pedregoso y con buen drenaje constituyen el 75% de los suelos. Su productividad es baja.

Los suelos de la región son de origen calcáreo, en la mayoría de los casos son delgados y pobres por la lixiviación que sufren, debido a las lluvias torrenciales y altas temperaturas. Las unidades de suelo más frecuentes son las yaaxhom que son suelos coluviales, que pueden considerarse suelos fértiles, pero con una economía de agua inestable.

Existen en menor porción los akalches, y los suelos kankab que son más o menos desarrollados, presentan una estructura arcillosa y un buen contenido de materia orgánica.

Litosol:

Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variable dependiendo de otros factores ambientales.

Vertisol:

Son suelos de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabanas, pastizales, matorrales y bosques maderables. Se pueden encontrar en los lechos lacustres, en las riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada. Esta propiedad hace que aunque son muy fértiles, también sean difíciles de trabajar debido a su dureza durante el estiaje y a que son muy pegajosos en las lluvias (FAO, 2001).

Gleysol:

Literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad, como las llanuras costeras de Veracruz y Campeche, así como en las llanuras y pantanos tabasqueños donde son los suelos más importantes por su extensión. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Son muy variables en su textura, pero en México predominan más los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Se usan en el sureste de México para la ganadería de bovinos con resultados moderados a altos.

En la siguiente tabla se presentan los elementos edafológicos registrados a nivel SAR.

Tabla 11. Suelos registrados en el SAR y su porcentaje de representatividad espacial.

Clave	Suelo 1	Subtipo 1	Suelo 2	Subtipo 2	Suelo 3	Textura	Superficie (Has)	Representatividad (%)
E+Vp+I/3/L	Rendzina		Vertisol	pélico	Litosol	Fina	84,427.278	99.915
Gv+Vp/3	Gleysol	vírtico	Vertisol	pélico		Fina	71.755	0.085
Total							84,499.033	100.000

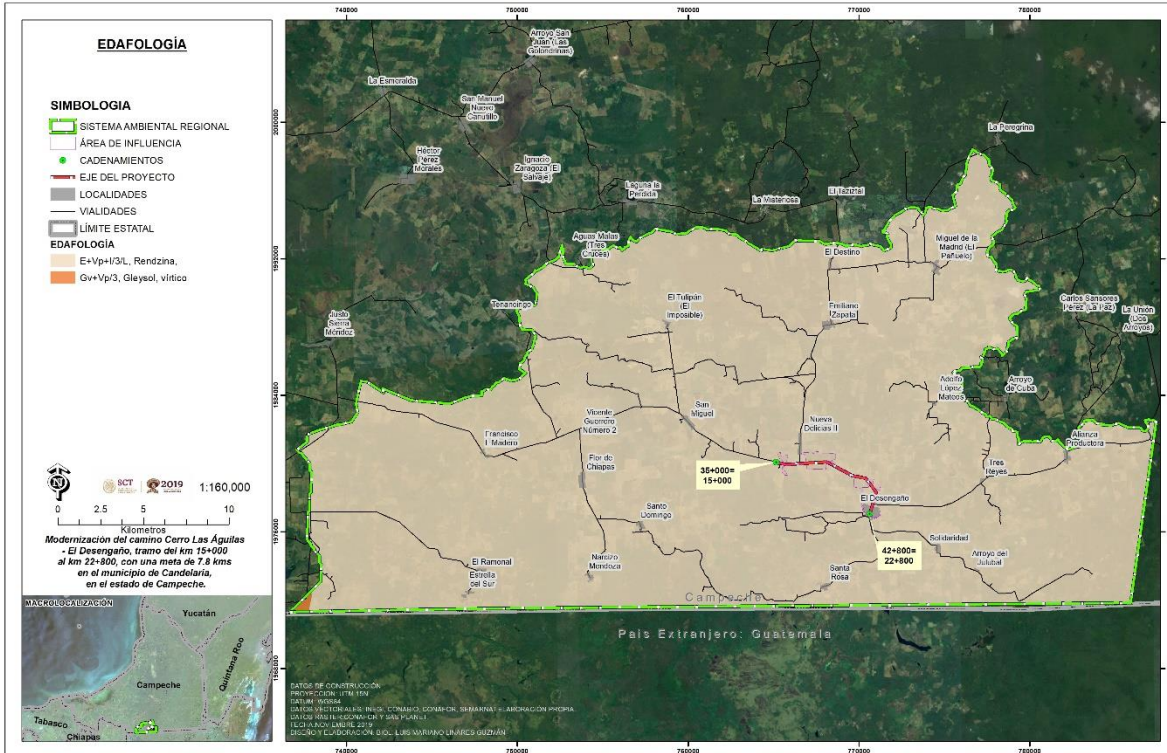


Figura 15. Edafología dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

4.2.1.1.4 Agua

Hidrología Superficial

El estado de Campeche, cuenta con 4 regiones, 7 cuencas hidrológicas y 2 200 km² de lagunas costeras. Forma parte de lo que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha denominado Región Hidrológica XII, Península de Yucatán, en la cual, 98% del territorio de Campeche ha sido dividido en dos sub-regiones: Poniente y Candelaria. Esta última sub-región cuenta con la zona de mayor precipitación pluvial de la zona, y es una de las que presenta valores más altos en el país (1 700 y 1 800 mm), con un promedio de 1,169 mm de precipitación anual (CONAGUA, 2006B).

Las anteriores características han permitido que en esta zona de la Península y particularmente en la porción sur-suroeste del territorio de Campeche, se concentre el mayor número de corrientes superficiales (ríos, lagos, lagunas y esteros).

- ♣ Región hidrológica Grijalva – Usumacinta:

La Región Hidrológica Número 30 Grijalva-Usumacinta se localiza en el sur de la República Mexicana, en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Campeche, delimitada geográficamente entre los meridianos 94 ° 13' a 89 ° 22' de longitud oeste y los paralelos 15 ° 15' al 19 ° 2' de latitud norte. Dicha Región Hidrológica está conformada por un total de 83 cuencas hidrológicas, dentro de ellas se encuentra la cuenca Laguna de Términos que es donde se ubica el presente proyecto.

♣ Cuenca Laguna de Términos:

La Laguna de Términos recibe grandes volúmenes de flujos de agua dulce que varían según las estaciones de una cuenca de 49.700 kilómetros cuadrados que drena partes de la Península de Yucatán, las tierras bajas de Tabasco y las tierras altas de Chiapas y Guatemala. La porción oriental de la cuenca de la Laguna de Términos en el Yucatán tiene suelo calcáreo, poca precipitación y un drenaje de la superficie poco significativo. Al oeste y al sur, el río Palizada, un tributario del río Usumacinta, drena un área mucho más grande compuesta de suelo fluvial con mucha precipitación. El sistema Usumacinta-Palizada drena un mosaico de paisajes que han sufrido fuertes impactos y que han pasado de ser originalmente bosques secos y húmedos a ser tierras de pastoreo y agrícolas habitadas por una población que crece rápidamente.

Cuatro sistemas fluviales contribuyen a la afluencia de agua dulce en la Laguna de Términos:

- Los ríos Candelaria y Mamantel desaguan en la laguna secundaria Panlao en la costa centro-sureña.
- El río Chumpan desagua en la laguna secundaria Balchacah.
- El río Palizada desagua en la cadena de lagunas Viento Este-Vapor.
- El río San Pedro-San Pablo desagua en una cadena de lagunas secundarias (Pom-Atasta) a lo largo de la costa occidental cerca de la boca del Carmen. (INEGI. Hidrología superficial 2019).

Las cuatro subcuencas que desaguan en la Laguna de Términos están dominadas por la cuenca del río Usumacinta que drena el 80 por ciento del total del área. La cuenca del Usumacinta se extiende a los estados vecinos de Tabasco y Chiapas y a las tierras altas de Guatemala. Tanto el río Palizada como el río San Pedro-San Pablo son tributarios del Usumacinta. El 16 por ciento de la cuenca de Candelaria también se sitúa en Guatemala. Esta es una fuente importante de afluencia de agua dulce superficial a la parte oriental de la laguna. Las fuentes locales de agua dulce, incluidas las descargas de agua subterránea proveniente de la topografía cárstica que bordea la laguna por su lado oriental, son probablemente importantes para el mantenimiento de los hábitats localizados cerca de los puntos de descarga.

Tabla 12. Hidrología superficial en el SAR.

Clave	RH	Cuenca	Subcuenca	Tipo	Drenaje	Superficie (has)	Representatividad (%)
RH30	Grijalva - Usumacinta	L. De Términos	Varias	Abierta	Frontera	84,499.032	100

Después de la descripción los componentes hidrológicos superficiales, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental regional delimitado.

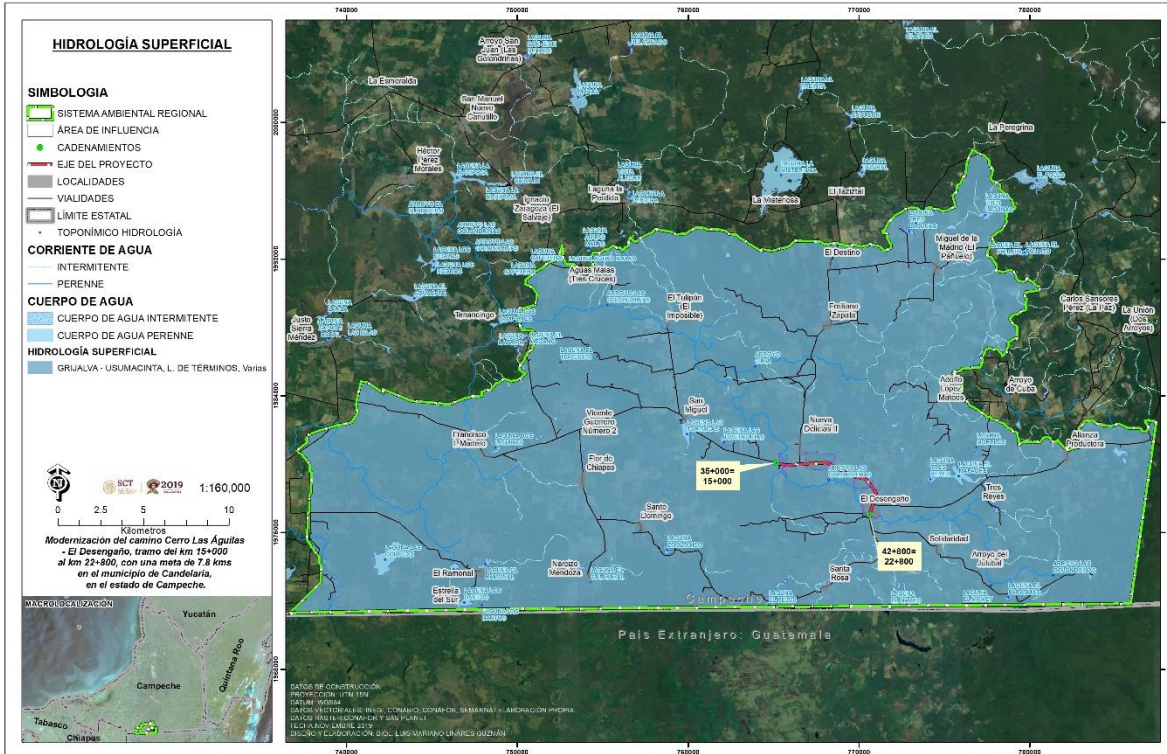


Figura 16. Distribución espacial de hidrología superficial dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico

♣ Microcuencas hidrológicas:

Dentro de la unidad de análisis (Sistema Ambiental Regional) se registran distintas unidades denominadas microcuencas las cuales delimitan las corrientes superficiales. En la siguiente tabla se presentan las corrientes detectadas.

Tabla 13. Microcuencas hidrológicas dentro del SAR.

Microcuencas	Superficie (has)	Representatividad (%)
Itzankanac	7,859.666	9.301
Tulipán (El Imposible)	11,559.665	13.680
Adolfo López Mateos	6,368.314	7.537
San Miguel	36,336.111	43.002
Juntos Progresamos	22,375.277	26.480
Total	84,499.032	100.000

De acuerdo al mapa presentado, el proyecto se encuentra dentro de una microcuenca denominada: Juntos progresamos tal como se muestra en el siguiente mapa.

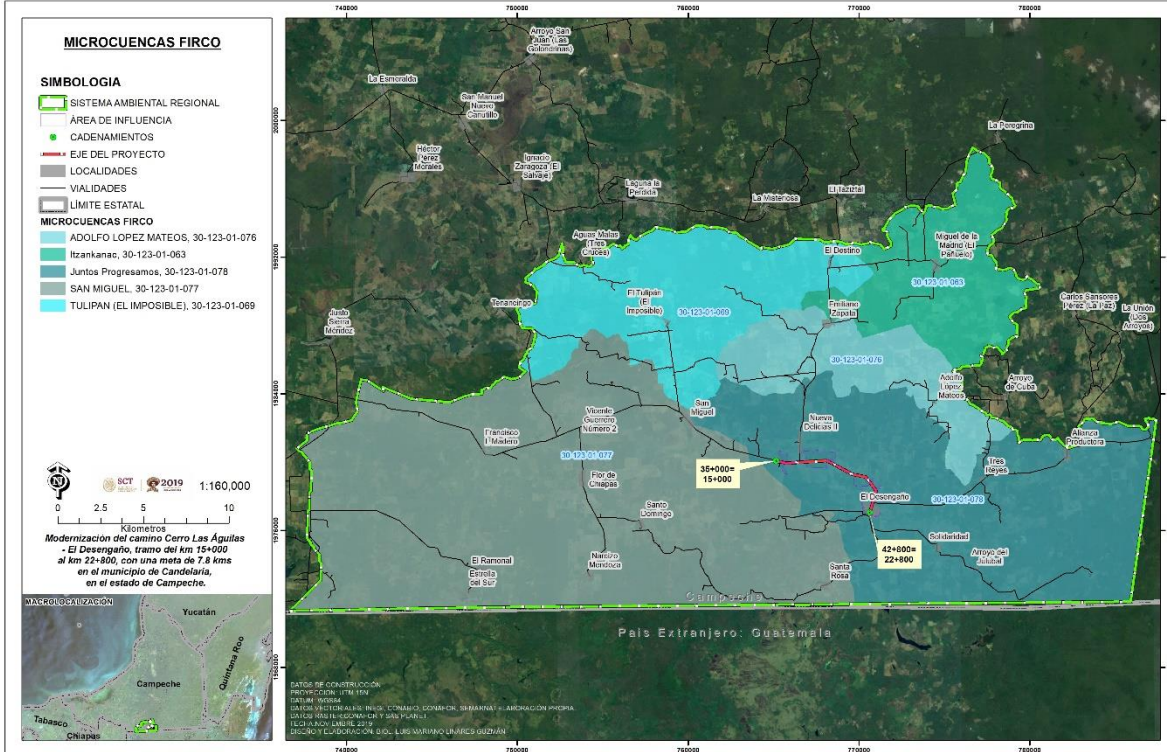


Figura 17. Distribución espacial de microcuencas dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

En base a los recorridos de campo, se observaron algunos cuerpos de agua los cuales se encuentran fuera del área de influencia del proyecto, tal como se observa en la siguiente imagen.



Figura 18. Cuerpos de agua observados dentro del SAR. Ningún cuerpo de agua se encuentra en el área de proyecto ni sera afectado.

Hidrología subterránea

La naturaleza cárstica en el SAR es una de las causas de que la mayor fuente de agua en la región sea el agua subterránea, donde el nivel freático se encuentra a profundidades que van de 6 m a 90 m; es esta la principal fuente de agua para todos los usos y también el principal cuerpo receptor de la precipitación que se infiltra y de las aguas residuales. A partir de los análisis y estimaciones previas de la CONAGUA (2006), se establece que este acuífero se encuentra sobre una interfase de agua, con grandes espesores de agua dulce en el sur, que disminuye hasta tener capas delgadas; tiene una alta dinámica de desplazamiento, y su velocidad de flujo se estima en aproximadamente 40 m/hora, alimentado por la infiltración de aguas de lluvia y los volúmenes que se descargan después de los usos superficiales.

El volumen total de lluvia que se precipita en la región es del orden de 169 905.26 hm³ al año; la mayor parte se infiltra y genera grandes volúmenes de agua que viajan a velocidades mínimas, que parten desde el punto topográficamente más alto del estado, ubicado al sur con los límites de Guatemala. (Custodio, E., 1983).

Tabla 14. Hidrología subterránea presente en el SAR.

Descripción	Superficie (has)	Representatividad (%)
Cretácico medio e inferior. Terciario (península de Yucatán). Rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas). Permeabilidad alta (localizada).	84,499.032	100.000

Después de la descripción los componentes de hidrología subterránea, en el siguiente mapa se evidencian cada uno de estos elementos dentro del sistema ambiental delimitado.

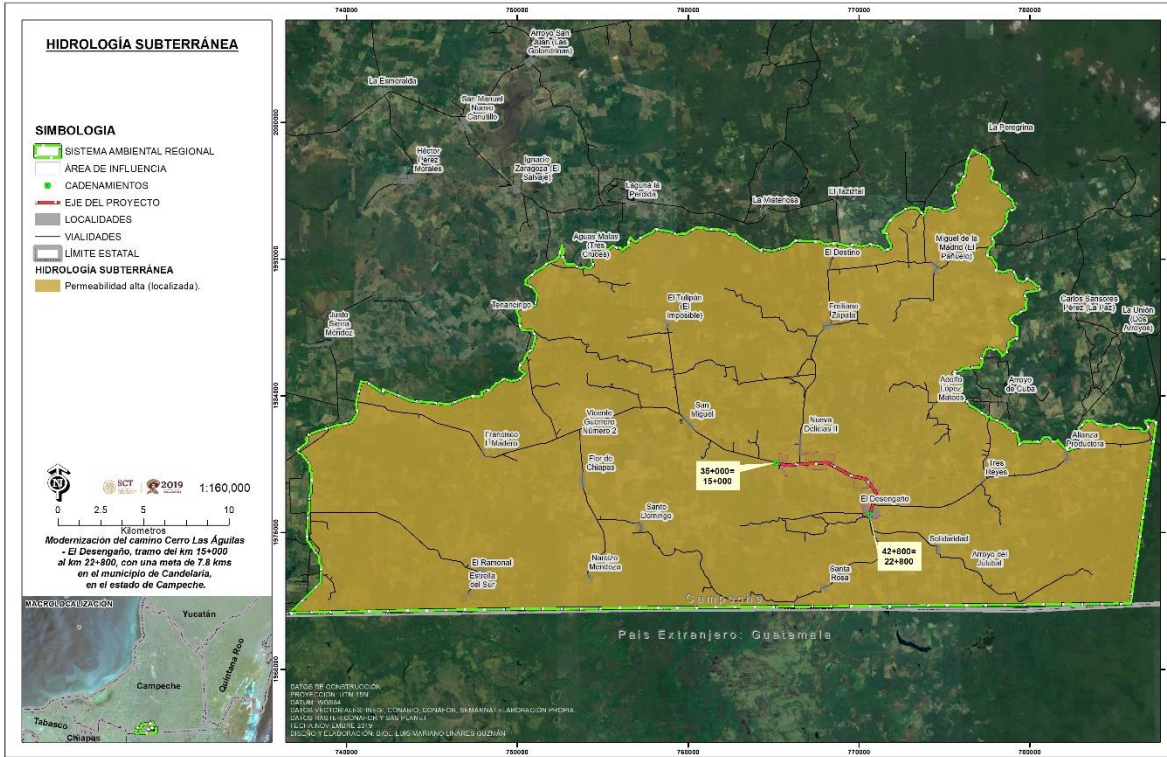


Figura 19. Distribución espacial de hidrología subterránea dentro del SAR. Consultar anexo cartográfico.

- Acuífero Península de Yucatán

Recarga total media anual (Rt).

La recarga total media anual corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida. En este caso, es la suma de la recarga vertical y las entradas horizontales. De esta manera la recarga total es de 21,813.40 Mm³/año.

Volumen concesionado de aguas subterráneas.

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002, es de 1,511,978,972 m³/año.

Dentro del tramo de estudio se encontraron 6 obras de drenaje menor, los cuales se consideran suficientes para drenar el volumen hidráulico que se genera en la zona; sin embargo, se pretenden modificarlas para mejorar su rendimiento y estado físico.

Las obras de drenaje se modificarán en cuanto a su longitud debido a la ampliación de camino en estudio; además, se propone aumentar el área hidráulica de las obras de drenaje menor y cambiarlas por tubos de concreto de 1.05 m de diámetro para mejorar las características físicas de los elementos, manteniendo la cantidad de tubos por obra.

A continuación, se presenta la ubicación de cada una de las obras de drenaje:

Tabla 15. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto.

Obra de drenaje	Ubicación (cadenamiento)
1	35+383
2	37+938
3	39+697
4	40+062
5	40+605
6	41+583

- b) En base a INEGI y/o CONAGUA se indicarán las características de cada uno de estos cuerpos de agua, y el tipo de corriente de agua que libra cada obra de drenaje si es arroyo, río, canal, etc.

De acuerdo a la base de datos de CONAGUA, dentro del SAR se registran corrientes de tipo intermitente, siendo estas corrientes temporales las de mayor presencia en la unidad de análisis.

En base a la información meteorológica reportada por CONAGUA y datos obtenidos en portales de CONABIO, se registra un escurrimiento anual de 0 a 10 mm dado que las condiciones del suelo favorecen la infiltración del agua y una baja cantidad de agua es la que escurre de manera superficial por lo que las dimensiones de las obras de drenaje son las adecuadas para no obstruir el flujo de agua superficial en el área de proyecto. En la siguiente tabla y mapa se observa el escurrimiento registrado en el AP y ubicación de obras de drenaje que serán modificadas como parte de la modernización del proyecto.

Tabla 16. Escurrimiento medio anual dentro del SAR.

Precipitación	Superficie (has)	Representatividad (%)
0 a 10mm.	64,918.32	76.827
100 a 500mm.	19,580.71	23.173
Total	84,499.03	100.000

c) Se indicarán las obras de drenaje que se requieren modernizar y/o construir.

Las obras complementarias inciden directamente sobre el funcionamiento del proyecto y como tales, se encuentran en este caso las obras de drenaje menor. Como ya se ha mencionado las obras de drenaje existentes no cuentan con las dimensiones adecuadas a los gastos en la zona, por lo que se pretende sustituirlas para la mejora en su funcionamiento.

De acuerdo a las características geométricas del proyecto, se detectaron seis obras de drenaje menor que serán modernizadas y en la siguiente tabla se presenta su ubicación.

Tabla 17. Obras de drenaje detectadas en campo para el proyecto.

Obra de drenaje	Ubicación (cadenamiento)
1	35+383
2	37+938
3	39+697
4	40+062
5	40+605
6	41+583

d) Se deberán incluir los planos y/mapas necesarios para el correcto análisis, y que para este rubro se recomiendan capas de información topográfica de INEGI escala 1: 50 000.

Los mapas donde se muestra a detalle cada uno de los escurrimientos que atraviesa el proyecto se incluye en el anexo 1.

4.2.1.1.5 Aire

Las fuentes de contaminación del aire generadas por la población son clasificadas en fijas y móviles. Las primeras, corresponden a las de tipo industrial y comercial, en sus diferentes giros, como las refinerías, fundidoras, termoeléctricas, cementeras, de la construcción y de la industria química, fundamentalmente.

Las fuentes móviles son aquellas conformadas por los vehículos automotores que utilizan gasolina y diésel como combustible. También son causas de emisiones contaminantes los procesos de combustión empleados para obtener calor, transformar energía y dar movimiento, dependiendo de las características de los equipos, a su excesivo e inadecuado uso y a la calidad de los combustibles empleados.

Para el presente proyecto, cuando se ejecuten las obras y con motivo de los movimientos de tierra derivados de la modernización del camino, se producirá un incremento en la emisión de partículas, que temporalmente pueden ocasionar niveles de emisión elevados de partículas en suspensión y sedimentables. También ocurrirán emisiones de contaminantes por vehículos pesados (camiones y maquinaria). Con el incremento en el tráfico vehicular generará un aumento de las emisiones principales como el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO²), hollín y alquitranes con un cierto contenido de plomo.

Atmósfera

De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en su programa del “Inventario Nacional de Emisiones de fuentes móviles para México 2013 y su proyección a 2030”; con el fin de mejorar el área de la gestión de la calidad del aire y evaluación de sus efectos en la salud además de sentar bases técnicas para realizar mejores evaluaciones de la calidad del aire e impacto ambiental, registro las estimaciones de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH3) y partículas suspendidas (PS) con diámetros aerodinámicos menores a 10 µm (PM10) y 2.5 µm (PM2.5) y los agentes causales de cada uno de los gases que se emiten al ambiente para el municipio de Candelaria Campeche. (INECC, 2014).

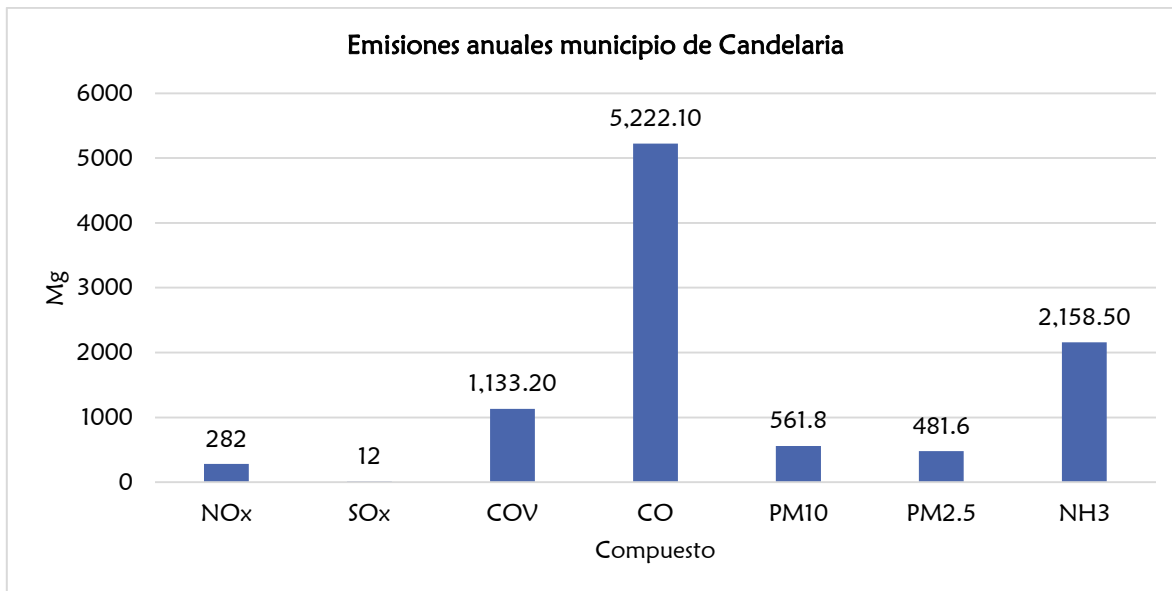
Los resultados del inventario a nivel estatal se muestran a continuación:

Tabla 18. Componentes emitidos a la atmosfera en Candelaria.

Municipio	Unidad de medida	NOx	SOx	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Candelaria	Mg	282	12	1,133.20	5,222.10	561.8	481.6	2,158.50

El crecimiento demográfico en el municipio de Candelaria, el incremento del parque vehicular, las malas condiciones mecánicas del mismo, áreas con suelos desnudos y deforestados, son algunos de los factores más importantes que han traído consigo que el problema en el aumento de gases contaminantes.

De acuerdo a los datos obtenidos del Inventario Nacional de Emisiones, se encuentra que la aportación municipal de emisiones a la atmósfera (sin contar fuentes naturales) no es significativas en relación al total estatal. En la gráfica siguiente se muestran la distribución de compuestos registrados para el municipio de Candelaria.



Gráfica 2. Emisiones registradas para el municipio de Candelaria.

Con base en estos datos y en la visita de campo, se puede decir que las principales fuentes de emisiones a la atmósfera en la zona de estudio, provienen de la combustión doméstica regional; los vehículos que no circulan por carretera (asociados éstos a las actividades agropecuarias dentro del SAR) y en menor cantidad a fuentes de área (pequeñas industrias, polvo, etc.) y fuentes fijas. También se observa que estas emisiones no comprometen la calidad del aire dentro de la zona, considerando la demografía de la región y las actividades económicas principales. En la siguiente figura se evidencia algunos factores observados en campo.



Figura 21. Condiciones actuales y su influencia para las condiciones del aire en la región.

En la figura A, se observa la presencia de basura (desechos inorgánicos) en distintos puntos a lo largo del camino a modernizar. Figura B se observaron vehículos generadores de emisiones móviles. Figura C, crecimiento poblacional. Figura D, deforestación en la región para obtención de leña para consumo doméstico y transformación de zonas forestales hacia pastizales para actividades pecuarias. Cada una de estas actividades contribuye al deterioro gradual con el paso del tiempo para la calidad del aire.

4.2.1.2. Medio biótico

En esta sección se describe todo lo relacionado con los seres vivos, tanto de flora como de fauna y de las interacciones entre ellos, para describir y analizar en forma integral el sistema ambiental regional (SAR)⁴ que constituye el entorno del proyecto. Los componentes abióticos (4.2.1.1) y los bióticos (4.2.1.2) se interrelacionan entre sí y se requieren unos a otros para el desarrollo de los ecosistemas; las características particulares de cada uno proveen por su parte

⁴ Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

de diversidad y originalidad a cada ecosistema existente en la zona del proyecto y colindancias.

Partiendo de la identificación de las especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades o de sus poblaciones, se determinó y analizó la calidad ambiental del SAR y AI en lo general, y de la LC donde incidirá el proyecto, empleando indicadores que permitieron corroborar los resultados del análisis para dar un seguimiento ambiental al proyecto. Fue necesario y relevante caracterizar la condición actual de los componentes bióticos de los ecosistemas en la zona de estudio y los procesos ecológicos asociados a los mismos, de forma tal que se construyó una “línea cero” del estado de conservación o integridad funcional actual, debido a los diferentes usos del suelo que han determinado diferentes agentes antropogénicos como principal motor de cambio.

En la siguiente sección se describe la metodología empleada para el levantamiento de información en campo y los resultados obtenidos; en cada sección se detalla cada punto de manera descriptiva-fotográfica, con la finalidad de evidenciar los trabajos realizados y las condiciones ambientales que se presentan actualmente en la zona de estudio.

4.2.1.2.1 Vegetación

✦ **Metodología, levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete**

La finalidad de este apartado es mostrar la metodología que se llevó a cabo para el levantamiento de información en campo determinando muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP), incluye AI/DDV/LC, que en lo sucesivo a esta información será denominado como áreas del proyecto (AP), para facilitar el manejo de la información, y fuera de las áreas del proyecto (MSAR), incluye SAR, para evidenciar y generar soporte ambiental que logrará identificar, describir y valorar las condiciones actuales en las diferentes unidades de análisis, para constituir uno de los criterios básicos que ayudaron a realizar su análisis ecológico desde diversas perspectivas ambientales, para conocer y demostrar que la remoción de la vegetación a nivel de proyecto donde se llevará a cabo el CUSTF no comprometerá los recursos forestales y la biodiversidad del SAR como unidad de análisis. Dichas actividades fueron enfocadas a alcanzar los objetivos siguientes:

- Caracterización ambiental, descripción y análisis de los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación (USVEG) que se encuentran en el SAR, AI y LC, con la finalidad de conocer su ecología, la condición sucesional, así como la contribución de cambio antropogénico que presentan actualmente.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad: La riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la abundancia proporcional dentro y fuera de las áreas del proyecto. En los resultados se muestra la composición florística, formas de vida dominantes, su estratificación cuya información sirva, entre otros, para mostrar la clasificación taxonómica de las diferentes familias, géneros y especies identificadas dentro de los sitios de muestreo, para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica dentro del SAR, AI y LC.
- Utilizar indicadores ambientales para reflejar el estado del medio biótico como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones, para tomar en cuenta medidas de protección y conservación; resulta especialmente importante el origen florístico de las especies nativas e introducidas, la presencia de especies pioneras al disturbio, aquellas que presentan relevancia ecológica y aquellas con

algún régimen de protección y/o conservación en materia legal de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer si en la zona existen especies o poblaciones de estas con alguna categoría de riesgo y su distribución actual.

La metodología empleada para fines de este documento se divide en dos fases, el trabajo de campo y gabinete, donde cada una de las actividades realizadas fue enfocada alcanzar los objetivos planteados.

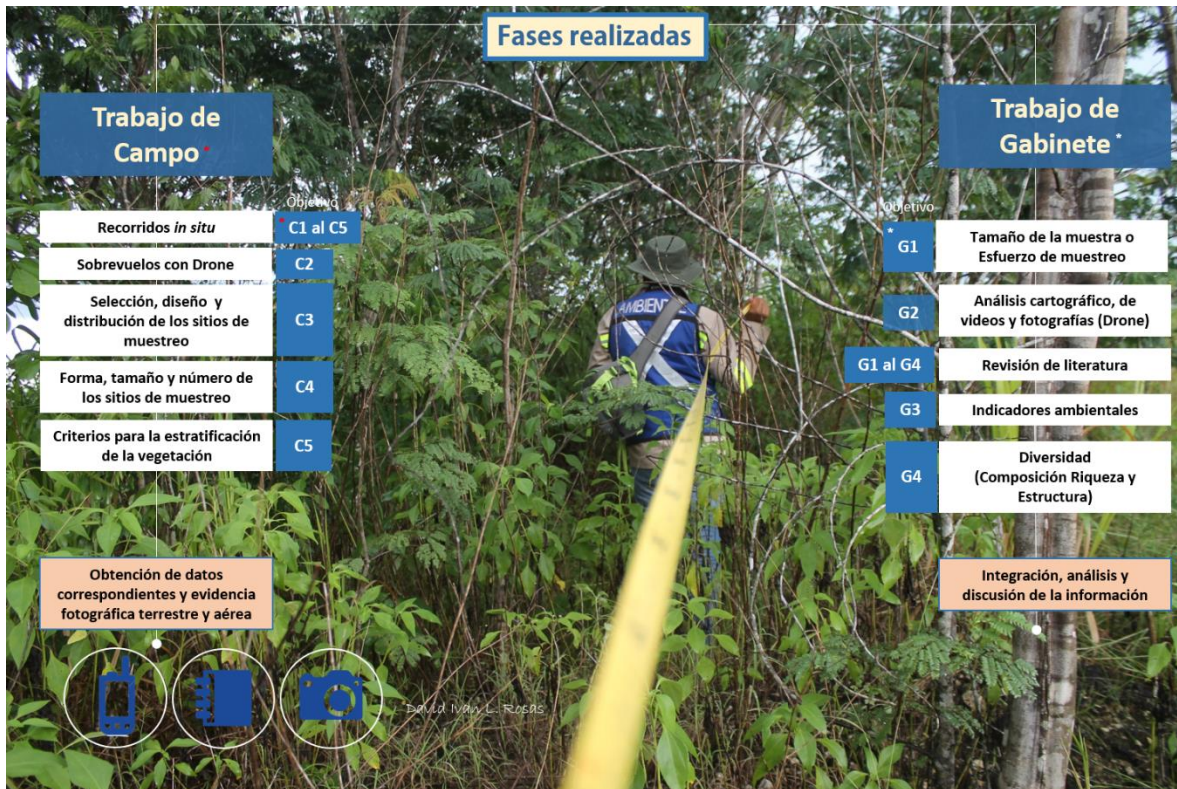


Figura 22. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información.

La descripción de cada una de las actividades realizadas se muestra a continuación en base a la letra y numeración de los distintos objetivos que se presenta en el esquema anterior, comenzando con el trabajo de campo y posteriormente gabinete.

Recorridos *in situ* (C1 al C5): Se realizó una visita a campo para conocer las condiciones ambientales dentro y fuera de las áreas del proyecto; para ello, resultó importante el reconocimiento del terreno. Pevio a la salida de campo se utilizaron y consultaron sistemas de información geográfica (SIG) e imágenes satelitales, para la generación de mapas preliminares, para conocer la ubicación espacial del proyecto, como principal marco de referencia y tener una base sólida de estudio; además se tomaron fotografías a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos y sitios de muestreo, con la finalidad de mostrar evidencia fotográfica-descriptiva de las condiciones ambientales actuales que se presentan en el SAR, AI y LC.

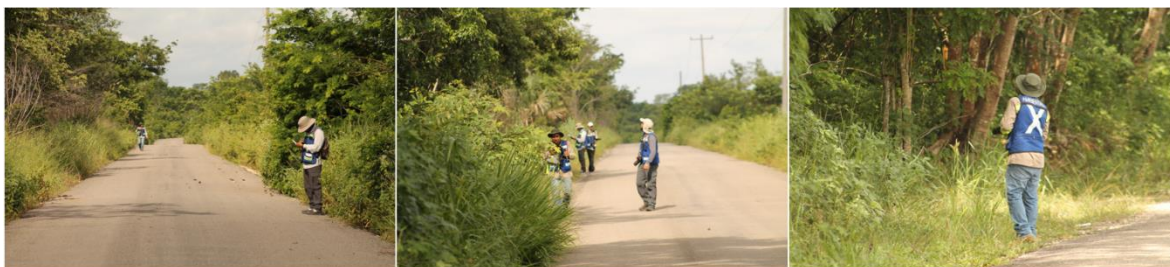


Figura 23. Recorridos realizados dentro de las áreas del proyecto (AP), incluye AI/DV/LC.



Figura 24. Recorridos realizados fuera de las áreas del proyecto (SAR).



Figura 25. Levantamiento fotográfico a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos realizados.

Sobrevuelos tomados con Drone (C2): En la zona de estudio se utilizó un Drone (Phantom 3 Advanced), con la finalidad de conocer a un nivel aéreo las condiciones que se presentan en el SAR, AI y LC; esto ayudó a conocer con una mayor perspectiva los distintos USVEG y una mayor visualización del área a nivel de paisaje. De manera inicial se consultaron datos para conocer restricciones de vuelo (no fly zone).



Figura 26. Empleo de Dron (DJI Phantom 3 Advanced), las imágenes muestran los sobrevuelos realizados dentro del SAR, AI y LC.

Posteriormente se realizó un plan de vuelo, en cada sitio de despegue para poder tener una referencia espacial se tomó un punto de control, esto consistió en referenciar en tierra un punto con el GPS, donde se colocó una diana de control, después se posiciono el terreno con una fotografía tomada con el Dron a 90°, manteniendo una altura de 70 m aproximadamente; de esta manera se procedió a realizar los recorridos aéreos tomando fotografías de forma oblicua y vertical en distintos puntos del SAR, AI y LC en toda la longitud del proyecto.



Figura 27. En cada punto de despegue se tomó una coordenada con la ayuda de un GPS y posteriormente se tomó una fotografía aérea perpendicular con el Dron para tener una referencia espacial ubicando una diana de control.

Una vez que el Drone estaba en el aire se tomaron fotografías en distintos puntos cardinales para conocer la perspectiva del paisaje del AI y del SAR.



Figura 28. Fotografías aéreas que muestran diferentes matrices del paisaje dentro del SAR/AI/LC.

Finalmente, la información fue utilizada en la evaluación del proyecto; vale la pena mencionar, que a nivel de LC de toda la longitud del proyecto se llevó a cabo un levantamiento fotográfico aéreo que sirvió para poder generar un ortomosaico del proyecto (Consultar anexo 3 – 3.5), mediante un trabajo de SIG, con la finalidad de conocer con mucho mayor detalle las superficies forestales existentes dentro de las superficies consideradas.



Figura 29. Fotografías aéreas que muestran las condiciones actuales del camino dentro de la LC.

Selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo (C3): En la mayoría de estudios relacionados a la vegetación no es práctico y resulta imposible enumerar y medir todos los

individuos de la comunidad, por ello, hay que realizar muestreos de la misma y así estimar el valor de los parámetros de una población (Mateucci y Colma, 1982). Considerando lo anterior, para determinar el diseño de los sitios de muestreo, se realizó un muestreo dirigido (no probabilístico); ya que los muestreos fueron dirigidos a superficies que presentaran cobertura forestal dentro y fuera de las áreas del proyecto. El muestreo dirigido consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los evaluadores, dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad (Newton, 2007).

El muestreo dirigido bien manejado puede ser de mucha utilidad; la confiabilidad de los resultados muestrales en éste depende, en gran medida de la calidad de los conocimientos o del juicio del evaluador. Para la ubicación de los sitios de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto, se determinó en función de las características representativas de los mismos, tales como: el estado de conservación de la vegetación natural y la heterogeneidad de la vegetación. Un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor.

El diseño de muestreo debe ser acorde con los objetivos del inventario forestal, y estar determinado por la clase de unidades de muestreo, su tamaño y forma, seguido por los procedimientos de medición en las unidades seleccionadas y el análisis de los datos resultantes (Romahn, V. y Ramírez, M. 1994). Por otra parte, los mismos autores señalan que para determinar la forma de los sitios de muestreo se deben considerar, básicamente, los problemas prácticos que se puedan presentar al delimitar directamente en el campo, las diferentes formas factibles de uso, los objetivos mismos del inventario, la zona por inventariar, etc., y en ese sentido, los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que se pueden tener sitios cuadrados, rectangulares o circulares, principalmente.

Cabe señalar, que de las formas antes referidas, los cuadrados son los que menos se han utilizado, la razón es que, para delimitarlos en el terreno es necesario trazar el cuadro “a rumbo y distancia”, el cual, muchas veces, en terrenos accidentados “no cierra”, modificándose de esta manera la superficie establecida para el sitio, cuando se trata de sitios relativamente grandes, ya que en superficies de sitios pequeños puede considerarse que la delimitación se hace sin mucho riesgo de error, (Romahn, V. y Ramírez, M. 1994).

En ese sentido, los muestreos dentro de las áreas del proyecto (superficies que incluyen AI/DV/LC) y para los muestreos fuera de las áreas del proyecto (superficies que incluyen SAR), se consideró importante el uso de parcelas circulares, en ambos casos fue importante que tuvieran la misma superficie, para poder ser comparables. Vale la pena mencionar, que cada sitio de muestreo se consideró de 400m²; sin embargo, debido al ancho tan reducido de la LC en áreas requeridas para la modernización y que dentro de esta a su vez se encuentra el camino actual conformado en pavimento donde no hay vegetación, se decidió en campo hacer los sitios de muestreo en superficies que incluyen el DDV, AI y LC, ya que el radio de cada sitio es de 11.28 m, buscando la forma en todo momento de poder registrar vegetación y obtener la diversidad florística en la zona de estudio.

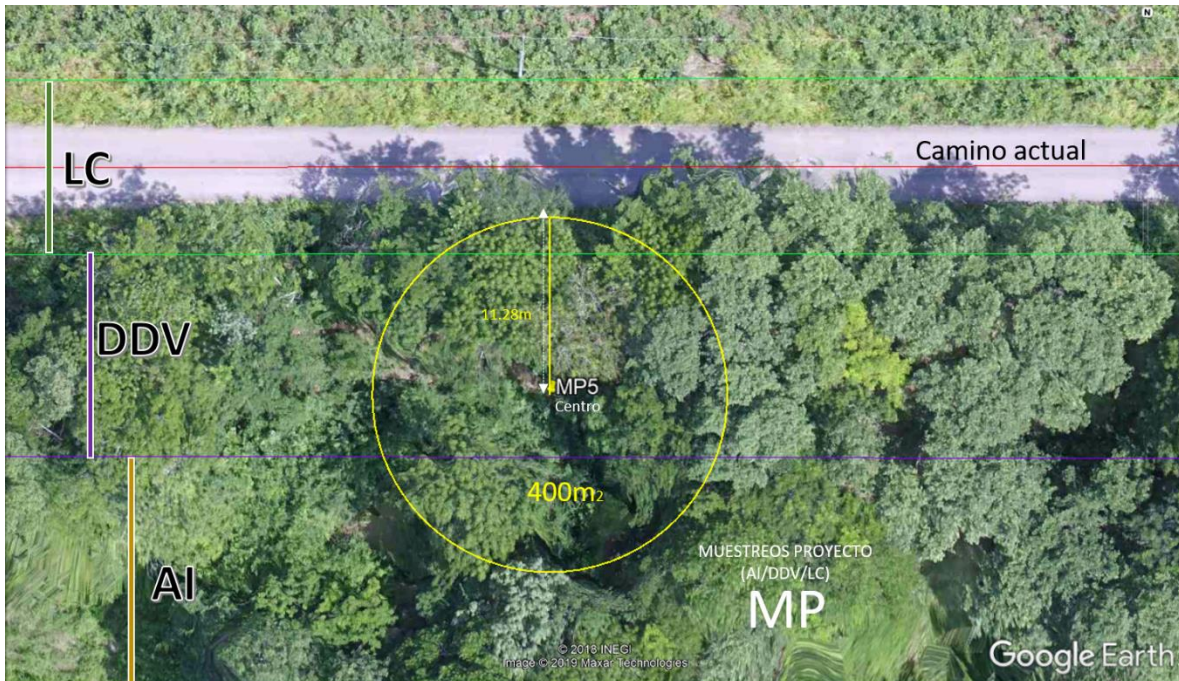


Figura 30. Interpretación esquemática de los muestreos determinados para el proyecto.

En el caso de las parcelas circulares se tiene un perímetro menor, se reduce el error de incluir o excluir individuos en la periferia de la parcela. Este método es muy usado para inventarios forestales por ser fácil de establecer y evaluar, solo se requiere elegir un punto en el centro, sobre el cual se tira una línea o cuerda con una distancia preestablecida que corresponde al radio de una circunferencia. Entre las ventajas, en comparación con los sitios cuadrangulares y rectangulares se enlistan las siguientes:

- Su gran popularidad radica en la relativa facilidad para delimitarlos, ya que una vez establecida la posición de su centro basta con “lanzar” radios desde éste hacia la periferia.
- Los tamaños o superficies más adecuadas para un sitio circular estarán en función de lo que se quiera evaluar.

Adicional a lo anterior, se debe indicar que para este tipo de unidades de muestreo se registra exclusivamente la coordenada central de cada sitio de muestreo y se deja la marca correspondiente, evitando tomar coordenadas en cada uno de los vértices, con lo cual se disminuye la incertidumbre del error de precisión al momento de alimentar el Sistema de Información Geográfica (SIG), (Romahn, V. y Ramírez, M. 1994). En este sentido, se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth, SIG y fotografías terrestres y aéreas para identificar el USVEG que se distribuye en la zona de estudio realizando recorridos in situ. El diseño de muestreo fue dirigido y dentro de cada sitio fue estratificado en base a las diferentes formas de vida observadas. Las mediciones de las características de interés se llevaron a cabo en los sitios de muestreo distribuidos con arreglo a un modelo fijo (Mueller-Dombois y Elenberg 1974); esta metodología es preferida no solo porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato, sino también por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón espacial de los individuos ofrece una mejor estimación que el muestreo sin estratificar.

Forma, tamaño y número de los sitios de muestreo (C4): Después de revisar detalladamente la selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo, como línea base se utilizó la metodología empleada por el Inventario Nacional Forestal (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, 2015), sin embargo, se ajustó a los requerimientos y al área de estudio como se ha referido anteriormente. Todos los muestreos realizados fueron estandarizados en relación a las superficies consideradas en cada sitio de muestreo, para poder analizar de forma correcta los resultados obtenidos. Como se ha referido anteriormente se tomaron en cuenta únicamente dos unidades de análisis con fines comparativos:

- Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP).

(Superficies que incluyen AI/DDV/LC).

- Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

(Superficies que incluyen SAR).

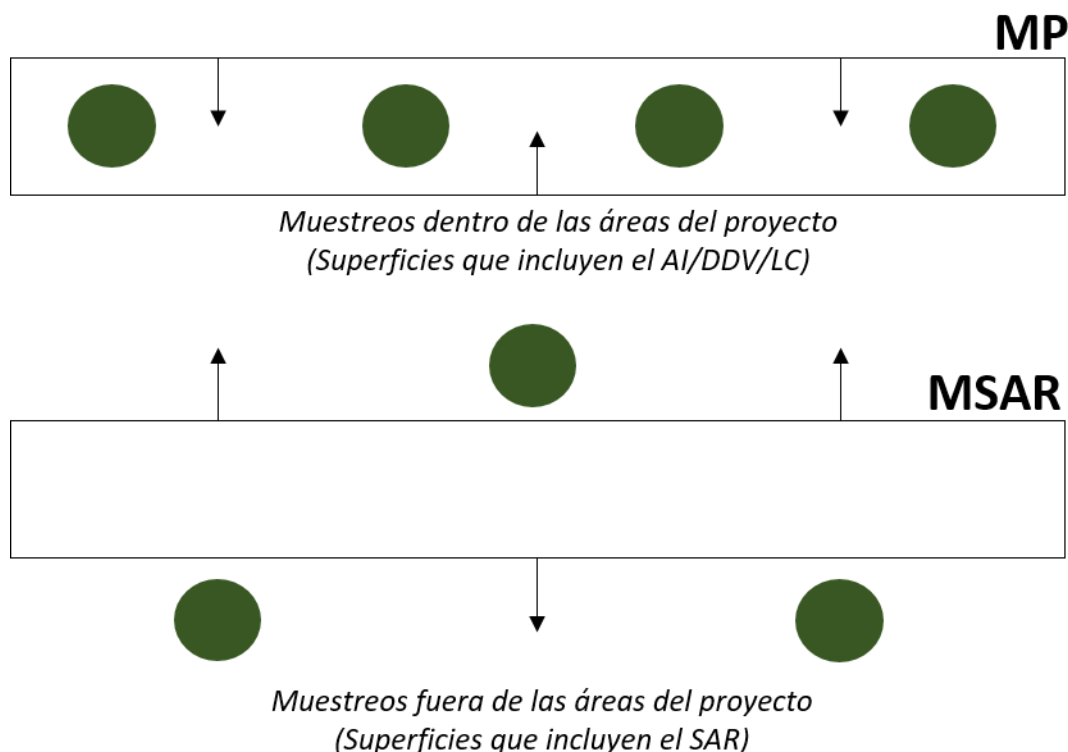


Figura 31. Representación esquemática de las dos unidades de análisis consideradas para los MP / MSAR.

En este caso se desea conocer el número de individuos por especie en determinada comunidad, por ello es preciso definir un área de muestreo; hay varios procedimientos rutinarios que utilizan diferentes tamaños y formas de parcelas de acuerdo con las propias necesidades del proyecto o monitoreo (Barbour et al. 1999, Newton 2007). En este sentido, se establecieron un total de (13) sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto y (13) sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto, por medio de parcelas circulares, en ambos casos de 400 m², (radio=11.28 m), dando una superficie para cada sitio de (0.04 ha), esto se

definió de acuerdo al tipo de vegetación observada; así mismo, dentro de cada sitio de muestreo se llevó a cabo una subparcela (submuestreo) en el centro de cada sitio con una superficie de 1 m² para la evaluación de herbáceas, en ambos casos se recabo información con la finalidad de conocer la riqueza, abundancia y diversidad de especies en cada sitio de muestreo.

Para el registro de los datos correspondientes se consideraron algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información. Se llegó a cada sitio dentro y fuera de las áreas del proyecto con vegetación afín a la VS/SMQ, mediante el empleo de posicionadores geográficos (GPS - °eTrex 20 y 30 GARMÍN), ubicando cada sitio de muestreo por medio de un punto central (vértice) de referencia, así como se consideraron 4 vértices para las subparcelas de muestreo tomando como referencia el centro de cada sitio de muestreo.



Figura 32. Se llegó a cada sitio de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto mediante empleo de GPS; posteriormente se ubicó cada sitio de muestreo y se marcó el centro como referencia.

En cada sitio de muestreo para poder tener una referencia espacial se consideró un árbol como el centro de cada parcela donde se colocaron etiquetas color blanco amarradas con hilo plastificado y cinta flaggin color visible, ambas con el número de cada sitio; como se ha referido, debido a que se realizaron muestreos dentro y fuera de las áreas del proyecto se determinaron las siguientes claves para el manejo de la información obtenida: MPn... (MP=Muestreo dentro de las áreas del proyecto (superficies que incluyen AI/DDV/LC) y n=número de muestreo, así como MSARn... (MSAR=Muestreo fuera de las áreas del proyecto (superficies que incluyen SAR) y n=número de muestreo.



Figura 33. Marcado del centro en cada sitio de muestreo, mediante la colocación de etiquetas de poliestireno y cinta flaggin, para su fácil identificación en campo como punto de referencia espacial.

Con la ayuda de un clinómetro se ubicó el Norte franco partiendo del centro marcado; posteriormente se realizó el marcado físico de la parcela circular con el apoyo de una cinta métrica que facilitarían las actividades, partiendo del centro a una distancia de 11.28 m. donde fue colocado un banderín temporal durante el muestreo, el procedimiento fue realizado en los cuatro puntos cardinales para conocer el límite de cada parcela. El conteo y numeración

de las especies se inició del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj.



Figura 34. Trazado de parcelas de muestreo de 400 m² y 1 m², para levantar información de árboles/arbustos/herbáceas (MP/MSAR).

Después se procedió al levantamiento de información, con una cinta diamétrica se midió y registro la vegetación dentro de los 400 m² para árboles y arbustos; además se delimito una subparcela de muestreo de 1 m² para herbáceas en el centro de cada sitio. Para el registro de la información se tomó en consideración lo siguiente:

- ✓ En árboles (AR) se tomó en cuenta un diámetro normal (DAP) a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo que fuera igual o mayor a 7.0 cm.
- ✓ En arbustos (AB) se tomó en cuenta un diámetro normal (DAP) a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo que fuera menor a 7.0 cm.
- ✓ En herbáceas (HI) se registraron datos como la riqueza, número de individuos (abundancia) y cobertura.

En algunos casos se sumaron los diámetros, ya que presentaban ramificaciones desde la base; se levantaron datos de cada individuo como: la altura total (m), diámetro (DAP) y cobertura; en todos los estratos se registró el nombre común de cada especie e identidad taxonómica (en caso de conocerla).



Figura 35. Evidencia fotográfica que muestra la medición de diámetros y registro de datos correspondientes para las especies registradas en los diferentes estratos de cada sitio de muestreo (MP/MSAR).

Criterios para la estratificación de la vegetación (C5): Existen algunos parámetros de tipo estructural que definen la fisonomía de una comunidad vegetal (Shimwell, 1971). En este sentido, la forma de vida, denomina también forma de crecimiento o tipo biológico, se entiende en general la forma o estructura que presenta una especie y es el producto de las condiciones ambientales y de las estrategias adaptativas y evolutivas de las plantas. Cada forma de vida se distingue de otra, a través de características tales como su posición en la estratificación, tipo de ramificación, periodicidad (siempre verde, semidecdua, decidua) y tipo de hoja (tamaño, forma y textura).

Diversos sistemas de clasificación de formas de crecimiento se han realizado. Esta variación se debe a que diversos autores (Raunkiaer, 1934; Braun Blanquet, 1932; Durietz, 1931; Whittaker 1962; Sherve, 1951), han considerado diferentes criterios al efectuar las clasificaciones, lo cual define caracterizaciones particulares de los tipos biológicos; tales criterios dependen, principalmente, de la zona geográfica y ecológica en la que se encuentre el autor. Con base en lo anterior, se propone un sistema para identificación de formas de vida basado en Sherve (1951) y adaptado para el proyecto, del cual se tomarán en cuenta las siguientes formas de vida.

Árboles

- (Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, leguminosas pinnadas y dicotiledóneas de hoja angosta).

Arbustos

- (Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, leguminosas pinnadas, dicotiledóneas de hoja angosta, tallos verdes deciduos o áfilos).

Herbáceas

- (Graminoides perennes, graminoides anuales y bianuales, latifoliadas herbáceas perennes y latifoliadas herbáceas anuales y bianuales).

Tamaño de la muestra o Esfuerzo de muestreo (G1): El determinar el tamaño de la muestra para las áreas fuera del proyecto (MSAR), superficies que incluyen SAR, estuvo en función de las superficies forestales existentes únicamente dentro de la LC del proyecto, estos datos fueron de referencia ya que dentro de la LC existen escasas áreas con vegetación, esto debido al número de muestreos obtenidos y a la superficie de cada sitio de muestreo, con el fin de lograr homogenizar los resultados obtenidos en ambas unidades de estudio y poder presentar un análisis comparativo de la información obtenida.

Cuando mayor sea el número de unidades muestrales, más precisa será la estimación de la variable considerada. Sin embargo, dado el gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es necesario llegar a un compromiso tal que el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y a la calidad de la información recabada. Se pueden aplicar varios criterios para decidir el tamaño de la muestra; en algunos estudios se ha utilizado la relación entre la superficie muestreada y la superficie total; sin embargo, diversos autores utilizan distintos métodos.

Al muestreo lo podemos definir como el conjunto de observaciones necesarias para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de una población, denominada muestra; donde el tamaño de la muestra, pretende ser representativa, válida y confiable y al mismo tiempo represente un mínimo costo y tiempo (esto dependerá de los objetivos de cada proyecto). Por lo tanto, el tamaño de la muestra estará delimitado por los objetivos del estudio y las características de la población, además de los recursos y el tiempo de que se dispone.

En este sentido, como primera alternativa para poder conocer el número de muestreos óptimos dentro de la población (superficie forestal dentro de las áreas del proyecto) y previo al levantamiento de información en campo se determinó un nivel de confianza, tomando en cuenta lo siguiente:

“Presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, que justifique la representatividad de la muestra, en función de las características del o los tipos de vegetación; indicando la intensidad de muestreo, tamaño de la muestra, tiempo de muestreo, número de sitios de muestreo y su distribución, así como determinar el tamaño de muestra con niveles de confianza de la vegetación por afectar”.

Para conocer el número de muestras previo al levantamiento de campo se utilizó la siguiente ecuación: (Spiegel. M., y Stephens, L., 2009).

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

i = Error de estimación máximo esperado.

P = Probabilidad de que ocurra el evento.

q = (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento.

En este caso se realizó la ecuación tomando en cuenta lo siguiente:

N= Tamaño de la población (4,230 m² = 0.423 ha) superficie forestal existente dentro de las áreas consideradas para el proyecto.

Z = Tomando en cuenta la tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por los niveles de confianza, donde se consideró una certeza de 80% = Z (1.28).

i = Error de estimación máximo esperado (0.20).

Posteriormente, se estimaron las características del estudio, donde se consideró la probabilidad de que ocurra el evento (p) y la de que no se realice (q); tomando en consideración que la suma de ambos valores p + q será invariablemente siempre igual a 1, al ser parte de un pre-muestreo y no se cuenta con suficiente información, se le asignó p = .50 q = .50.

Tomando en cuenta lo anterior, los valores obtenidos se muestran a continuación:

$$n = \frac{4230 * (1.28 * 1.28) * 0.5 * 0.5}{(0.2 * 0.2) * (4230 - 1) + (1.28 * 1.28) * 0.5 * 0.5} = \frac{1732.61}{169.57} = 10$$

Los datos arrojan que para los 4230 m² (0.423 ha) de áreas forestales en superficies dentro de la LC del proyecto con presencia de (VS/SMQ) y considerando un margen del 80% de confiabilidad con su correspondiente porcentaje de error (20%=0.20), se requiere una muestra de n=10 sitios; sin embargo, es importante aclarar, que esta ecuación a pesar de haberla implementado como trabajo preliminar de gabinete no se ajusta del todo para muestreos de biodiversidad, ya que no toma en cuenta algunas variables importantes. Por ello al realizar los recorridos en campo y mediante las observaciones realizadas durante el levantamiento de información *in situ*, en base a las condiciones actuales de la vegetación observada, conforme se iban realizando los sitios de muestreo, donde se observó la constante presencia de las especies entre un sitio y otro de muestreo, se consideró una n=13 sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto=MP y n=13 sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), por lo que los resultados obtenidos cumplen con la representatividad de la muestra analizada, con el fin de lograr homogenizar los resultados obtenidos en ambas unidades de estudio (MP/MSAR) y poder presentar un análisis comparativo de la información obtenida.

No obstante, como segunda base de análisis también fue importante realizar curvas de acumulación de especies, para respaldar los resultados obtenidos, ya que resultan mayormente confiables para estudios de biodiversidad, mismas que estuvieron en función del trabajo de campo que se realizó día a día conforme se levantaba información en cada sitio de muestreo. En este caso, se han propuesto muchos métodos que estiman la riqueza, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son en base a métodos para evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo como las curvas de acumulación de especies. Este tipo de curvas se define como un gráfico del número

acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo empleado para obtener la muestra (Hayek y Buzas, 1997; Moreno y Halffter, 2001). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Los modelos de acumulación de especies permiten: 1) estimar el número de especies que pueden ser detectadas en un área determinada, 2) evaluar si con los inventarios se registró el número real de especies en el área, 3) comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo, 4) estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar la mayor cantidad de especies en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos. El uso de este tipo de modelos constituye una herramienta predictiva en estudios de biodiversidad y puede representar importantes avances en la planificación y diseño de los protocolos de muestreo, así como ahorros en el presupuesto (Soberón y Llorente, 1993).

Las curvas de colecta son una herramienta importante en los estudios sobre biodiversidad (Moreno & Halffter, 2000). La simplicidad de la metodología y de los supuestos que las sustentan, así como las cada vez más numerosas evidencias de su buen funcionamiento, hacen de las curvas de acumulación un método sencillo y robusto para la valoración de la calidad de los inventarios biológicos.

Algunos autores han considerado a los estimadores no paramétricos como el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos (Magurran, 2004). Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies (Colwell & Coddington, 1994; Leitner & Turner, 2001; Chao, 2005), y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife y las técnicas Bootstrap (Palmer, 1990). Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad (Longino et al., 2002) y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas (Walther & Martin, 2001).

En este sentido, se realizaron todas las estimas mediante el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2006), y se exportaron los resultados de todas las reordenaciones aleatorias a un archivo de Microsoft® Office Excel donde se calculó el sesgo, representatividad, la precisión y la exactitud de cada estimador para esfuerzos de muestreo crecientes. EstimateS es una herramienta muy útil para realizar curvas de acumulación y estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. Este programa toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización.

Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies se muestran en los resultados obtenidos.

Análisis cartográfico (G2): Se revisaron y consultaron datos vectoriales para el USVEG de (INEGI, Serie VI, 2016), esta información tubo un importante soporte de campo y permitió disipar dudas respecto a las coberturas asignadas por la carta; ya que algunas coberturas asignadas por INEGI no concuerdan con lo observado *in situ*. El empleo de SIG fue una

herramienta bastante útil previo a la salida de campo, ya que su análisis nos permitió identificar las coberturas de USVEG que se encuentran en el SAR/AI/DDV/LC.

Revisión de literatura (G1 al G5): La consulta bibliográfica fue sumamente importante para la realización del proyecto. Para la identificación de las especies florísticas se consultaron bases de datos y literatura especializada para la región. La información fue procesada y determinada taxonómicamente en base a la actualización más reciente empleada por The Plant List⁵. Además, la identificación de plantas se hizo mediante comparación y consulta vía web con ejemplares de herbarios virtuales y bases de datos reconocidas como: Neotropical Live Plant Photos⁶, Dave´s Garden⁷, Calphotos⁸, Irekani⁹, Neotropical Herbarium Specimens¹⁰ y CONABIO.

Indicadores ambientales (G3): Un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones de proyectos sobre los problemas ambientales. En este sentido, se tomarán en cuenta los siguientes indicadores ambientales:

- El origen florístico que representa las especies nativas para México, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permitió valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico, ya que ellas conforman un componente integral frecuente de un área específica que se ve influenciada con el tiempo, el arribo de especies pioneras al disturbio, las condiciones del desarrollo y las alteraciones que sufren los ecosistemas a los cuales pertenecen.
- Resulta especialmente importante la identificación de poblaciones que, por sus características (de difícil regeneración, compuestas por especies endémicas o con categoría de amenazadas y en peligro de extinción) referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se lleguen a observar en la zona de estudio. Este indicador fue utilizado para conocer el estado de la biodiversidad; bajo este esquema, las especies que presenten algún estatus de conservación o protección y que representen la reducción actual o potencial de ciertas especies que habitan en la zona de estudio, además de aquellas especies que reciban impactos significativos por las distintas actividades del proyecto.

Diversidad (G4): Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Sin embargo, para la aplicación de índices es necesario conocer los supuestos en los que están enmarcados para que la información generada a través de éstos pueda ser utilizada para interpretar correctamente el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la “riqueza específica” basada en la

⁵ <http://www.theplantlist.org/>

⁶ http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color_images.asp

⁷ <http://davesgarden.com/>

⁸ <http://calphotos.berkeley.edu/>

⁹ <http://unibio.unam.mx/irekani/advanced-search?proyecto=Irekani>

¹⁰ <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>

cantidad de especies presentes y la “estructura” que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Existen distintos tipos de diversidad: la local o diversidad α (alfa) de cada comunidad vegetal concreta del paisaje; la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes o recambio de especies, diversidad β (beta) y la diversidad (gamma) que reúne a las dos anteriores (Whittaker, 1960).

En este análisis se utilizó la diversidad “alfa” que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith, 2001). La diversidad alfa no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad vegetal dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos o como cobertura), y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad.

Riqueza específica (Número de especies).

*Índices directos (La forma más simple de cuantificar la diversidad alfa).

- Riqueza específica: Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza específica que hace referencia al número de las especies que integran la comunidad. Es un componente de la diversidad la cual permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes. En este sentido, la riqueza se obtuvo mediante el número de especies por sitio de muestreo a través de la composición de especies.

*Curvas de acumulación de especies. Se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa.

Estructura de la comunidad (Especies con relación con su abundancia)

* Índices de abundancia proporcional: Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad.

- Índice de valor de importancia: El análisis estructural de la vegetación en los sitios de muestreo se basó en el cálculo de tres variables estructurales (densidad, dominancia y frecuencia), para obtener el índice de valor de importancia (IVI) para cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Esto permitió clasificar de manera jerárquica la influencia o importancia de una determinada especie en la estructura de la comunidad, así como la composición florística de los sitios muestreados. Esto permitió obtener la clasificación taxonómica del total de familias, géneros y especies para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica del área. Un conocimiento adecuado de la comunidad biótica y de su distribución ayuda a identificar con bases firmes, los probables impactos que pudiera ocasionar el proyecto.

IVI = Den. Rel + Dom. Rel + Frec. Rel

Dónde:
IVI: Índice de valor de importancia (%)
Den. Rel: Densidad relativa (%)
Dom. Rel: Dominancia relativa (%)
Frec. Rel: Frecuencia relativa (%)

La densidad relativa es el número de individuos por área de muestreo y expresa la proporción de una especie con respecto al total:

Den. Rel = $(n_i / N) \times 100$

Dónde:
 n_i = Número de individuos por especie
N = Número total de individuos de todas las especies

La dominancia relativa es la expresión del espacio ocupado por cada especie entre la sumatoria de espacios ocupados por todas las especies:

Dom. Rel = $(G_i / G_t) \times 100$

Dónde:
 G_i = Área basal en m^2 por especie
 G_t = Área basal total en m^2 del total de muestreos

El Área Basal (AB) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del pecho (McCune y Grace, 2002). Se calcula con la siguiente fórmula:

AB = $\pi \times (D^2) / 4$

Dónde:
 π : 3.1416
D: Diámetro del árbol a la altura del pecho

La frecuencia relativa se refiere a las unidades de muestreo en la cual ocurre una especie, es decir, es una medida de la distribución. Se calcula con la siguiente fórmula:

Frec. Rel = $(n_i / N) \times 100$

Dónde:
 n_i = Frecuencia de la especie
N = Frecuencia de todas las especies

Los siguientes índices enfatizan el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

- **Índice de dominancia:** Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tiene en cuenta las especies mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás.

Índice de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como 1-D. La fórmula que utiliza es la siguiente:

D = $1 - \sum P_i^2$

Dónde:
D = Dominancia

P_i = Abundancia proporcional de la especie i (N° de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra)

- Índices de equidad: Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas.

Índice de Shannon-Wiener (H'): Refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988). H' normalmente toma valores entre 1 y 4.5; valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar H' es el logaritmo de S , $\ln(S)$, o sea si la comunidad es completamente equitativa expresada como (H') = S . La fórmula que utiliza es la siguiente.

$$H' = -\sum P_i * \ln^2 P_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa

\ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J): Con base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Weiner, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con 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 (Magurran, 1988). La equidad de Pielou se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H' \text{ max}$$

Dónde:

J = Equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

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

S = número de especies

Finalmente se puede decir que la vegetación es un recurso natural clave para el equilibrio del ecosistema, por lo que es necesario disponer de información cualitativa y cuantitativa sobre la composición, estructura y distribución. Se considera que la caracterización ambiental es un paso hacia el entendimiento de la riqueza y estructura de la vegetación, así como la dinámica de las comunidades vegetales (Williams-Linera, 2002b). La caracterización de la vegetación fue fundamental ya que la distribución de las especies no es homogénea y el estatus de una especie puede ser rara o abundante, o tener restricciones ecológicas por algún factor (suelo, humedad, pH, etc.), (Vargas et al., 2005). La información generada constituyó una herramienta base para lograr conocer y en su caso ubicar aquellos sitios que albergan determinadas especies con un alto valor ecológico y poder así realizar propuestas de protección y conservación en caso de ser afectadas por las distintas obras y/o actividades del proyecto.

Todos los análisis y los resultados correspondientes descritos en la metodología anterior se muestran a continuación en los resultados obtenidos.

❖ **Resultados obtenidos del levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete**

Caracterización ambiental (Patrones de distribución de la vegetación)

Dentro del SAR se encuentra la provincia fisiográfica Península de Yucatán y la subprovincia fisiográfica Carso y lomeríos de Campeche, de manera general, la topografía registrada corresponde a Llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado, en la zona de estudio el proyecto recorre terrenos planos ligeramente ondulados, El clima en la zona del proyecto forma parte de los cálidos subhúmedos (Aw2 (x´). Los suelos son redzinas (E+Vp+I/3/L). Amplias superficies en la región forman parte de pastizales cultivados, actividad que ha desplazado considerables extensiones de selva mediana subperennifolia.

Las selvas tropicales en la zona de estudio en conjunto han sufrido a través de los años una disminución de la cubierta vegetal causada por el desarrollo de la agricultura, ganadería, asentamientos humanos, caminos y carreteras, aprovechamientos inadecuados de los recursos forestales y sobreexplotación selectiva de algunas especies (Toledo, 1992; Schminck, 1995; Santos, 1997), estas representan las principales formas de destrucción directa de la vegetación. De esta manera se amplían las áreas de vegetación secundaria, lo que hace más fácil de apreciar y evaluar el deterioro de las comunidades naturales; no obstante, existen superficies de vegetación en parches que se mantienen conservadas con presencia de especies en fase primaria.

Las actividades antropogénicas a través de los últimos años han propiciado la escasez de ciertas plantas al ejercer una presión selectiva sobre ellas y la abundancia o invasión de otras menos importantes. La vegetación secundaria de la selva mediana subperennifolia aparece como pequeños manchones que se localizan frecuentemente entre los pastizales a la orilla del camino, potreros y campos abandonados o formando límites entre terrenos como cercos vivos. Estas comunidades de segundo crecimiento presentan un estado sucesional de la vegetación y están conformadas por especies muy heterogéneas de porte arbóreo, arbustivo y herbáceo, que llegan a ser abiertos o muy densos dependiendo de cada sitio.



Figura 36. Matriz de paisaje muy fragmentada, donde se observan algunos parches con selva y muchas otras áreas con pastizal cultivado.

En este sentido, la zona de estudio conforma un paisaje que muestra una matriz sumamente influenciada por el hombre, de forma tal, que las distintas actividades antropogénicas han sido el principal motor de cambio, que a través de los últimos años se traduce en la pérdida de coberturas que presentaban vegetación forestal, para destinar terrenos dedicados a los pastizales cultivados para el pastoreo de ganado, misma que se ha expandido y diversificado, debido a la economía local generada.

La degradación de los sistemas naturales ha sido originada por diversos factores, indirectos y directos, que han traído como consecuencia la disminución de la biodiversidad, el deterioro de los servicios ambientales y la reducción del bienestar humano (CONABIO, 2006). El crecimiento poblacional y el consecuente incremento en la demanda de recursos han contribuido a la modificación de los sistemas naturales dentro del SAR. Además, el factor demográfico, el incremento en el consumo per cápita ha tenido y seguirá teniendo un impacto en la demanda de recursos y servicios de los ecosistemas.



Figura 37. Desplazamiento y pérdida de coberturas que presentaban selva.

Los procesos socioeconómicos pasados y recientes por lo general emprendidos al margen de cualquier criterio de sustentabilidad han dejado huellas considerables dentro del SAR. Esto advierte que el mayor impacto por su alcance territorial es la deforestación originada por la ganadería. La deforestación ha tenido un costo muy alto, tanto en términos ecológicos como de rentabilidad económica y social (Gobierno del estado de Yucatán, 2007a; 2007b.). Aunque en la zona de estudio se observó la extracción de leña en diferentes sitios, es evidente que la presión sobre los recursos forestales no tiene relación con la proporción de usuarios de leña a nivel local; sin embargo, no hay duda de que el consumo de leña es más crítico en algunos otros sitios a nivel municipal (Massera *et al.*, 2005).

En ese mismo sentido, el desplazamiento de la cobertura vegetal disminuye la calidad ambiental en ciertas superficies del SAR y consecuentemente dentro del ecosistema, en estas zonas el arribo de especies pioneras que logran colonizar rápidamente sitios perturbados llegan a competir entre las especies. Con el desplazamiento de la vegetación se genera un efecto de borde que muestra cambios inmediatos y drásticos en la temperatura y humedad ambiental (microclima), en la penetración de luz y en la exposición al viento.

La cobertura vegetal está asociada íntimamente al funcionamiento del ecosistema (Harris y Hobbs, 2001, Parkes *et al.*, 2003, 2004) y por tanto puede servir de indicador de lo que ocurre con el resto de la biota. De ahí la necesidad de estudiar los procesos de cambio en la cobertura del suelo para entender las causas y consecuencias de los procesos de degradación, disminución de la biodiversidad y, en general, de la pérdida del capital natural y cultural. Así

mismo, el análisis de los patrones y cambios de uso del suelo ofrece un marco de referencia sobre la condición actual de los ecosistemas en la zona de estudio, y así poder valorar adecuadamente los impactos ambientales al factor flora que pudiera provocar el proyecto.

Descripción de los diferentes USVEG en la LC del proyecto

Para tener un acercamiento estructural sobre la descripción de la vegetación identificada dentro de la LC, fue necesario seguir un sistema de clasificación y descripción del hábitat, la presunción general de métodos para estudios vegetales es la complejidad de la vegetación representada por el grado de capas o estratos presentes, que puede ser comparado con la diversidad del hábitat, que a cambio favorecerá la diversidad vegetal (Rzedowski et al., 1996). La clasificación fisonómica de la vegetación ha sido la más utilizada, debido a que toma en cuenta características y elementos del paisaje que permiten definir con mayor sencillez los tipos de vegetación (Whittaker, 1970). Por estas razones, una clasificación de comunidades ecológicas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir las numerosas facetas (aunque no todas) de los patrones biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje (Rzedowski, 1978).

La vegetación terrestre de México, así como sus estados serales de sucesión secundaria, han sido descritos y clasificados por diversos autores (Miranda 1957, 1964; Sarukhán 1964; Miranda y Hernández X. 1963; Pennington y Sarukhán 1968; Flores *et al.* 1971; Puig 1976; Rzedowski 1978; Breedlove 1981; González Medrano 2003; INEGI 1997, 2000, 2003, 2005a). De todos ellos, los sistemas de clasificación más utilizados y citados, principalmente por las instituciones académicas, han sido el de Miranda y Hernández X. (1963), que describe 32 comunidades vegetales, y el de Rzedowski (1978) con 10 tipos de vegetación principales, cada uno de los cuales abarca varias comunidades vegetales. Es importante destacar, que el sistema de Rzedowski tiene, entre otras ventajas, el emplear categorías básicas y excluyentes que permiten una relativa facilidad de cartografiado y facilita la subcategorización.

Por otra parte, por la facilidad de su uso digital, el sistema de clasificación más utilizado actualmente por la academia y las instituciones gubernamentales es el del INEGI, con 50 tipos de vegetación. La clasificación de INEGI ha sido reestructurada constantemente, a la fecha se tienen datos vectoriales (INEGI, Serie VI, 2016) para hacerla comparable con la de Rzedowski (1978), de manera que resulte más atractiva y útil para los académicos y comparable con diversos estudios (Tabla siguiente).

Tabla 19. Tipo de vegetación descrita en este proyecto y su equivalencia aproximada con otros sistemas de clasificación (Rzedowski, 1978).

Agrupación usada en este proyecto	Rzedowski (1978)	Miranda y Hernández X. (1963)	INEGI (2005b, 2016)
Selva mediana subperennifolia (vegetación secundaria) VS/SMQ	Bosque tropical perennifolio	Selva alta perennifolia Selva alta o mediana subperennifolia	Selva alta perennifolia Selva alta subperennifolia Selva mediana perennifolia <u>Selva mediana subperennifolia</u> Selva baja perennifolia
No aplica	Bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio,	Selva alta o mediana subcaducifolia Selva baja caducifolia	Selva mediana subcaducifolia Selva mediana caducifolia Selva baja subcaducifolia Selva baja caducifolia

Agrupación usada en este proyecto	Rzedowski (1978)	Miranda y Hernández X. (1963)	INEGI (2005b, 2016)
	bosque espinoso	Selva baja subperennifolia (en parte) Selva baja espinosa perennifolia Selva baja espinosa caducifolia	<u>Selva baja espinosa subperennifolia</u> Selva baja espinosa caducifolia

Un problema particularmente agudo que se presenta en el caso de las comunidades vegetales que se agrupan en la tabla anterior es el hecho de que éstas a menudo no están bien delimitadas, pues pasan en forma muy paulatina a otros tipos de vegetación. A tal circunstancia se deben, al menos en parte, las diferentes maneras de considerar y de clasificar estas comunidades por diversos autores.

Por lo anterior, es importante mencionar, que los datos obtenidos de INEGI para este proyecto no concuerdan con el tipo de vegetación observado directamente en la zona de estudio, ya que se reporta a la *selva baja espinosa subperennifolia* donde las condiciones ecológico-ambientales no concuerdan con la tabla anterior, por ello se considera para este proyecto que la agrupación y cobertura usada corresponde a la *selva mediana subperennifolia*, debido principalmente a las afinidades florísticas observadas y dos parámetros principales: la altura de la comunidad observada y el porcentaje de especies caducifolias.

♣ Áreas forestales

Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VS/SMQ)

Para fines prácticos de este proyecto la “vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia” (VS/SMQ), será utilizada para describir al tipo de vegetación que logra desarrollarse dentro de la LC en áreas sujetas a CUSTF, con la intención de subrayar las afinidades florísticas netamente tropicales de su estado seral, como parte de la “vegetación secundaria arbórea y arbustiva”. Estas selvas son comunidades que están compuestas y dominadas por variadas especies. Existen varios tipos de vegetación que se incluyen en este grupo y están determinadas por la distribución y la cantidad de lluvia total. Las selvas son tipos de vegetación características de las zonas tropicales de baja altitud. En ellas suele predominar la vegetación secundaria derivada de los desmontes de la selva; esto hace muy difícil la evaluación de la vegetación primaria de esta zona ecológica en las áreas en las que la perturbación humana ha sido muy prolongada (Murphy y Lugo, 1986; Miranda, 1958).



Figura 38. En algunas áreas dentro de la LC del proyecto se encuentra la VS/SMQ misma que presenta una continuidad con la vegetación hacia las áreas del DDV, AI y SAR.



Figura 39. En otros casos la VS/SMQ únicamente se observa a nivel de paisaje desde el camino, mostrándose con algunos parches dispersos entre los pastizales cultivados donde se pastorea y predomina el ganado.

Los componentes arbóreos de este tipo vegetación en México pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 OC. La precipitación total anual del orden de 1000 a 1600

mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas.

En algunas regiones de México, los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes; tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas, incluso se observan estas últimas frecuentes entre los pastizales.



Figura 40. Algunas palmeras se observan entre los pastizales cultivados.

Son especies importantes de este tipo de selva: *Lysiloma latisiliquum* (tsalam, guaje, tepeguaje) *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Bucida buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'), por mencionar solo algunas. En el listado florístico (Anexo 7) y en el catálogo de flora (Anexo 9) se presentan las especies registradas.

La influencia humana sobre la vegetación natural de México resulta en general altamente destructiva. Los métodos de destrucción y perturbación de la vegetación han sido diversos, algunos de ellos de impacto directo y otros indirectos (Rzedowski, 2006). Entre los primeros, cabe mencionar, como principales: el desmonte, el sobrepastoreo, la tala desmedida, los incendios y la explotación selectiva de algunas especies útiles. Los segundos, tienen que ver principalmente con la modificación o eliminación del ambiente ecológico necesario para el

desarrollo de una determinada comunidad biótica, causando su desaparición automática (Sánchez-Colon et al., 2009; Fernández et al., 2010; Aide et al., 2012). Algunos ejemplos son: la erosión o el cambio de las características del suelo, las modificaciones del régimen hídrico de la localidad y a veces del clima mismo y la contaminación del aire y del agua (Manson et al., 2008; Hosonuma et al., 2012).



Figura 41. Dentro de la LC del proyecto se encuentran escasas áreas que albergan VS/SMQ.

La vegetación secundaria, también llamada acahual, está caracterizada por especies conocidas como nómadas, que forman un grupo muy característico y bastante bien definido. Generalmente son especies de vida corta, menos de un año a unos cuantos años, aunque algunas especies pueden llegar a vivir muchos años y alcanzar alturas considerables. Sin embargo, todas ellas, en teoría, son remplazadas con el tiempo por las especies residentes o primarias (Gómez-Pompa, 1971). La ampliación de la ganadería, en la zona de estudio ha incrementado sustancialmente la superficie de las comunidades vegetales secundarias.

Diversas han sido las causas que han generado la sucesión secundaria en la zona de estudio, entre las que destacan como actividad primaria la ganadería extensiva, donde comúnmente se desplazan amplias superficies de vegetación para dar paso a pastizales, esta actividad al paso de los años va en aumento, no permitiendo la regeneración natural de la VS/SMQ, misma que se muestra dentro de la LC en distintas fases serales y condiciones. Los acahuales pueden encontrarse en diferentes etapas de sucesión, de uno a cinco años hasta más de 15 años en los diferentes tipos de vegetación y tienen una composición y estructura que difiere de acuerdo a su edad.

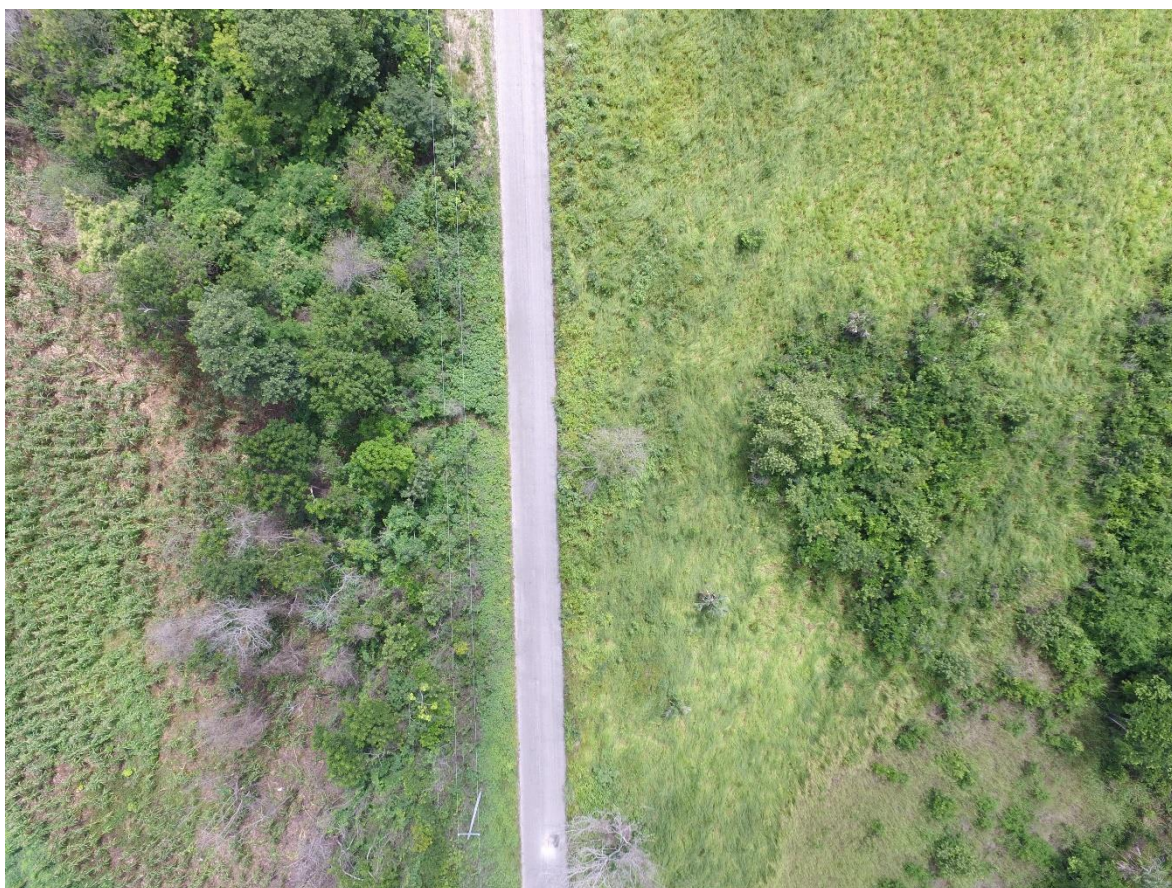


Figura 42. Fotografía aérea que muestra claramente una sucesión secundaria en áreas que han sido abandonadas.

Por lo anterior, durante los recorridos realizados en toda la longitud del proyecto dentro de la LC se observan algunos parches que forman parte de la vegetación forestal (VS/SMQ), pero en su mayor parte se observan árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido.

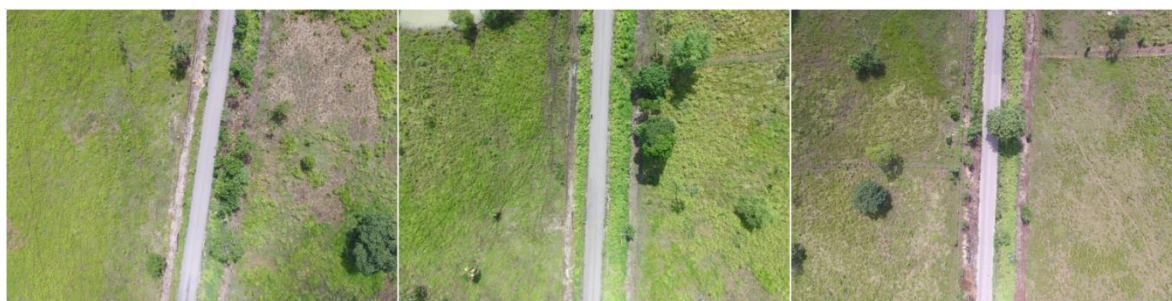


Figura 43. Fotografías aéreas que muestran algunas áreas dentro de la LC donde se encuentran árboles y arbustos aislados y dispersos, así como cercos vivos que no forman coberturas forestales.

En el anexo 7 se muestran aquellas especies que fueron identificadas y observadas dentro de la LC del proyecto.

♣ Áreas no forestales

Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido

Como se ha referido desde el capítulo 2 de la MIAa-R, gran parte de la LC aloja al camino actual, mismo que se encuentra conformado en pavimento y actualmente en uso.



Figura 44. Camino actual que pretende ser modernizado.

Las coberturas forestales en la zona de estudio cada vez más pierden conectividad al desplazar la vegetación para dar paso a pastizales cultivados, mismos que muestran extensas superficies. Los pastizales cultivados son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Este es un tipo de cobertura que surge cuando es substituida la vegetación original, debido sobre todo a las actividades humanas. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmontes en cualquier tipo de vegetación, lo que a su vez dificulta el establecimiento de un patrón ecológico que lo caracterice; también puede ocupar terrenos agrícolas en abandono o bien, como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

La producción bovina se caracteriza por el uso de sistemas de pastoreo generalmente bajo temporal y ocasionalmente de riego, y en algunos casos con pasto de corte especialmente durante la época seca. Todos estos esquemas productivos se basan en el uso de gramíneas forrajeras: una práctica que ha ocasionado el mayor impacto sobre el cambio de uso del

suelo, puesto que implica la tumba de monte y su habilitación para el establecimiento de praderas. Además, las superficies no afectadas dentro de las explotaciones y que se conservan como monte, son utilizadas para la alimentación del ganado principalmente en época de seca (Santos y Anderson, 1995). Los sistemas tradicionales de pequeños productores, que no han recurrido a gramíneas, utilizan solamente el monte durante todo el año.



Figura 45. Extensas áreas dentro del SAR/AI/DDV y LC se observan ocupadas por pastizales cultivados donde el ganado forrajea libremente.



Figura 46. Las amplias extensiones de pastizales incluso llegan hasta el camino actual, por lo que algunas superficies dentro de la LC la cobertura que se desarrolla forma parte de los PC.

Es frecuente que es esas zonas el desarrollo de algunas especies tolerantes al disturbio se vean favorecidas.

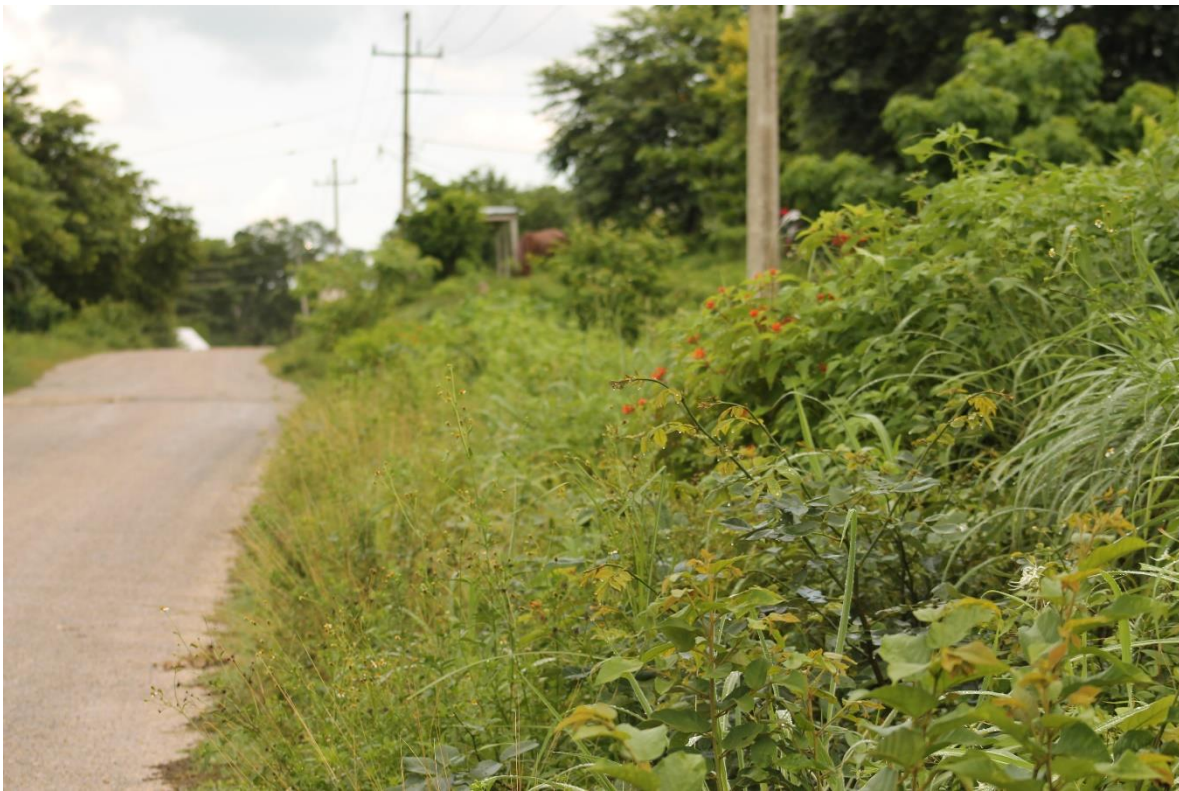


Figura 47. Dentro de la LC es frecuente observar áreas con una gran presencia de malezas ruderales, consideradas como parte de la vegetación de borde, sitios donde no se presentan coberturas forestales donde se observan uno que otro árbol o arbusto aislado y disperso.

La ganadería regional en la zona de estudio está causando graves problemas en los ecosistemas al verse desplazados, convirtiéndose en la actividad primaria, dada esta situación, deben buscarse alternativas que permitan el desarrollo de pastizales para la engorda de ganado, pero a la vez poder hacerlo de una manera mayormente sustentable, para lograr la protección y conservación de la biodiversidad. Una alternativa puede ser los sistemas agroforestales, los cuales tienen por objetivo la producción sin detrimento del medio ambiente. Una oportunidad sería el uso de árboles y arbustos nativos como alimento para el ganado, lo que repercutiría positivamente al poder rehabilitar praderas con especies nativas de la zona, además de disminuir la tala de monte.

Es evidente que, a mayor población, mayor será la demanda que obtienen de los recursos que provee la selva, en la zona de estudio este incremento ha provocado la disminución de la calidad ambiental en la región, ya que amplias superficies se han visto devastadas por la sobreexplotación sin tener un manejo ambiental adecuado que garantice la permanencia de las coberturas forestales y que a su vez esta sea quien mantenga dotada a la población de bienes y servicios que proporciona. Es posible intuir, a la luz de este crecimiento, reajustes internos de población con tendencia al mejoramiento de los ecosistemas, cuidado y protección de la biodiversidad, pero esto será posible si autoridades correspondientes suman esfuerzos para seguir evitando la pérdida de los recursos.



Figura 48. Incremento poblacional que va en aumento de la comunidad de El Desengaño.

Composición florística de poblaciones y comunidades (sinopsis numérica)

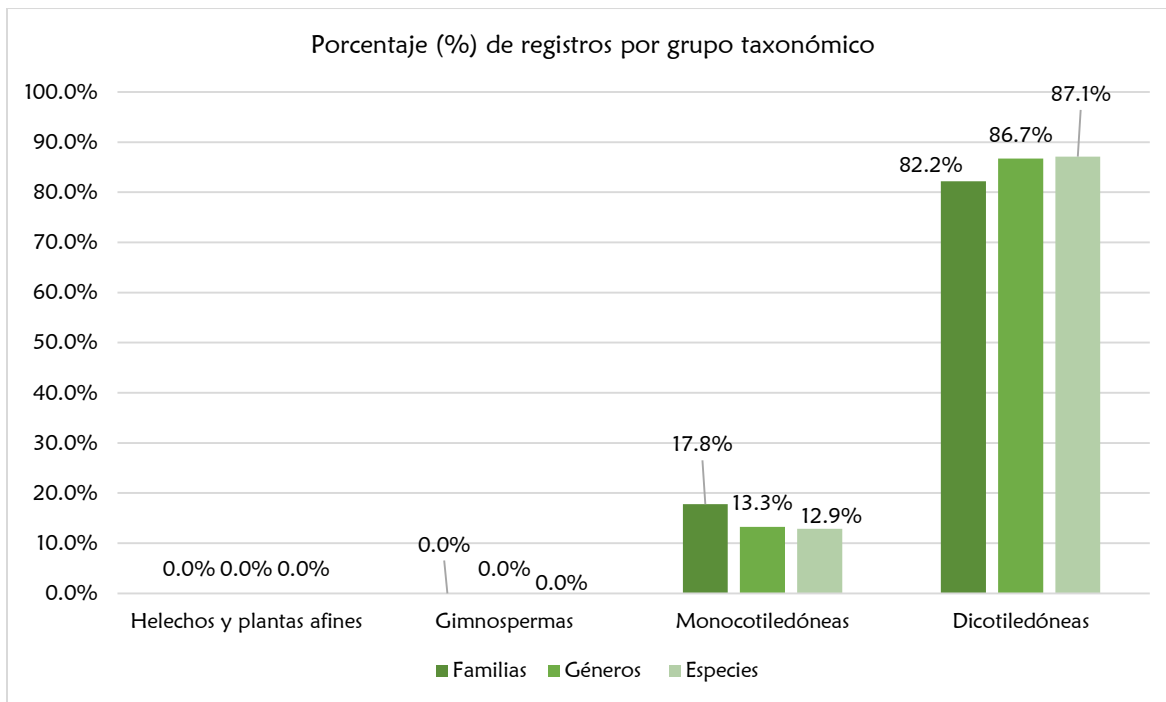
Durante los recorridos realizados en superficies consideradas por el proyecto y SAR, se obtuvo el total de especies identificadas, se tomaron en cuenta aquellas especies que forman parte de los cercos vivos, de ornato, árboles y arbustos aislados y dispersos, así como las especies que habitan la VS/SMQ y todas aquellas plantas que fueron observadas, incluyendo en su gran mayoría, aquellas especies herbáceas anuales y bianuales pioneras al disturbio; estas últimas plantas son consideradas como parte de la vegetación arvense y ruderal y de borde, debido a las diversas estrategias que presentan para adaptarse a sitios perturbados, áreas agrícolas, pastizales o bien, sitios con clara evidencia de algún tipo de actividad humana que haya generado cambios en el medio ambiente.

Del total de especies identificadas, se logró obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, dando como resultado 45 familias, 113 géneros y 132 especies que se encuentran ordenadas por dos de los grandes grupos tradicionalmente conocidos (monocotiledóneas y dicotiledóneas). La composición taxonómica arrojó que los helechos y plantas afines, además de las gimnospermas son los grupos que no figuraron, ya que las dicotiledóneas constituyeron las plantas vasculares con mayor riqueza y los grupos dominantes a diferencia de las monocotiledóneas.

Tabla 20. Clasificación taxonómica de los registros obtenidos.

Grupos	Núm. Familias	Núm. Géneros	Núm. Especies
Helechos y plantas afines	0	0	0
Gimnospermas	0	0	0
Monocotiledóneas	8	15	17
Dicotiledóneas	37	98	115
Total	45	113	132

Como se muestra en la tabla anterior y en la gráfica siguiente, destacan las dicotiledóneas en cuanto a las familias (82.2%), géneros (86.7%) y especies (87.1%) seguido de las monocotiledóneas en su representación con (17.8%, 13.3% y 12.9%) respectivamente.

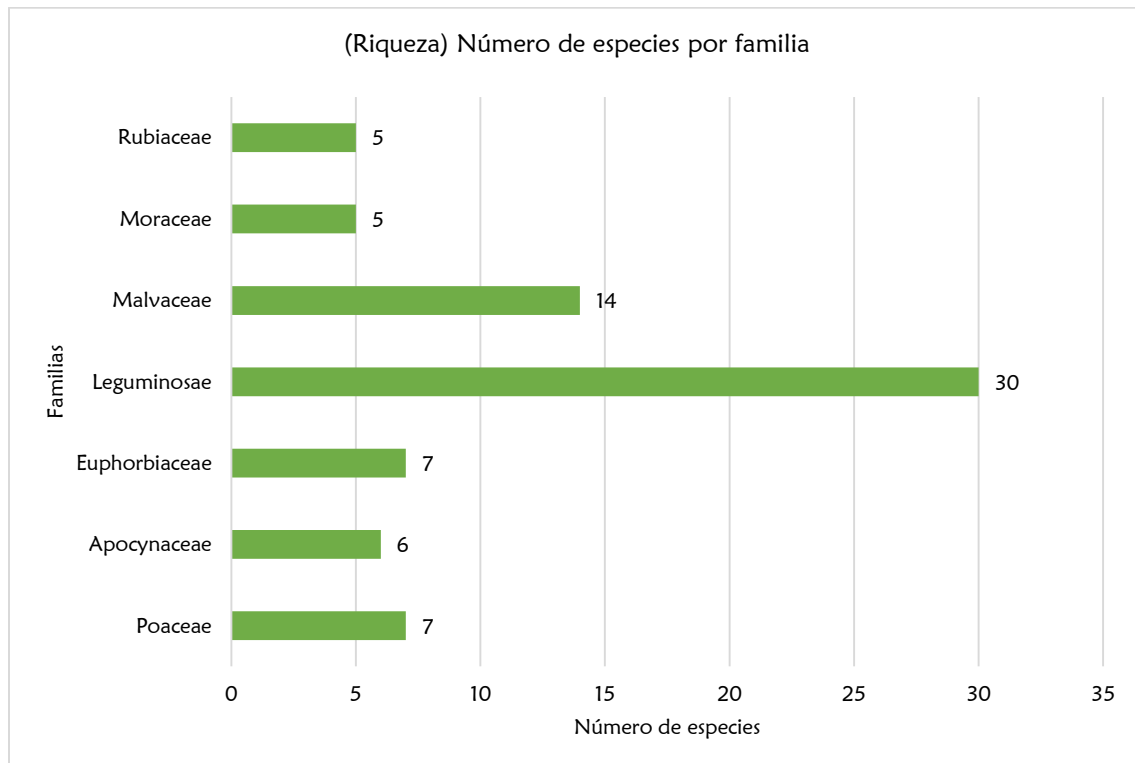


Gráfica 3. Riqueza florística por grupo taxonómico.

Actualmente, las angiospermas son el grupo de plantas más grande y más importante de plantas desde el punto de vista ecológico. Ellas se encuentran habitando toda clase de ambientes, conforman la mayoría de componentes de muchos tipos de ecosistemas forestales y son plantas que nos proveen de alimentos y albergue a los organismos que cohabitan con ellas. Por su parte, las monocotiledóneas por ejemplo proveen la mayoría de los alimentos básicos del mundo específicamente algunas plantas de la familia Poaceae, además que aportan materiales para la construcción y un gran número de ingredientes activos para medicamentos. Además de no dejar a un lado la importancia como alimento para ganado.

En cambio, en las dicotiledóneas se encuentran infinidad de especies de árboles los cuales nos proveen madera, frutas para la alimentación. Las especies arbóreas del grupo de las dicotiledóneas son reguladores del clima, absorben en sus estructuras el CO₂ contenido en la atmósfera, agrupan ecosistemas forestales consolidados en infinidad de componentes de florísticos, muchas especies son captadoras de agua, ayudan a la conservación del suelo, entre muchas otras funciones.

La aportación que hace el análisis de la composición florística para este proyecto es ampliar el conocimiento florístico del SAR/AI/LC del proyecto, a través de las familias, géneros y especies identificadas, acompañando de algunos datos ecológicos generales que subraya la importancia y función de cada una de las especies. La siguiente gráfica ilustra a las familias que presentan el mayor número de especies.



Gráfica 4. Número de especies por familias dominantes.

La gráfica anterior muestra a 7 familias que se encuentran mejor representadas por tener el mayor número de especies, las familias que destacan son las siguientes: Leguminosae (30), Malvaceae (14), Euphorbiaceae y Poaceae con 7 en cada caso, y Rubiaceae y Moraceae con 5 respectivamente. En conjunto estas 7 familias agrupan un total de 74 especies, es decir, un 56.06 % del total de identificaciones. El resto de familias únicamente mostraron estar representadas por 1 y 4 especies que en su conjunto equivalen a 38 familias con el 43.93 % del total de especies identificadas y registradas.

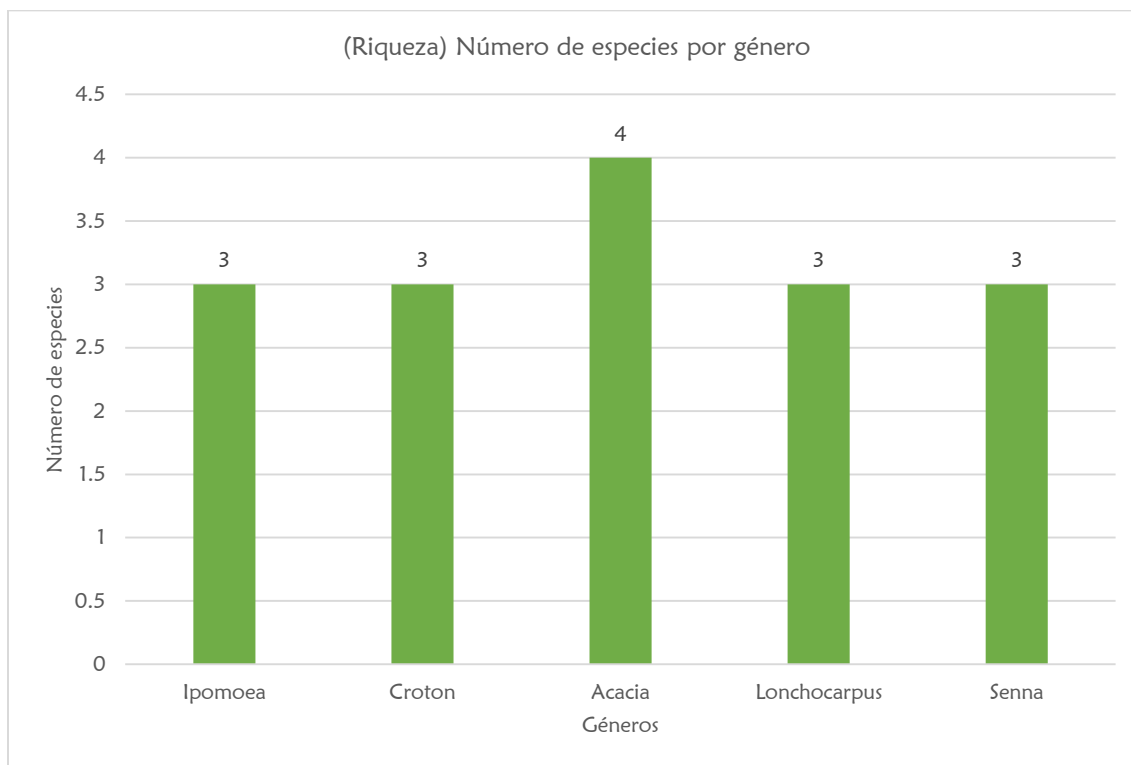
Algunas de las familias anteriormente mencionadas y mejor representadas se encuentran muy presentes en climas templados, cálidos y semiáridos, con los valores altos de importancia:

- ❖ Familia Poaceae que es un grupo de plantas muy importante desde el punto de vista económico ya que algunas plantas son alimento primario de muchas civilizaciones. Las gramíneas representan uno de los grupos vegetales más diversos del mundo, pues ocupan el tercer lugar en cuanto al número de géneros y el quinto a nivel específico. Se estima que 50% del total de especies presentes en México tienen un potencial forrajero, aunque muy pocas de ellas son utilizadas para este fin, pues son sustituidas por especies introducidas como el sorgo, avena, pasto bermuda, zacate estrella, zacate johnson, etc.
- ❖ Familia Leguminosae, es una de las tres familias de plantas vasculares mejor representada a nivel mundial. Entre las leguminosas se encuentran elementos de importancia alimenticia, económica, forrajera y medicinal. En México es la segunda

familia en cuanto al número de especies (1724) (Rzedowski 1991, Sousa y Delgado 1993).

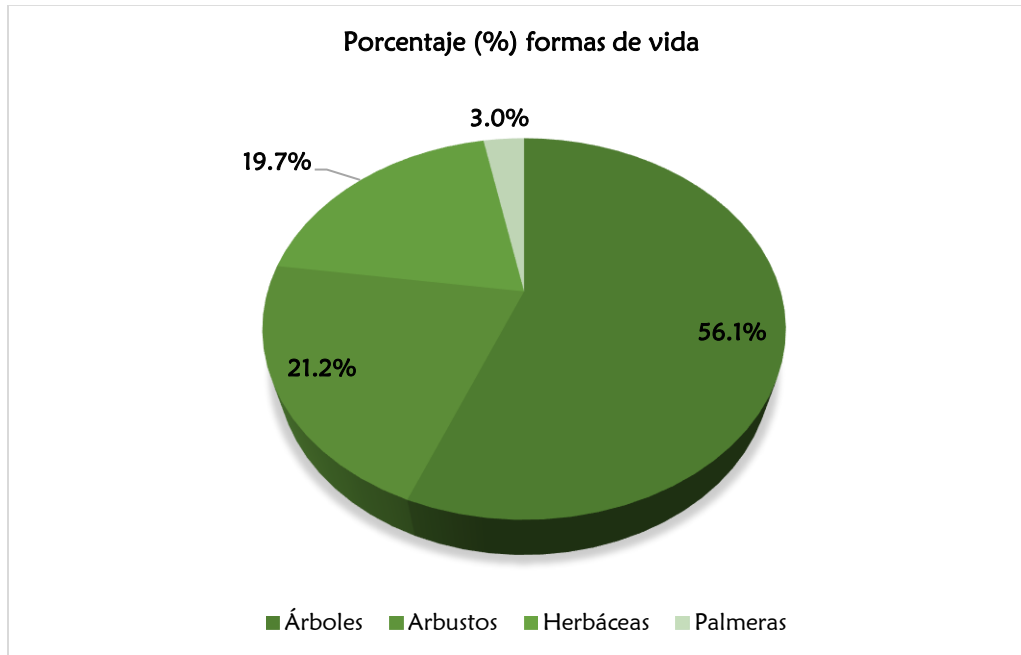
- ❖ Las Malvaceae comprenden plantas también de gran importancia económica. Otras especies de interés económico son algunas plantas ornamentales, cultivadas en parques y jardines.

En relación al mayor número de especies por género se observa que son sólo 5 los que se encuentran mejor representados. El género *Acacia* con 4, y en el caso de *Ipomoea*, *Croton*, *Lonchocarpus* y *Senna* con 3 especies en cada caso. El resto de los géneros solo se encuentra representados con 1 y 2 especies.



Gráfica 5. Géneros con especies más representativas en base al mayor número de especies.

Por otro lado, la flora identificada concentra algunas formas de vida registrada para plantas vasculares, se enlistaron 4 categorías en relación a su estratificación: Árboles, arbustos, herbáceas y palmeras. Los árboles representan la forma de vida más dominante con 74 especies (56.1 %), la otra forma de vida que se encuentra bien representada son los arbustos con 28 especies (21.2 %), las herbáceas con 26 (19.7%) y finalmente con el valor más bajo las palmeras con solo 4 especies (3.0%). Muchas herbáceas forman parte de especies pioneras al disturbio, donde sobresalen muchas de hábitos arvenses y ruderales, incluso resultan dominantes en las orillas del actual camino.



Gráfica 6. Formas de vida representadas en la zona de estudio.

Indicadores ambientales

- *Origen florístico*: El origen florístico (Estatus migratorio para plantas en México), sirve como un indicador que consiste en determinar que especies son nativas para el país, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permite valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico.

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad es la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas (no nativas) que desarrollan un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas. Estos incluyen desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la estructura y composición de las comunidades, así como en su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres, degradación de la integridad ecológica de ecosistemas terrestres y acuáticos.

Se define como especie “invasora” a aquella especie exótica o trasladada (cualquier especie, subespecie o categoría intraespecífica), introducida accidental o intencionadamente fuera de su distribución natural actual o en el pasado- incluyendo sus gametos, semillas, huevos o propágulos- con capacidad de colonizar, invadir y persistir, y cuya introducción y dispersión amenace a la diversidad biológica causando daños al ambiente, a la economía y a la salud humana (March Mifsut y Martínez Jiménez M., 2008).

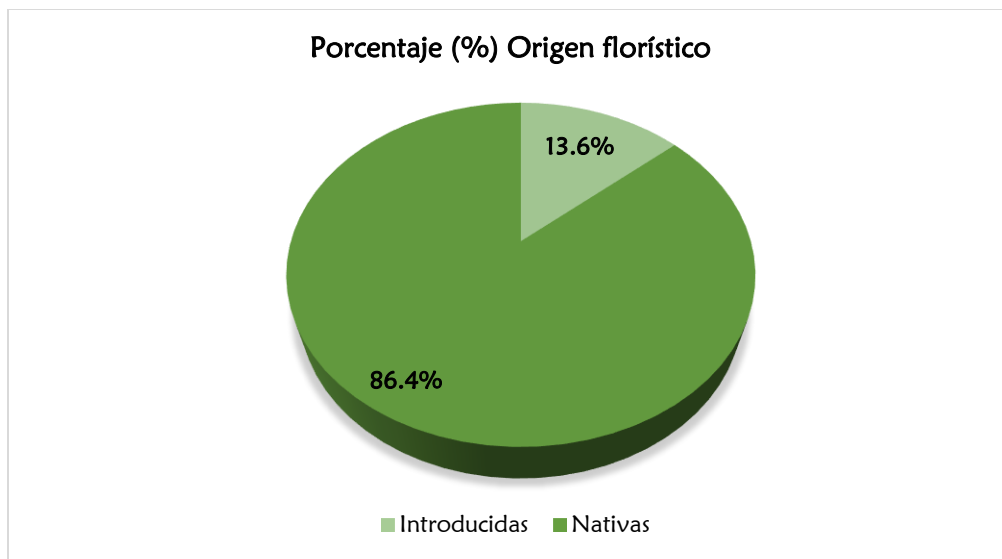
Estas invasiones ocurren aprovechando medios naturales como los causados por viento (huracanes o tormentas), corrientes marinas o cambios en las barreras naturales que mantienen a las especies confinadas a ciertas áreas, o introducirse por diferentes vías directamente relacionados con las actividades humanas. El incremento del comercio, las

actividades turísticas y el incremento en la frecuencia de los medios de transporte, entre otros, han sido fundamentales en multiplicar las oportunidades para que las especies foráneas se dispersen y establezcan.

Al ser introducidos a un nuevo medio, ciertos organismos desarrollan un comportamiento diferente al que tenían en su ecosistema de origen, ya que carecen de las medidas de control de su área de distribución natural. Estas medidas incluyen depredadores, condiciones específicas del ambiente y competencia por los recursos, entre otras, que son las que mantienen a las poblaciones dentro de ciertos niveles de equilibrio en los ecosistemas donde han evolucionado de manera natural por largos periodos de tiempo. Estos comportamientos nuevos incluyen crecimiento descontrolado de las poblaciones y conductas agresivas no mostradas en su medio natural y pueden utilizarse al momento de determinar la invasividad de una especie (CONABIO, 2016).

Los impactos socioeconómicos de las invasiones biológicas son enormes, tanto en términos ecológicos como económicos. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de poblaciones y especies y la degradación de los ecosistemas. Entre los costos socioeconómicos se encuentran el impacto directo a la agricultura, silvicultura, pesca y turismo (que ha reportado pérdidas de millones de dólares), los problemas de salud pública y la pérdida de los usos culturales tradicionales de los recursos naturales.

Por lo anterior, de las 132 especies identificadas en la zona de estudio, se determinó que 114 especies son de origen nativo o de distribución natural para México, representando el (86.4%) del total de especies identificadas y el resto (18) son introducidas (13.6%); entre las que se encuentran: *Sansevieria hyacinthoides*, *Adonidia merrillii*, *Cocos nucifera*, *Musa × paradisiaca*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Panicum maximum*, *Terminalia catappa*, *Diospyros digyna*, *Codiaeum variegatum*, *Ricinus communis*, *Tectona grandis*, *Erythrina variegata*, *Tamarindus indica*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Artocarpus altilis*, *Eugenia ibarrae* y *Citrus × aurantium*, entre estas especies se encuentran árboles de ornato, frutales y herbáceas pioneras al disturbio.



Gráfica 7. Origen florístico de las especies registradas.

- Especies importantes para su conservación: Los listados de las especies en riesgo son utilizados como indicadores del estado de la diversidad de especies y endemismo. Bajo este esquema las especies que presentan algún status de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan la reducción actual o potencial de la diversidad de alguna zona en particular.

En los sitios de muestreo y durante los recorridos realizados de un sitio a otro, en el SAR y áreas del proyecto (AI/DDV/LC) se identificó una especie de flora a en la NOM-059. La siguiente tabla muestra la especie registrada directamente.

Tabla 21. Especie de flora registrada directamente con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Unidad de análisis	
				SAR	AP
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Pr	x	x

Pr=Sujeta a Protección Especial.

Para el caso de la especie mostrada en la tabla anterior se tomaron algunas referencias espaciales con la ayuda de un GPS, tanto de los muestreos realizados como durante los recorridos de un sitio de muestreo a otro, así como algunas fotografías para evidenciar la presencia de estas especies.



Figura 49. Referencias espaciales y levantamiento de información de la especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 50. Fotografías de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los siguientes mapas muestran la distribución espacial de *Cedrela odorata* (Cedro), tanto en AP (AI/DDV/LC), como en el SAR.

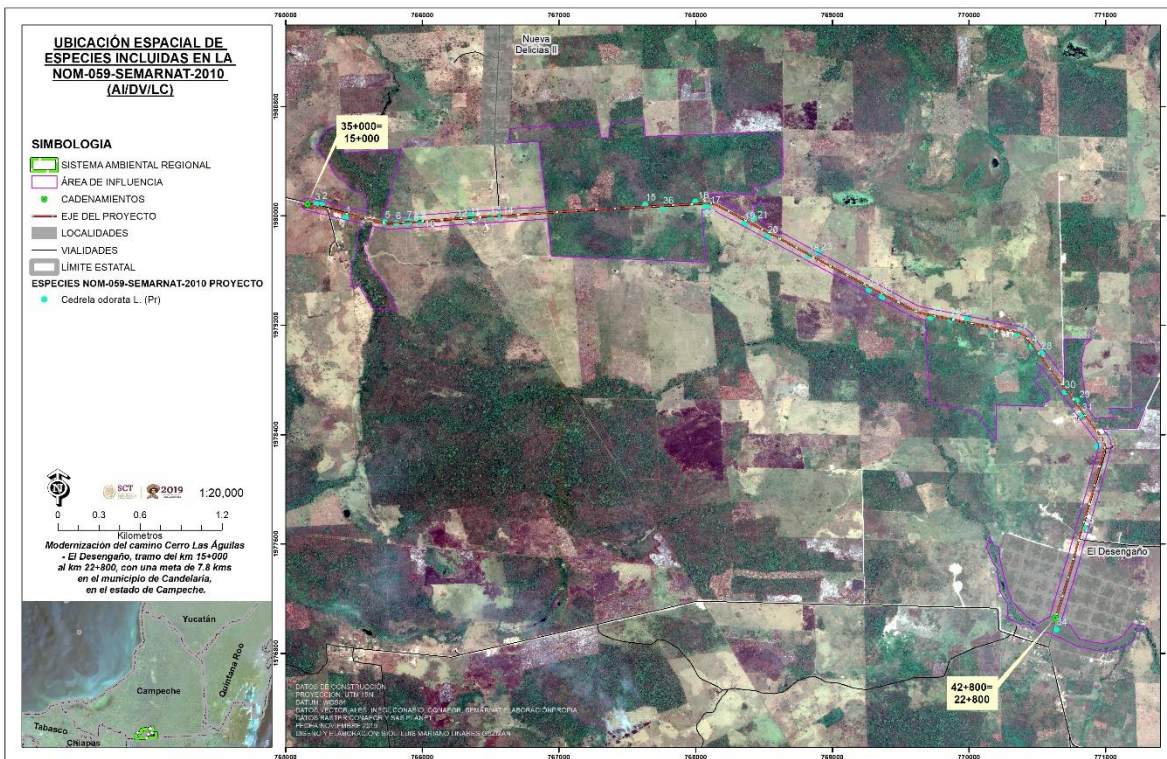


Figura 51. Mediante un trabajo de SIG se referenció la distribución y ubicación espacial potencial de la especie incluida en la NOM-059 y observadas dentro del AI/DDV/LC.

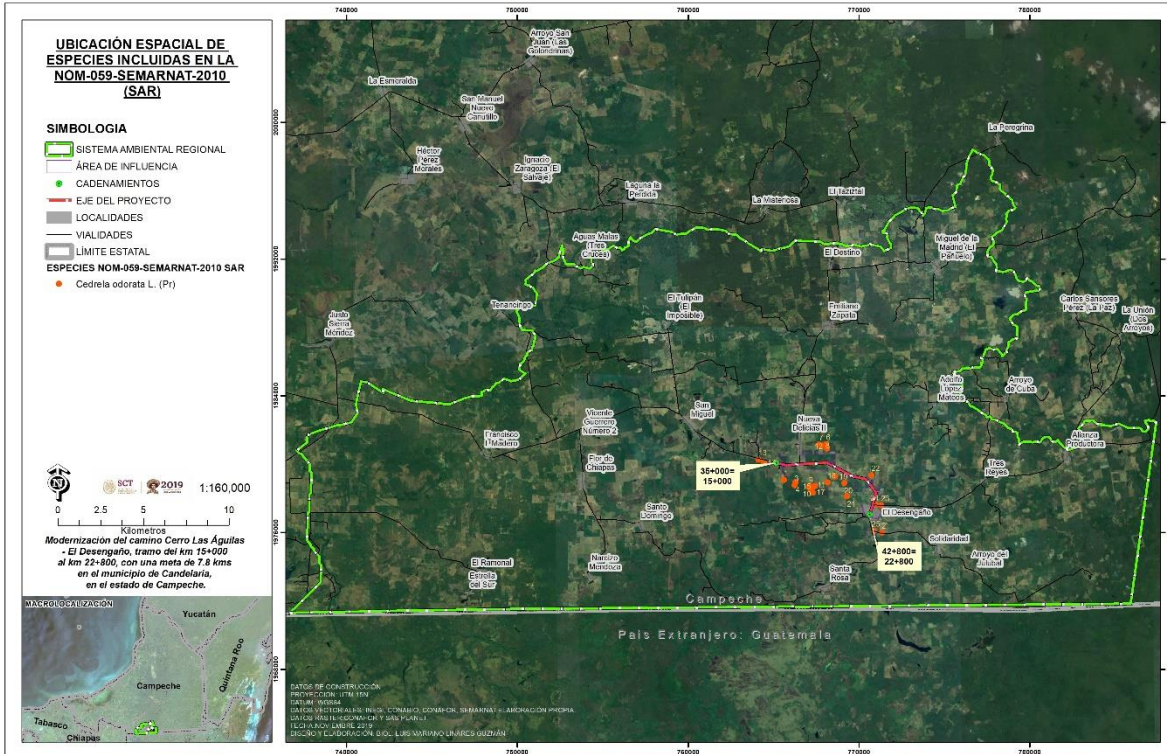


Figura 52. Mediante un trabajo de SIG se referencio la distribución y ubicación espacial potencial de la especie incluida en la NOM-059 y observadas en el SAR.

En el anexo 4 – 4.4 se pueden consultar las coordenadas UTM de la especie mostrada y referenciadas en los mapas anteriores.

Cabe aclarar, que la información obtenida muestra una ubicación con la distribución potencial, por lo que los mapas no pueden ser interpretados como medida de su precisión, ya que dentro del SAR esta especie logra una distribución bastante amplia, únicamente se muestra una representación gráfica de los datos obtenidos; esto asume la necesidad de que previo a llevar a cabo las diferentes actividades pretendidas se deberán realizar recorridos para identificar y determinar todos y cada uno de los árboles, para poder “rescatar germoplasma forestal (frutos y semillas)”, con la finalidad de llevar a cabo las mejores acciones, estrategias y metodologías para evitar su afectación, sobre todo porque el cedro se encuentra referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, es importante llevar a cabo un “programa de reforestación funcional y estratégico”, donde se incluya esta especie entre las más importantes (Ver anexo 11 Y 12).



Figura 53. *Cedrela odorata* (Cedro), especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por lo anterior, estas acciones son una medida propuesta de prevención y compensación necesarias para mitigar los impactos ambientales que resultaran del proyecto por el CUSTF.

Con las medidas de mitigación propuestas para su implementación previa a la ejecución de la obra se logrará llevar a cabo un proyecto mayormente amigable con el medio ambiente, lo que promoverá a través de los años la protección y conservación de la biodiversidad.

Medidas de mitigación que deberán ser implementadas para flora

- **FLORA**

Medida: Prevención

Programa de Rescate de germoplasma forestal

Rescate de frutos y semillas de *Cedrela odorata* (Cedro), ya que es una especie identificada dentro de la LC, incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con categoría de sujeta a protección especial (Pr), por lo que se deberá coleccionar germoplasma forestal (frutos) para la germinación de semillas. En el caso de esta especie es susceptible de manejo, protección y conservación, con la finalidad de evitar la disminución de sus poblaciones locales.

Medida: Compensación

Instalación de Señalética ambiental

Colocación de señalética ambiental para el cuidado y protección de flora silvestre. Es importante fomentar la cultura para el cuidado del medio ambiente, por lo que resulta importante colocar en sitios estratégicos señalética que muestre la importancia de la biodiversidad local.

Medida: Compensación.

Acciones de Reforestación con especies nativas

Es importante destacar, que si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” en algunas áreas consideradas de la LC, el proyecto únicamente se deberá ajustar a la superficie forestal obtenida de los análisis realizados en la MIA-R, sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas para llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF). No obstante, los impactos ambientales a la vegetación forestal dentro de las áreas requeridas que serán generados por las distintas actividades que pretende la modernización del camino pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser compensados a través de diversas estrategias y acciones como la reforestación en sitios que deberán ser elegidos en mutuo acuerdo con las autoridades locales de la comunidad “El Desengaño”, ya que la mayor parte de los predios tienen dueño, por lo que se deberán implementar acciones que integren las comunidades con el proyecto, por lo que se deberá proponer reforestar en sitios bien seleccionados con especies nativas de la región en una proporción 3:1 por las áreas que son sujetas a CUSTF y que fueron delimitadas dentro de la LC, con la finalidad de rehabilitar superficies que han sido devastadas por diferentes causas de origen antropogénico.

Análisis de diversidad de vegetación

La integración de este apartado se basó en lo siguiente:

- Determinar la calidad ambiental del o de los ecosistemas que vaya (n) a ser afectado (s) por las obras y/o actividades, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen a ser objeto de aprovechamiento o afectación.
- Que la afectación directa o indirecta de los recursos naturales, sobre los cuales vaya a incidir el proyecto no ponga en riesgo la integridad funcional y la capacidad de carga del(os) ecosistema(s) de los que forman parte dichos recursos, por tiempos indefinidos.

Por lo anterior, fue imprescindible la caracterización ambiental *in situ*, misma que logro ser concreta, objetiva y sustentada, tanto en el SAR, AI y LC, como de la que derivó de la consulta bibliográfica especializada. El siguiente apartado refuerza la diversidad de flora registrada.

❖ **Resultados obtenidos del levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete**

Los resultados obtenidos que fueron descritos en la metodología presentada anteriormente, se muestran a continuación.

Ubicación de los sitios de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto (MP/MSAR): Como se refirió en la metodología descrita se llevaron a cabo algunos muestreos dentro de las AP (AI/DDV/LC) y fuera de las mismas que incluyen el SAR. En este sentido, se realizaron 13 sitios de muestreo dentro y fuera de las AP, en total 26 muestreos de forma circular con una superficie cada uno de 400 m², para (AR/AB), mismos que presentan un radio ($r=11.28$ m), así como submuestreos cuadrados al interior y centro de cada sitio de muestreo de 1 m² para (HI).

Las siguientes imágenes muestran la ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo dentro y fuera de las áreas del proyecto (MP/MSAR).

MODERNIZACIÓN DEL CAMINO CERRO LAS ÁGUILAS – EL DESEÑAÑO, TRAMO DEL KM 15+000 AL KM 22+800, CON UNA META DE 7.8 KM EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA, EN EL ESTADO DE CAMPECHE

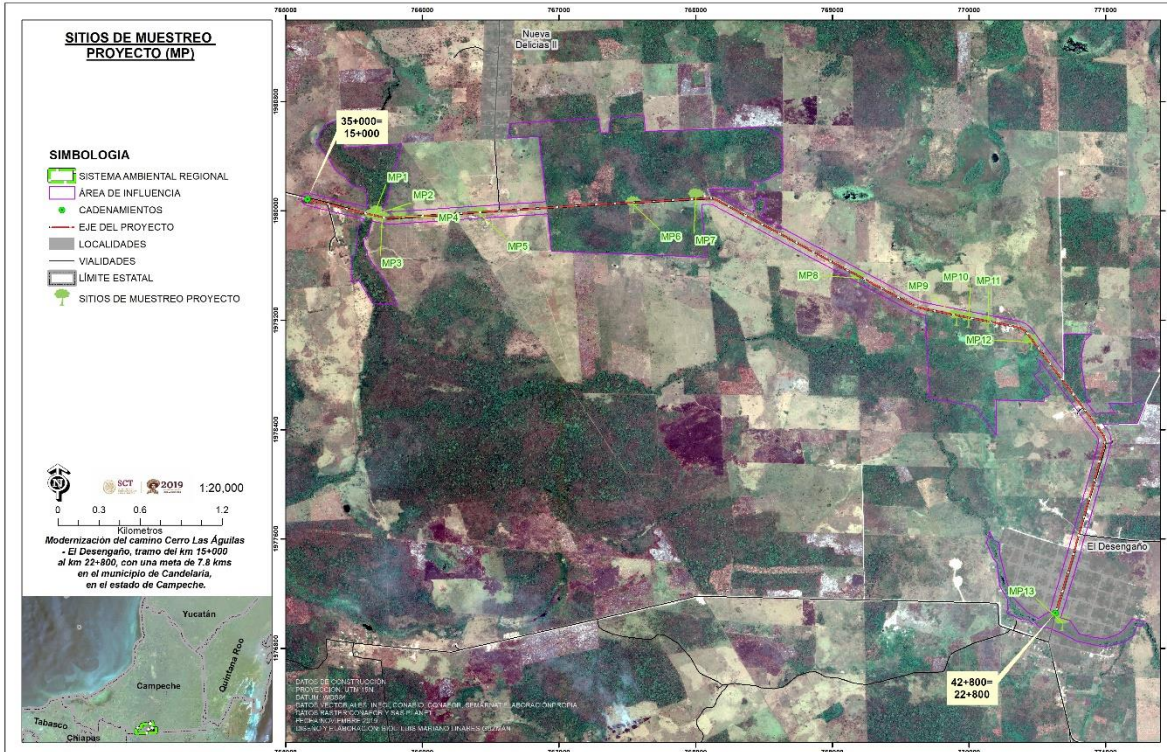


Figura 54. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), superficies que incluyen el AI/DDV/LC.

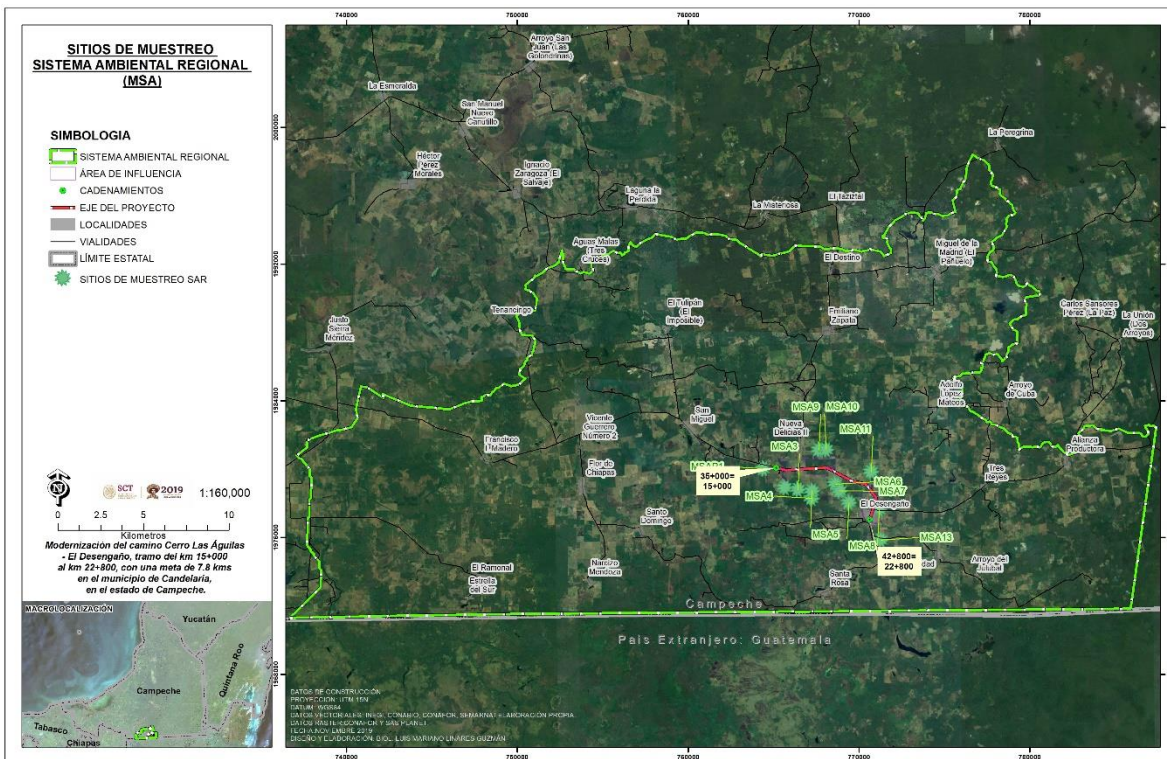


Figura 55. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), superficies que incluyen SAR.

Las siguientes tablas muestran las coordenadas UTM obtenidas de los 13 sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP) y 13 sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), donde al ser sitios circulares se señala la coordenada central, con la finalidad de tener un mayor reconocimiento *in situ* para cada sitio evaluado.

Tabla 22. Coordenadas UTM que conforman el vértice central de cada sitio de muestreo (MP).

Sitio de muestreo AP	Vértice	Coordenadas UTM		Unidad de análisis
		x	y	
MP1	1	765636.00	1979955.00	AI DDV LC
MP2	1	765667.00	1979979.00	
MP3	1	765705.00	1979938.00	
MP4	1	765831.00	1979967.00	
MP5	1	766423.00	1979975.00	
MP6	1	767543.00	1980046.00	
MP7	1	768001.00	1980102.00	
MP8	1	769187.00	1979509.00	
MP9	1	769908.00	1979221.00	
MP10	1	769997.00	1979204.00	
MP11	1	770138.00	1979175.00	
MP12	1	770455.00	1979039.00	
MP13	1	770683.00	1976988.00	

Tabla 23. Coordenadas UTM que conforman el vértice central de cada sitio de muestreo (MSAR).

Sitio de muestreo SAR/AI	Vértice	Coordenadas UTM		Unidad de análisis
		x	y	
MSAR1	1	764420.00	1980034.00	SAR
MSAR2	1	765658.00	1978939.00	
MSAR3	1	766429.00	1978827.00	
MSAR4	1	767242.00	1978293.00	
MSAR5	1	767263.00	1978736.00	
MSAR6	1	768620.00	1979125.00	
MSAR7	1	768887.00	1978740.00	
MSAR8	1	769412.00	1978063.00	
MSAR9	1	767665.00	1981140.00	
MSAR10	1	768084.00	1981164.00	
MSAR11	1	770714.00	1979855.00	
MSAR12	1	771189.00	1977633.00	
MSAR13	1	771289.00	1975863.00	

- Riqueza

Riqueza y abundancia de especies en todos los sitios de muestreo (MP/MSAR): Como se ha mencionado, se llevaron a cabo 13 sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP)

y 13 sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR), además de submuestreos para las herbáceas tomando como referencia 1m² justo en el centro marcado de cada sitio, con la finalidad de evaluar el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se midió a través de dos métodos: la “riqueza específica” basada en la cantidad de especies presentes y la “estructura” que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)

La siguiente tabla muestra resumidamente la riqueza florística en los sitios de muestreo (MP) para las distintas formas de vida evaluadas (AR/AB//HI) y la superficie en cada sitio de muestreo.

Tabla 24. Riqueza y abundancia florística por sitio de muestreo para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI)

Muestreo	Total Familias			Total Géneros			Total Especies			Total N° de individuos			m ²
	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	
	MP1	6	10	4	8	13	4	8	15	4	8	86	
MP2	4	9	3	6	16	3	6	17	3	6	81	10	400
MP3	7	12	3	8	16	4	9	16	4	9	53	9	400
MP4	3	11	2	3	18	4	3	19	4	4	62	10	400
MP5	2	13	1	3	16	3	3	18	3	3	111	14	400
MP6	10	12	2	13	15	2	13	16	2	15	73	7	400
MP7	10	8	2	14	14	3	14	18	3	18	92	15	400
MP8	6	10	2	8	14	3	8	14	3	8	50	7	400
MP9	5	12	2	8	14	3	10	16	3	10	105	8	400
MP10	6	9	4	11	15	4	11	17	4	11	75	12	400
MP11	10	10	2	12	13	2	12	17	2	12	80	5	400
MP12	10	12	1	14	14	2	14	16	2	14	107	5	400
MP13	8	10	2	8	14	3	8	17	3	8	70	12	400
Total	25	29	8	57	68	15	61	76	17	126	1062	137	5200

Para el caso de la superficie muestreada de las herbáceas se consideró solo (1m²), dentro de cada sitio de (400 m²). Todos los sitios de muestreo se encuentran formando parte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

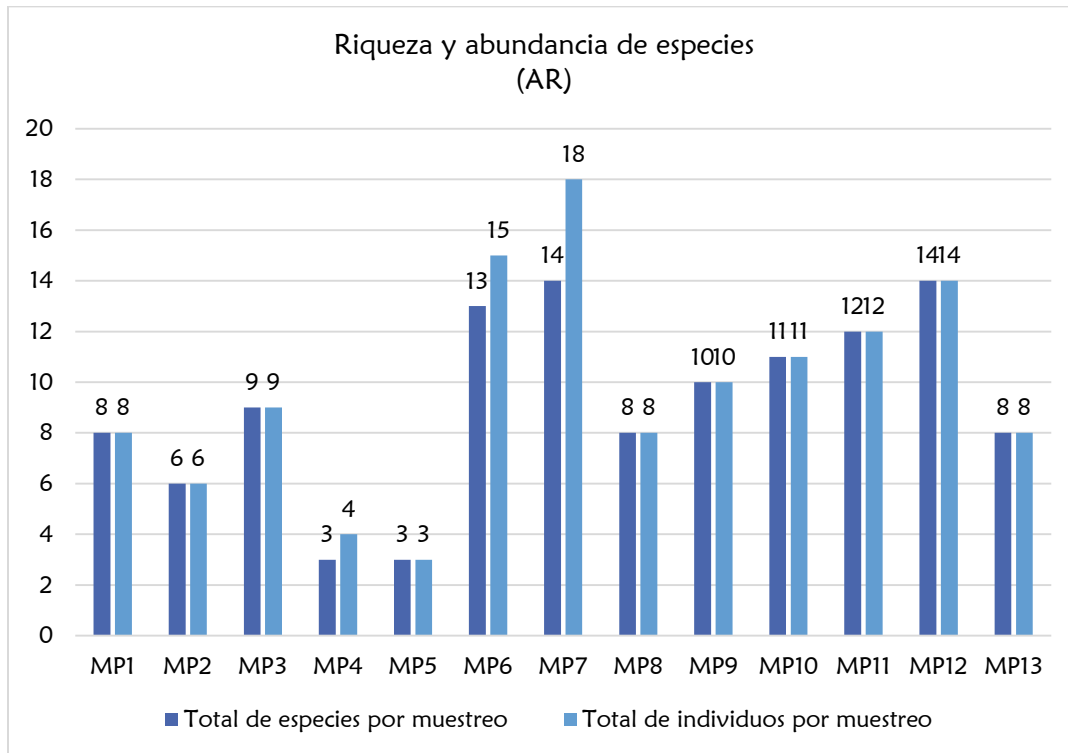
Para los árboles (AR) se registraron 126 individuos con un total de 61 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 57 géneros y 25 familias. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae con 16 especies, sumando el (26.22%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados.

Para los arbustos (AB) se registraron 1062 individuos con un total de 76 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 68 géneros y 29 familias. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae con 19 especies (25.0%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados.

Para las herbáceas (HI) se registraron 137 individuos con un total de 17 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 15 géneros y 8 familias. La familia con mayor riqueza de especies es Poaceae, con 7 especies sumando el (41.17%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados.

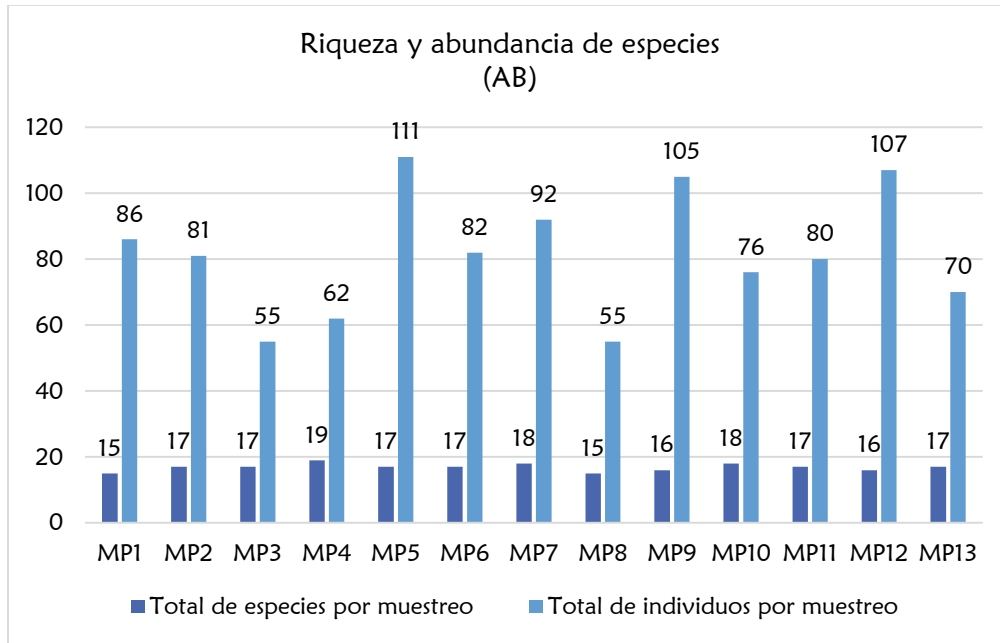
Por otro lado, en cuanto a riqueza y abundancia de especies por sitio de muestreo conforme a las diferentes formas de vida registradas, se tiene lo siguiente:

Para los (AR) el sitio MP7 y MP12 tuvieron el mayor número de especies con 14, mientras aquel que presento la menor cifra es para el sitio MP4 y MP5 con valores de 3 especies. El muestreo que presenta el mayor número de individuos es el MP7 con 18; por otro lado, el MP5 registró la menor cantidad de individuos con solo 3. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AR) por sitio de muestreo.



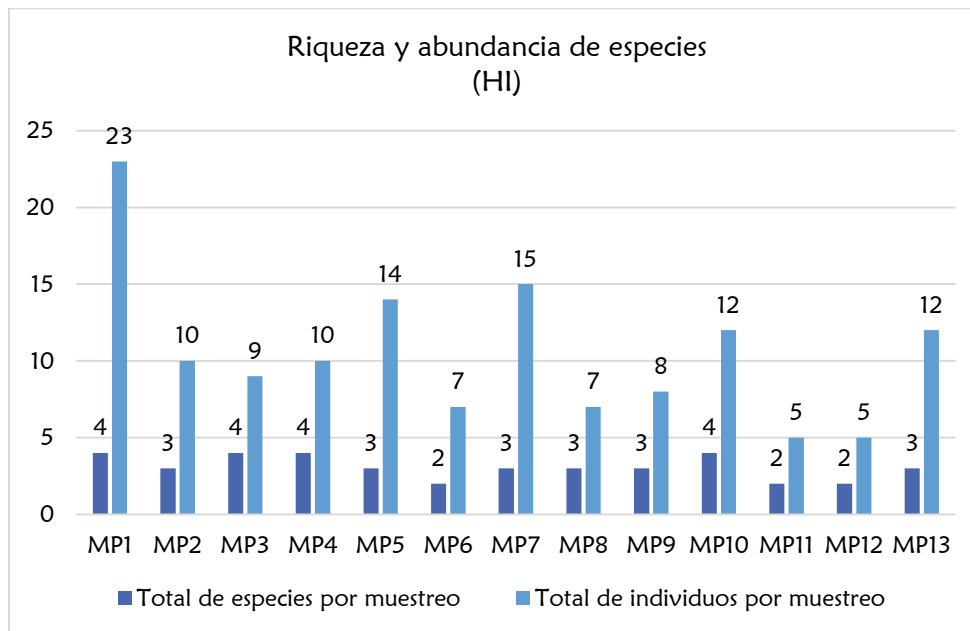
Gráfica 8. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).

Para los (AB) el sitio MP4 tuvo mayor número de especies con 19, mientras aquellos que presentaron la menor cifra son para los sitios MP1 y MP8, con valores de 15 especies en cada caso. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el MP5 con (111) y MP12 (107) y el MP3 y MP8 registró la menor cantidad de individuos con solo 55. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AB) por sitio de muestreo.



Gráfica 9. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).

Para las (HI) los sitios MP (1,3,4 y 10) tuvieron mayor número de especies con 4 especies. Mientras el resto de los sitios mostraron valores con solo 3 y 2 especies en cada caso. El muestreo que presentan el mayor número de individuos es MP1 con (23) y el MP7 con 15 especies. Mientras que el MP11 y MP12 registraron la menor cantidad de individuos con 5 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (HI) por sitio de muestreo. Algunas especies herbáceas resultan ser anuales y bianuales, por lo que en ciertas temporadas del año no se muestran de manera abundante.



Gráfica 10. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).

Muestras fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

La siguiente tabla muestra resumidamente la riqueza florística en los sitios de muestreo (MSA=MSAR) para las distintas formas de vida evaluadas (AR/AB/HI) y la superficie en cada sitio de muestreo.

Tabla 25. Riqueza y abundancia florística por sitio de muestreo en el SAR, para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI).

Muestreo	Total Familias			Total Géneros			Total Especies			Total N° de individuos			m ²
	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	
	MSAR1	7	9	2	9	14	2	10	15	2	10	133	
MSAR2	6	8	2	7	12	2	7	13	2	7	115	9	400
MSAR3	6	9	2	7	16	2	7	17	2	7	94	11	400
MSAR4	4	7	2	6	9	3	6	12	3	6	77	11	400
MSAR5	3	7	3	5	16	3	5	18	3	6	130	17	400
MSAR6	3	9	2	10	12	3	12	14	3	12	108	4	400
MSAR7	5	11	3	10	14	3	11	15	3	11	161	11	400
MSAR8	11	9	3	15	14	3	16	15	3	16	94	10	400
MSAR9	10	6	2	18	12	2	18	14	2	18	124	6	400
MSAR10	13	5	2	18	12	2	18	14	2	18	84	7	400
MSAR11	10	10	2	17	16	2	18	18	2	18	92	7	400
MSAR12	10	11	2	16	17	2	17	19	2	17	114	6	400
MSAR13	8	10	1	15	15	2	17	17	2	18	96	12	400
Total	27	28	11	66	65	20	75	80	23	164	1422	113	5200

Para el caso de la superficie muestreada de las herbáceas se consideró solo (1m²), dentro de cada sitio de (400 m²).

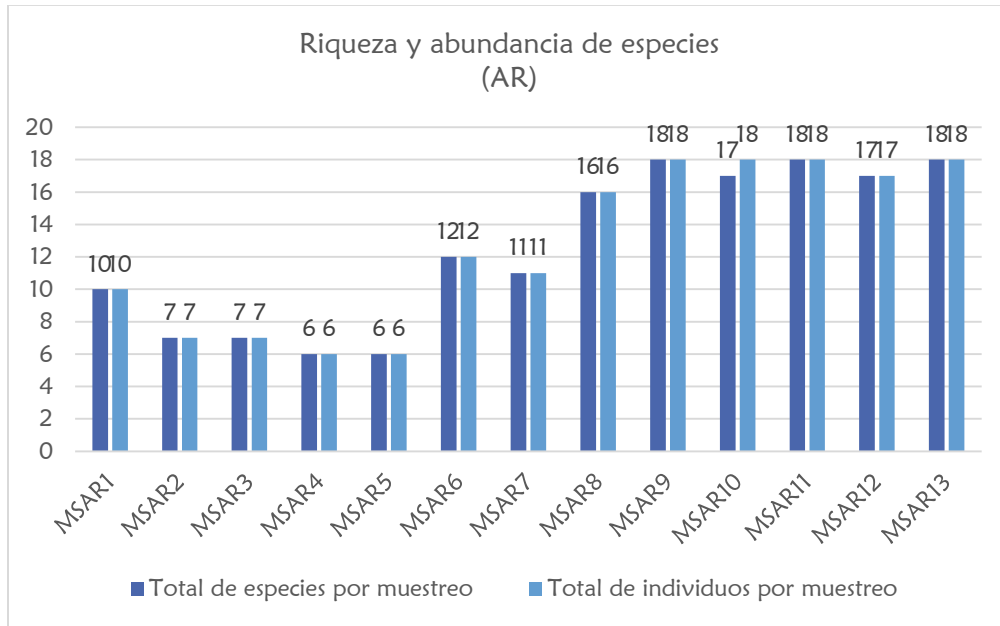
Todos los sitios de muestreo se encuentran formando parte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

Para los árboles (AR) se registraron 164 individuos con un total de 75 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 66 géneros y 27 familias. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae, con 24 especies, sumando el (32.0%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados.

Para los arbustos (AB) se registraron 1422 individuos con un total de 80 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 65 géneros y 28 familias. La familia con mayor riqueza de especies es Leguminosae con 27 especies (33.75%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados.

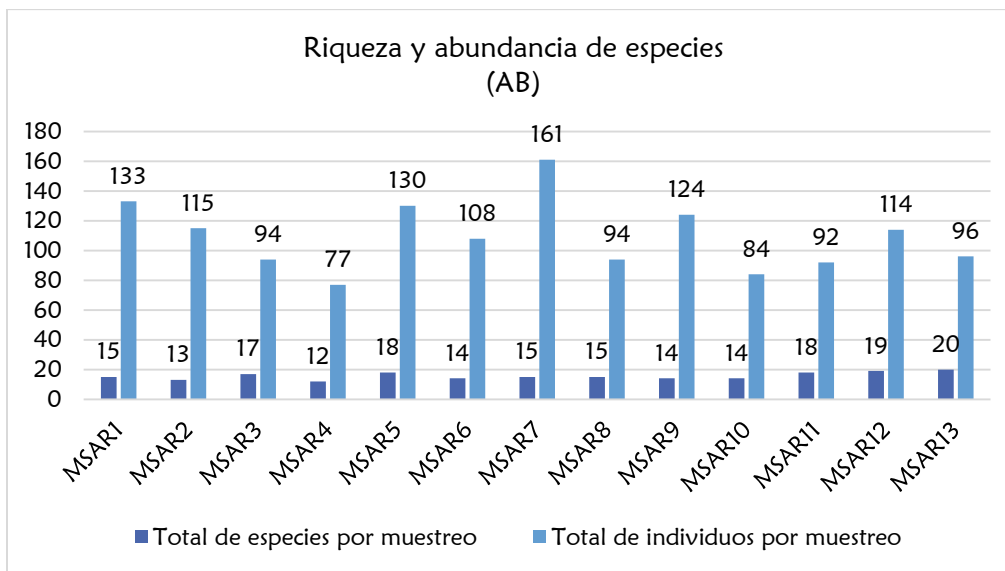
Para las herbáceas (HI) se registraron 113 individuos con un total de 23 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 20 géneros y 11 familias. La familia con mayor riqueza de especies es Poaceae, con 7 especies sumando el (30.43%) del total de las especies encontradas en los sitios muestreados.

Por otro lado, en cuanto a riqueza y abundancia de especies por sitio de muestreo conforme a las diferentes formas de vida registradas, se tiene que para los (AR) los sitios MSAR9, MSAR11 y MSAR13 tuvieron mayor número de especies con 18, mientras aquellos que presentaron la menor cifra es para los sitios MSAR4 y MSAR5, con valores de 6 especies respectivamente. El muestreo que presenta el mayor número de individuos es el MSAR10, MSAR9, MSAR11 y MSAR13 con 18; por otro lado, el MSAR4 y MSAR5 registraron la menor cantidad de individuos con solo 6 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AR) por sitio de muestreo.



Gráfica 11. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).

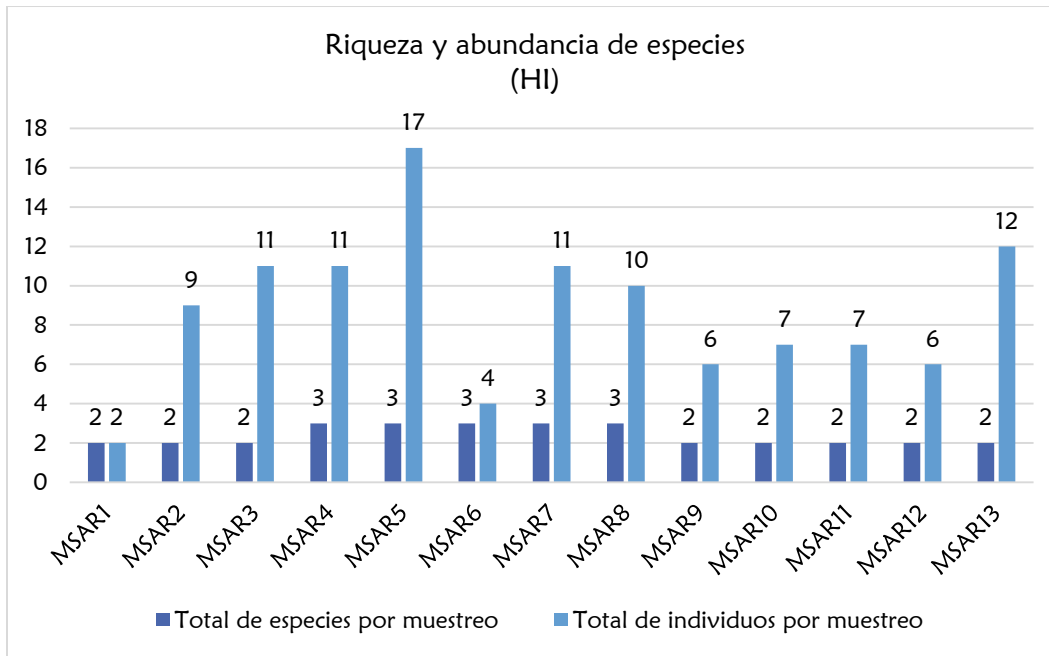
Para los (AB) los sitios MSAR13, MSAR12 y MSAR11, tuvieron mayor número de especies con 20, 19 y 18 respectivamente, mientras aquellos que presentaron la menor cifra son para los sitios MSAR2 y MSAR4, con valores de 13 y 12 especies. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el MSAR7 con (161) y MSAR1 (133) y el MSAR10 y MSAR4 registraron la menor cantidad de individuos con solo 84 y 77 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AB) por sitio de muestreo.



Gráfica 12. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).

Para las (HI) los sitios MSAR7, MSAR5, MSAR6, MSAR8 y MSAR4, tuvieron mayor número de especies con 3 respectivamente, mientras el resto de los sitios mostraron valores con solo 2 especies en cada caso. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el MSAR5 y MSAR13 registraron la menor cantidad de individuos con 17 y 12 respectivamente.

La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (HI) por sitio de muestreo. Algunas especies herbáceas resultan ser anuales y bianuales, por lo que en ciertas temporadas del año no se muestran de manera abundante.



Gráfica 13. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).

En resumen, los datos muestran de manera general que en la zona de estudio (MP/MSAR) se presenta una alta riqueza y abundancia en algunos casos; es probable que el cambio de uso de suelo que ha sido provocado al pasar los años dentro de las áreas del proyecto, actualmente repercute sobre la diversidad de especies, misma que ha reducido notablemente al modificar y transformar superficies que anteriormente presentaban cobertura forestal con mayor grado de conservación; sin duda, la VS/SMQ dentro y fuera de las AP muestran una heterogeneidad notable, donde se observan distintas especies que forman parte del tipo de vegetación registrada tanto en los MP como en los MSAR, donde muchas especies se comparten entre los sitios evaluados. Sin embargo, los MSAR reflejan una mayor riqueza y abundancia con relación a los MP.

Para el caso de las herbáceas (HI) y que suelen habitar de manera dominante algunos sitios preferentemente donde se manifiestan diferentes actividades antropogénicas dentro de las AP, han colonizado gran parte, por lo que si bien, no mostraron valores altos tanto de riqueza como abundancia en 1m², se observan en la zona de estudio que muchas plantas herbáceas están formando parte de la sucesión secundaria, incluso muchas de ellas son consideradas como pioneras de sitios perturbados formando parte de la vegetación arvense, ruderal y de borde, lo que está reduciendo la germinación de germoplasma forestal, ya que cubren áreas e impiden la llegada del sol para algunas semillas y plántulas que intentan su desarrollo y crecimiento.

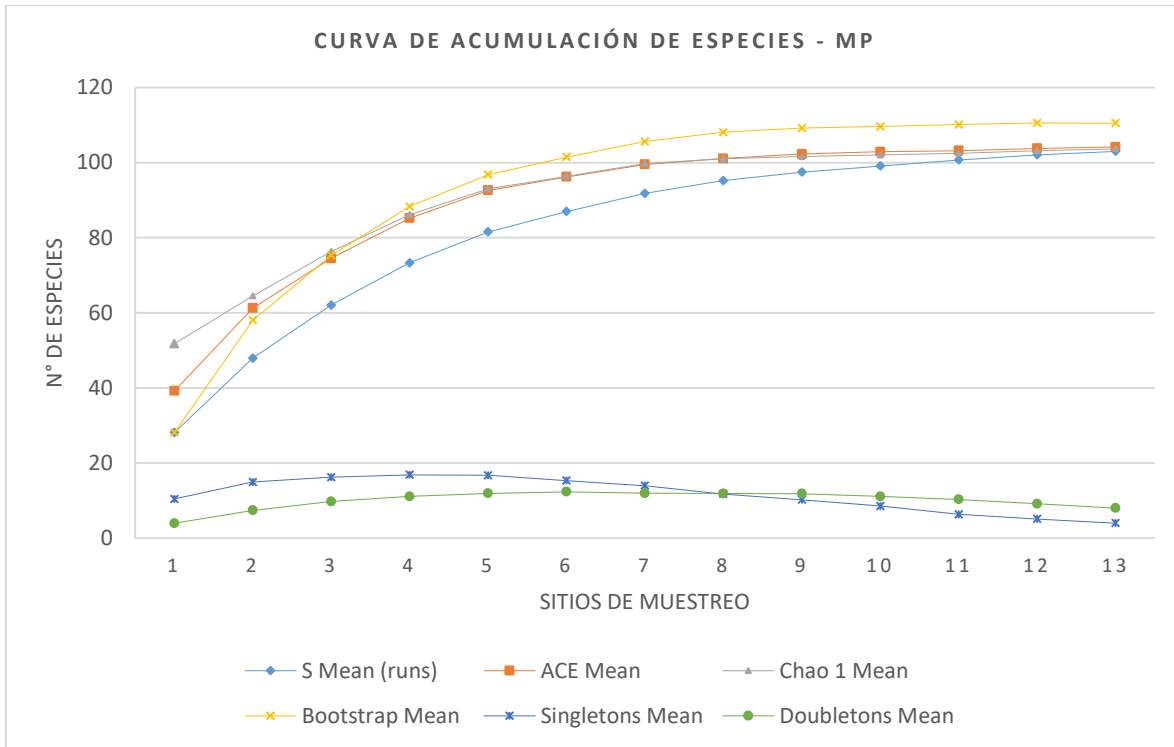
Curva de acumulación de especies:

Para evaluar los datos del desarrollo de los estimadores de riqueza fue necesario tener una idea previa del número real de especies obtenidas de los sitios de muestreo (MP/MSAR). Con

los datos obtenidos en cada sitio se construyó la curva de acumulación de especies registradas, así, se obtuvo el valor de especies observadas con (1, 2, 3... n) unidades de muestreo; lo anterior, mediante varios estimadores no paramétricos, así como la tendencia de intervalos de confianza mediante una curva de rarefacción. Cabe destacar, que los resultados obtenidos se presentan como anexo en un archivo de Excel Anexo 5 – 5.1 “CAE_MP_MSAR”, donde pueden ser consultados, mismos que tienen relación directa con los resultados presentados en la MIA-R.

Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)

Como se puede observar en la siguiente gráfica la curva pierde gradualmente pendiente al incrementar el número de sitios de muestreo, tendiendo claramente a una asíntota, lo que sugiere la idoneidad de la labor del esfuerzo del muestreo. En general, algunos de los estimadores no paramétricos evaluados dentro de los (MP) estuvieron siempre por encima de la riqueza observada en los sitios de muestreo (*Sobs* 103 especies) y en otros casos mantuvieron el mismo número observado, en el caso de Bootstrap estimo la riqueza asíntótica con valores de 110.49 (110 especies); los estimadores ACE (104.15=104 especies) y Chao 1 (103.67=104 especies) se aproximaron suavemente a la riqueza asíntótica con esfuerzo de muestreo creciente, por lo que ambos casos se alcanzó un nivel de esfuerzo de muestreo de 99 y 99%, respectivamente, siendo los más precisos de los estimadores evaluados, ya que estiman el menor número de especies esperadas; el peor estimador en términos de precisión fue para Bootstrap (110.49=110 especies, 93%), éste sugiere la presencia de más especies (7) respecto a la riqueza observada aunque no varía significativamente, por lo que se requeriría algunos otros sitios de muestreo; sin embargo, los otros estimadores mostraron un nivel de esfuerzo mayor al 98%. En todos los casos se muestra un comportamiento muy similar, donde en los primeros sitios crece de manera abrupta para conformar una asíntota que se va suavizando para mantenerse constante.

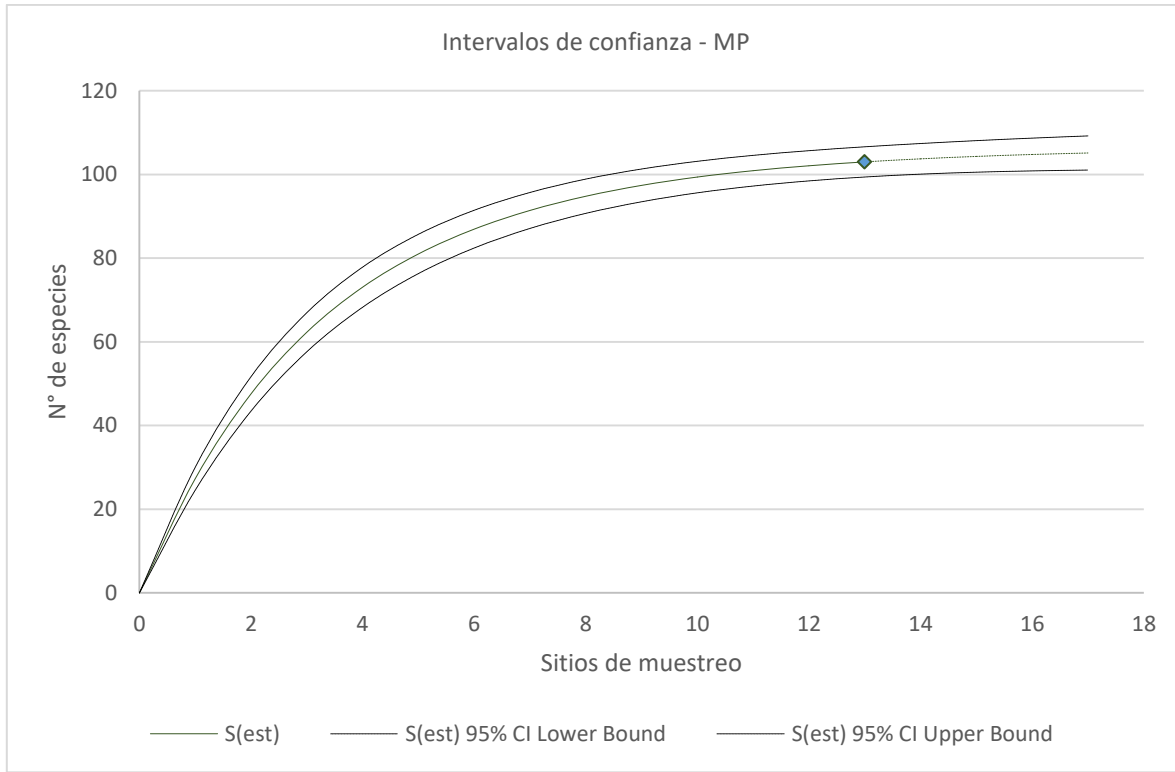


Gráfica 14. Curva de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos.

En términos generales ACE y Chao 1 mostraron los menores sesgos (1 y 1%) del total de riqueza observada (*Sobs*), con una diferencia para ambos estimadores de 1 especie del total de registros obtenidos (103), lo que representa el 99% del esfuerzo de muestreo realizado para los 13 sitios de las especies esperadas. En otras palabras, el nivel de esfuerzo fue altamente satisfactorio, aunque se resalta que en todos los casos la asíntota no llega a su punto máximo; de modo que ante un incremento en el nivel de muestreo se podría esperar el registro de nuevas especies, aunque raras. Esta tendencia se corrobora al observar la gráfica anterior, donde las especies dobles (doubletons) disminuye ligeramente conforme aumentan los sitios de muestreo, con tendencias a valores de cero y las especies únicas (singletons), aunque van decreciendo aproximándose a valores de cero de modo que es posible encontrar algunas especies raras que suelen requerir esfuerzos de muestreo más elevados, mismo que no siempre están acorde con la inversión de recursos y tiempo.

Adicionalmente se realizó una curva de rarefacción mediante una tendencia del intervalo de confianza para representar la riqueza encontrada dentro de los (MP) en función del esfuerzo de muestreo, lo anterior, permitió estimar la riqueza real mediante la extrapolación para un esfuerzo de muestreo infinito, ya que en teoría la curva de acumulación alcanza una asíntota cuando la probabilidad de añadir una nueva especie al inventario alcanza finalmente niveles cercanos a cero. La siguiente grafica muestra la curva de acumulación con los sitios de muestreo (13), más una extrapolación mediante una aleatorización de 4 sitios más en el supuesto de aumentar los sitios de muestreo y poder acercarse a la diversidad esperada con sus estimadores mediante un margen de confianza inferior y superior. Los resultados obtenidos muestran la riqueza observada con 103 especies para los 13 sitios de muestreo realizados dentro de los (MP); sin embargo, al aumentar los sitios de muestreo a 17 sitios se esperaría una riqueza esperada de 105 especies lo que representa solo 2 nuevos registros, por

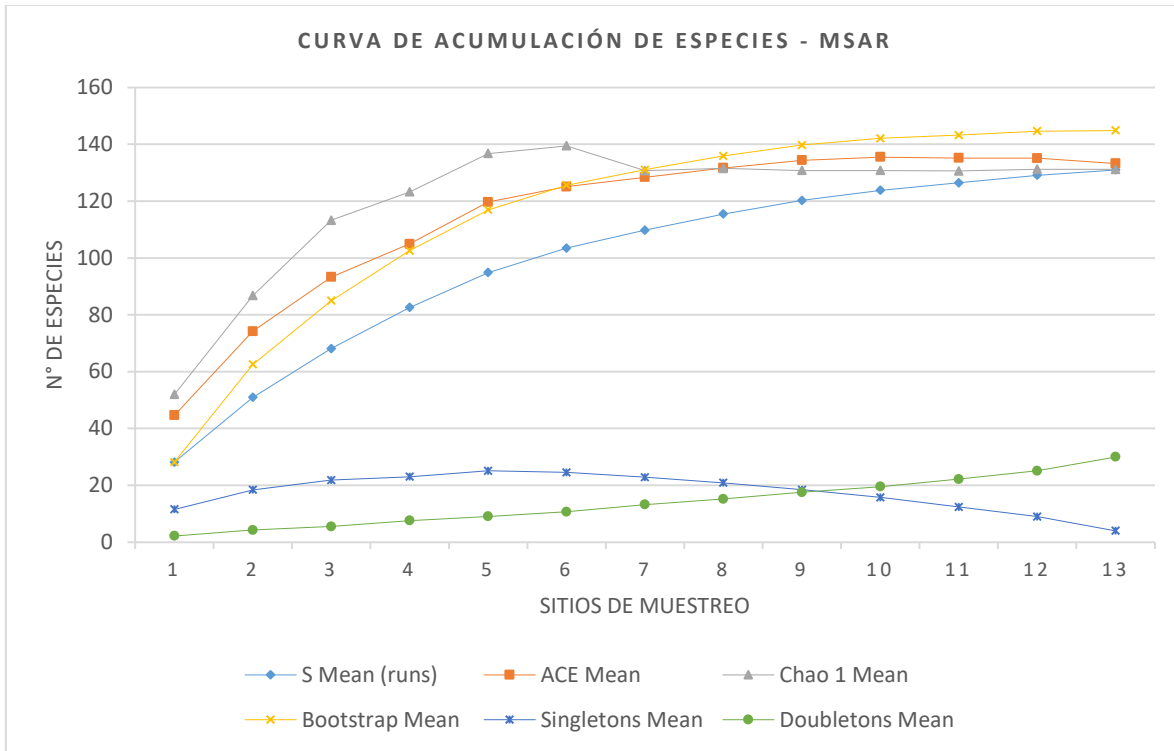
lo que estadísticamente no resulta significativo desde el punto de vista de la diversidad de especies (Gotelli y Colwell, 2011).



Gráfica 15. Intervalos de confianza.

Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

Como se puede observar en la siguiente gráfica la curva pierde gradualmente pendiente al incrementar el número de sitios de muestreo, tendiendo claramente a una asíntota, lo que sugiere la idoneidad de la labor del esfuerzo del muestreo. En general, algunos de los estimadores no paramétricos evaluados (MSAR) estuvieron siempre por encima de la riqueza observada en los sitios de muestreo (*Sobs* 131 especies) y en otros casos mantuvieron el mismo número observado, en el caso de Bootstrap estimo la riqueza asíntótica con valores de 144.85 (145 especies), los estimadores ACE (133.26=133 especies) y Chao 1 (131.19=131 especies) se aproximaron e igualaron suavemente a la riqueza asíntótica con esfuerzo de muestreo creciente, por lo que ambos casos se alcanzó un nivel de esfuerzo de muestreo de 98 y 100%, respectivamente, siendo los más precisos de los estimadores evaluados, ya que estiman el menor número de especies esperadas; el peor estimador en términos de precisión fue para Bootstrap (144.85=145 especies, 90%), éste sugiere la presencia de más especies (14) respecto a la riqueza observada, por lo que se requeriría algunos otros sitios de muestreo; sin embargo, los otros estimadores mostraron un nivel de esfuerzo mayor al 98%. En todos los casos se muestra un comportamiento muy similar, donde en los primeros sitios crece de manera abrupta para conformar una asíntota que se va suavizando para mantenerse constante.

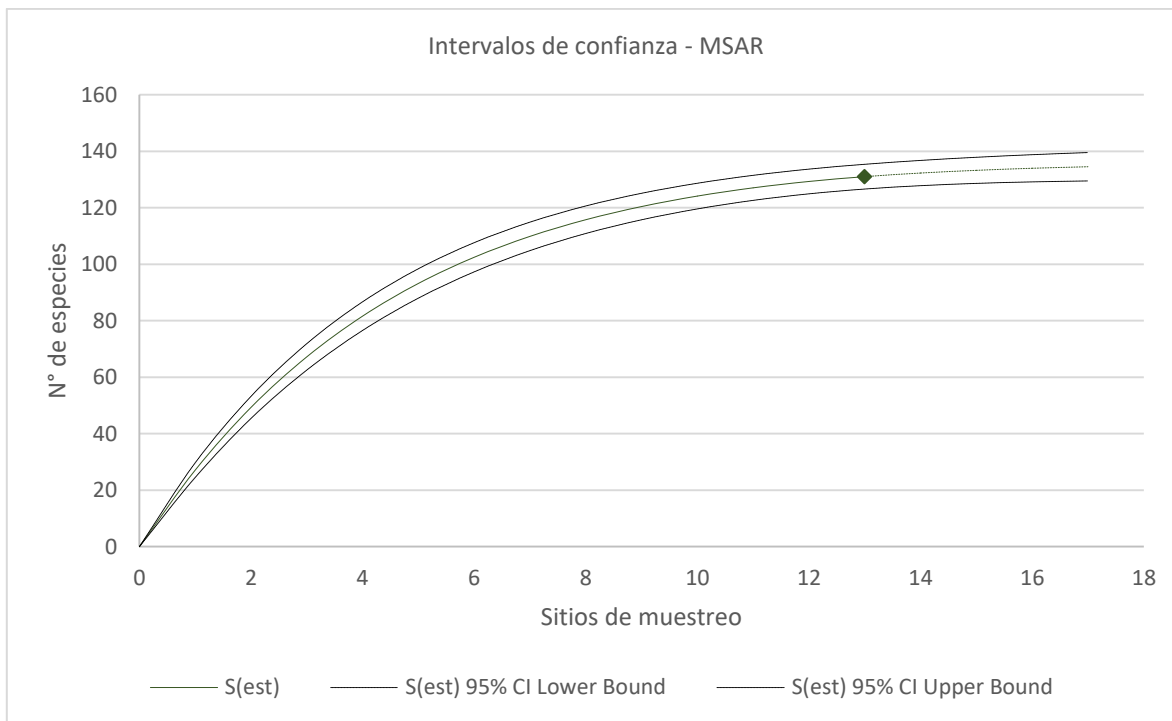


Gráfica 16. Curva de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos.

En términos generales ACE y Chao 1 mostraron los menores sesgos (2 y 0%) del total de riqueza observada (*Sobs*), con una diferencia para ACE de 2 especie y para Chao alcanzando valores de 0 del total de registros obtenidos (131), lo que representa el 98 y 100% respectivamente del esfuerzo de muestreo realizado para los 13 sitios de las especies esperadas. En otras palabras, el nivel de esfuerzo fue altamente satisfactorio, aunque se resalta que en todos los casos la asíntota no llega a su punto máximo salvo para Chao 1; de modo que ante un incremento en el nivel de muestreo se podría esperar el registro de nuevas especies, aunque raras. Esta tendencia se corrobora al observar la gráfica anterior, donde las especies dobles (doubletons) tiende aumentar y únicas (singletons) decrece aproximándose a valores de 0, de modo que es posible encontrar algunas especies raras que suelen requerir esfuerzos de muestreo más elevados, mismo que no siempre están acorde con la inversión de recursos y tiempo.

Adicionalmente se realizó una curva de rarefacción mediante una tendencia del intervalo de confianza para representar la riqueza encontrada en los (MSAR) en función del esfuerzo de muestreo, lo anterior, permitió estimar la riqueza real mediante la extrapolación para un esfuerzo de muestreo infinito, ya que en teoría la curva de acumulación alcanza una asíntota cuando la probabilidad de añadir una nueva especie al inventario alcanza finalmente niveles cercanos a cero. La siguiente grafica muestra la curva de acumulación con los sitios de muestreo (13), más una extrapolación mediante una aleatorización de 4 sitios más en el supuesto de aumentar los sitios de muestreo y poder acercarse a la diversidad esperada con sus estimadores mediante un margen de confianza inferior y superior. Los resultados obtenidos muestran la riqueza observada con 131 especies para los 13 sitios de muestreo realizados para los (MSAR); sin embargo, al aumentar los sitios de muestreo a 17 sitios se esperaría una riqueza esperada de 135 especies lo que representa solo 4 nuevos registros, por

lo que estadísticamente no resulta significativo desde el punto de vista de la diversidad de especies (Gotelli y Colwell, 2011).



Gráfica 17. Intervalos de confianza.

♣ Estructura

Índice de Valor de importancia (IVI): En las tablas siguientes se presenta el índice de valor de importancia (IVI) obtenido para cada especie y por estrato (AR/AB//HI) de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo. En este sentido, vale la pena mencionar, que las diferentes formas de vida fueron separadas para evaluar y analizar de una mejor manera cada estrato en base a las diferentes formas de vida registradas.

○ Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)

Para este estrato, del total de especies registradas *Terminalia catappa* llega alcanzar un IVI de (14.121) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, presenta la mayor densidad, dominancia y frecuencia; la segunda posición es para *Haematoxylum campechianum* con un valor de importancia de (13.476), le continúa *Acacia gaumeri* con valores de (13.010), entre otros. El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Pseudobombax ellipticum* (1.186), *Pachira aquatica*, *Tabebuia rosea* (1.185), y *Diospyros campechiana* con valores de (1.181) en cada caso. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 26. Valor de importancia por especie (AR).

Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia gaumeri</i>	5	3.968	0.270	8.772	13.010
2	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	1	0.794	0.120	0.351	1.265
3	Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	2	1.587	2.096	1.404	5.087
4	Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	7	5.556	1.530	3.158	10.244
5	Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	3	2.381	0.309	3.158	5.848
6	Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	3	2.381	1.650	3.158	7.189
7	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	3	2.381	0.146	3.158	5.685
8	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	3	2.381	0.309	3.158	5.848
9	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	4	3.175	1.968	5.614	10.757
10	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	1	0.794	1.252	0.351	2.396
11	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	1	0.794	0.048	0.351	1.192
12	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	2	1.587	6.266	1.404	9.257
13	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	3	2.381	5.157	3.158	10.695
14	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	2	1.587	6.276	1.404	9.267
15	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	2	1.587	1.900	1.404	4.891
16	Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i>	2	1.587	4.903	1.404	7.894
17	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	1.587	2.398	1.404	5.389
18	Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i>	1	0.794	0.048	0.351	1.192
19	Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i>	2	1.587	0.473	1.404	3.464
20	Sapindaceae	<i>Cupania belizensis</i>	1	0.794	0.048	0.351	1.192
21	Ebenaceae	<i>Diospyros campechiana</i>	1	0.794	0.037	0.351	1.181
22	Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	3	2.381	1.584	3.158	7.122
23	Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	1.587	6.464	1.404	9.455
24	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.794	0.048	0.351	1.192
25	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	2	1.587	4.914	1.404	7.905
26	Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	2	1.587	0.082	1.404	3.073
27	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	3.175	1.213	5.614	10.001
28	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	3	2.381	2.255	3.158	7.794
29	Leguminosae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	4	3.175	7.144	3.158	13.476
30	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	2	1.587	0.384	1.404	3.375
31	Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	2	1.587	0.095	1.404	3.086
32	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	1.587	0.101	1.404	3.091
33	Leguminosae	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	2	1.587	6.276	1.404	9.267
34	Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.794	4.867	0.351	6.011
35	Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	1	0.794	0.051	0.351	1.196
36	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	1	0.794	0.702	0.351	1.846
37	Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	1.587	1.906	1.404	4.897
38	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	2	1.587	0.124	1.404	3.115
39	Zapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	2	1.587	0.092	1.404	3.082
40	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	1	0.794	0.044	0.351	1.189
41	Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	3	2.381	0.338	3.158	5.877
42	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	1	0.794	1.293	0.351	2.438
43	Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	1	0.794	0.041	0.351	1.185
44	Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.794	0.060	0.351	1.204
45	Leguminosae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	1.587	0.658	1.404	3.649
46	Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.794	0.793	0.351	1.937
47	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	1	0.794	4.867	0.351	6.011
48	Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.794	0.042	0.351	1.186
49	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	1	0.794	0.177	0.351	1.321
50	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	1	0.794	0.061	0.351	1.205
51	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	3	2.381	1.357	3.158	6.896
52	Adoxaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	2	1.587	0.217	1.404	3.208
53	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	2	1.587	0.075	1.404	3.066

N°	Familia	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
54	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	1	0.794	0.359	0.351	1.503
55	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	2.381	0.310	3.158	5.849
56	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.794	0.041	0.351	1.185
57	Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>	1	0.794	6.225	0.351	7.370
58	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	1	0.794	0.284	0.351	1.429
59	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	5	3.968	6.994	3.158	14.121
60	Moraceae	<i>Trophis racemosa</i>	2	1.587	0.155	1.404	3.146
61	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	2	1.587	0.107	1.404	3.098
	Total		126	100	100	100	300

Se registraron especies indicadoras de conservación como *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*, dichas especies mostraron valores bajos de IVI; *Tabebuia rosea* con valores de IVI (1.185) y *Cedrela odorata* que obtuvo valores de (9.267); sin embargo, en este último caso es la única especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría sujeta a protección especial (Pr), por lo que resultaron ser especies importantes ecológicamente hablando como parte de la (VS/SMQ).

Arbustos (AB)

Para este estrato, del total de especies registradas *Hamelia patens* llega alcanzar un IVI de (11.687) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, demostrando ser una especie con los valores más altos de frecuencia en la (VS/SMQ); el segundo puesto es para *Fridericia patellifera* (10.871), sus valores más altos están dados por su densidad y frecuencia, le continua *Croton oerstedianus* (10.369), con valores altos en dominancia más que por su densidad y frecuencia; *Pontederia sagittata* (10.246), *Psidium guajava* (9.869), con valores altos de dominancia y *Sabal yapa* con un IVI de (9.867). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Platymiscium yucatanum* (0.570) y *Cupania belizensis* (0.303), resultando ser especies que no logran una densidad, dominancia y frecuencia significativa en la zona. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 27. Valor de importancia por especie (AB).

N°	Familia	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia collinsii</i>	15	1.412	2.763	0.958	5.134
2	Leguminosae	<i>Acacia gaumeri</i>	5	0.471	1.540	0.426	2.437
3	Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	21	1.977	1.427	1.704	5.108
4	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	19	1.789	1.608	2.662	6.059
5	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	9	0.847	0.589	0.426	1.862
6	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	19	1.789	2.894	2.662	7.345
7	Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	7	0.659	1.486	0.958	3.104
8	Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	11	1.036	1.495	0.958	3.489
9	Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	12	1.130	1.008	0.958	3.096
10	Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	6	0.565	1.758	0.426	2.749
11	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	9	0.847	1.031	0.426	2.304
12	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	9	0.847	1.314	0.426	2.587

MODERNIZACIÓN DEL CAMINO CERRO LAS ÁGUILAS – EL DESENGAÑO, TRAMO DEL KM 15+000 AL KM 22+800, CON UNA META DE 7.8 KM EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA, EN EL ESTADO DE CAMPECHE



N°	Familia	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
13	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	5	0.471	0.589	0.426	1.486
14	Leguminosae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	18	1.695	3.578	1.704	6.977
15	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	3	0.282	1.132	0.426	1.841
16	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	3	0.282	1.132	0.106	1.521
17	Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i>	4	0.377	0.555	0.106	1.038
18	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5	0.471	0.408	0.106	0.985
19	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	6	0.565	0.283	0.106	0.955
20	Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i>	6	0.565	0.181	0.106	0.853
21	Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i>	10	0.942	1.144	0.958	3.044
22	Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	21	1.977	2.016	3.834	7.827
23	Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i>	4	0.377	0.408	0.106	0.891
24	Euphorbiaceae	<i>Croton iche</i>	30	2.825	2.401	3.834	9.059
25	Euphorbiaceae	<i>Croton oerstedianus</i>	25	2.354	2.797	5.218	10.369
26	Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	34	3.202	1.970	3.834	9.006
27	Sapindaceae	<i>Cupania belizensis</i>	1	0.094	0.102	0.106	0.303
28	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i>	28	2.637	1.189	1.704	5.529
29	Ebenaceae	<i>Diospyros campechiana</i>	4	0.377	0.102	0.106	0.585
30	Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	2	0.188	0.725	0.106	1.020
31	Leguminosae	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	5	0.471	0.408	0.106	0.985
32	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.282	1.631	0.106	2.020
33	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	18	1.695	1.650	1.704	5.048
34	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	7	0.659	0.725	0.106	1.490
35	Bignoniaceae	<i>Fridericia patellifera</i>	25	2.354	4.683	3.834	10.871
36	Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.282	0.493	0.106	0.882
37	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.188	0.408	0.106	0.702
38	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	8	0.753	0.181	0.106	1.041
39	Leguminosae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	5	0.471	0.102	0.106	0.679
40	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	42	3.955	2.514	5.218	11.687
41	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.188	1.631	0.106	1.925
42	Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	9	0.847	0.283	0.426	1.557
43	Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	9	0.847	2.468	5.218	8.534
44	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	19	1.789	2.627	3.834	8.250
45	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	11	1.036	1.144	0.958	3.138
46	Leguminosae	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	18	1.695	3.171	1.704	6.569
47	Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14	1.318	2.502	1.704	5.525
48	Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	20	1.883	0.645	0.958	3.487
49	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	2	0.188	0.962	0.426	1.577
50	Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10	0.942	0.691	0.426	2.058
51	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	6	0.565	2.355	0.426	3.346
52	Zapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.471	1.540	0.426	2.437
53	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	9	0.847	0.962	0.426	2.236
54	Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	12	1.130	0.464	0.426	2.020
55	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	9	0.847	0.736	0.426	2.009
56	Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	2	0.188	0.691	0.426	1.305
57	Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	16	1.507	0.589	0.426	2.521

N°	Familia	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
58	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	4	0.377	1.144	0.958	2.479
59	Leguminosae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	4	0.377	0.408	0.106	0.891
60	Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.282	0.181	0.106	0.570
61	Pontederiaceae	<i>Pontederia sagittata</i>	53	4.991	2.593	2.662	10.246
62	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	15	1.412	0.657	0.426	2.495
63	Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	38	3.578	1.144	2.662	7.384
64	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	41	3.861	2.174	3.834	9.869
65	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	47	4.426	1.325	3.834	9.584
66	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	1	0.094	0.408	0.106	0.608
67	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	22	2.072	2.597	2.662	7.331
68	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	50	4.708	1.325	3.834	9.867
69	Adoxaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	2	0.188	0.725	0.106	1.020
70	Asparagaceae	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	43	4.049	1.778	3.834	9.661
71	Leguminosae	<i>Senna hirsuta</i>	26	2.448	2.004	3.834	8.286
72	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	3	0.282	1.272	0.106	1.661
73	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	9	0.847	0.181	0.106	1.135
74	Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i>	32	3.013	2.473	3.834	9.320
75	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	13	1.224	0.283	0.426	1.933
76	Araceae	<i>Xanthosoma yucatanense</i>	14	1.318	1.453	0.426	3.198
Total			1062	100	100	100	300

Aquí vale la pena señalar, que la familia Arecaceae fue agrupada en los arbustos, debido principalmente a la baja riqueza que mostraron. Como se puede observar en la tabla superior en el caso de *Sabal yapa* con solo 50 individuos se mostró con IVI de (9.867) y *Sabal mexicana* (7.331). Como puede observarse estas especies mostraron valores entre los más bajos en densidad, dominancia y frecuencia, por lo que no resultaron ser estadísticamente significativas.

Herbáceas (HI)

Para este estrato, del total de especies registradas *Critonia aromatisans* llega alcanzar un IVI de (55.437) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición ya que también presenta la mayor densidad y frecuencia, pero no llega ser la que obtuvo los valores más altos de dominancia, en este último caso es para la segunda posición *Panicum maximum* con un valor de importancia de (49.641). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una dominancia, densidad y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentra *Bidens pilosa* con un IVI de (2.445).

De manera general para el caso de las herbáceas su alto valor de importancia está dado por su densidad y frecuencia de ser encontradas más que por su dominancia; sin embargo, al ser parte muchas de ellas especies anuales y bianuales que dominan el estrato bajo de la (VS/SMQ), suelen en la mayoría de los casos colonizar extensas superficies, entre las especies encontradas algunas son consideradas como plantas arvenses y ruderales, donde muchas de

ellas se han visto favorecidas por distintas causas de origen antropogénico. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 28. Valor de importancia por especie (HI).

Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Compositae	<i>Aldama dentata</i>	2	1.460	1.569	0.820	3.849
2	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	9	6.569	2.512	3.279	12.360
3	Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i>	16	11.679	16.478	7.377	35.534
4	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	7	5.109	0.392	0.820	6.322
5	Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	2	1.460	0.166	0.820	2.445
6	Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	5	3.650	2.060	7.377	13.086
7	Compositae	<i>Critonia aromatisans</i>	21	15.328	19.617	20.492	55.437
8	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	10	7.299	10.593	7.377	25.270
9	Compositae	<i>Melampodium divaricatum</i>	13	9.489	5.356	7.377	22.223
10	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	5	3.650	3.531	0.820	8.000
11	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i>	2	1.460	1.569	0.820	3.849
12	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	14	10.219	18.930	20.492	49.641
13	Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i>	12	8.759	7.062	7.377	23.198
14	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	7	5.109	6.474	7.377	18.960
15	Rubiaceae	<i>Spermacoce tenuior</i>	5	3.650	0.785	3.279	7.713
16	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	5	3.650	1.335	3.279	8.263
17	Poaceae	<i>Zea mays</i>	2	1.460	1.569	0.820	3.849
Total			137	100	100	100	300

Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

- Árboles (AR)

Para este estrato, del total de especies registradas *Guazuma ulmifolia* llega alcanzar un IVI de (35.684) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, presenta la mayor dominancia; sin embargo, no tiene la mayor densidad y frecuencia; la segunda posición es para *Leucaena leucocephala* con un valor de importancia de (21.366), con los valores de densidad y frecuencia más altos, le continua *Lysiloma latisiliquum* con valores de (8.059) y *Pseudobombax ellipticum* IVI (7.450). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Hampea nutricia* (0.988), *Diospyros digyna* (0.960) y *Diphysa carthagenensis* (0.942). La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 29. Valor de importancia por especie (AR).

Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	3	1.829	1.321	1.852	5.002
2	Leguminosae	<i>Acacia gaumeri</i>	2	1.220	2.334	0.823	4.377
3	Leguminosae	<i>Acacia pringlei subsp. californica</i>	3	1.829	0.565	1.852	4.246
4	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	2	1.220	0.673	0.823	2.715
5	Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	2	1.220	1.021	0.823	3.064

MODERNIZACIÓN DEL CAMINO CERRO LAS ÁGUILAS – EL DESENGAÑO, TRAMO DEL KM 15+000 AL KM 22+800, CON UNA META DE 7.8 KM EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA, EN EL ESTADO DE CAMPECHE



Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
6	Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	2	1.220	0.544	0.823	2.587
7	Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	2	1.220	0.830	0.823	2.872
8	Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	2	1.220	1.578	0.823	3.620
9	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	1.220	2.353	0.823	4.395
10	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	2	1.220	0.820	0.823	2.863
11	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	2	1.220	0.353	0.823	2.396
12	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	3	1.829	0.978	1.852	4.659
13	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	2	1.220	0.835	0.823	2.877
14	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	2	1.220	1.631	0.823	3.674
15	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	2	1.220	0.379	0.823	2.422
16	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	2	1.220	2.398	0.823	4.440
17	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	2	1.220	2.010	0.823	4.052
18	Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i>	2	1.220	0.744	0.823	2.787
19	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	1.220	1.172	0.823	3.214
20	Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i>	2	1.220	0.596	0.823	2.639
21	Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i>	2	1.220	1.567	0.823	3.610
22	Sapindaceae	<i>Cupania belizensis</i>	2	1.220	0.744	0.823	2.786
23	Leguminosae	<i>Dalbergia glabra</i>	3	1.829	1.412	1.852	5.093
24	Leguminosae	<i>Delonix regia</i>	3	1.829	0.927	1.852	4.608
25	Ebenaceae	<i>Diospyros campechiana</i>	1	0.610	0.625	0.206	1.441
26	Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	1	0.610	0.145	0.206	0.960
27	Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.610	0.127	0.206	0.942
28	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	2	1.220	1.475	0.823	3.518
29	Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	1.829	0.952	1.852	4.633
30	Leguminosae	<i>Erythrina variegata</i>	2	1.220	0.339	0.823	2.382
31	Myrtaceae	<i>Eugenia ibarrae</i>	2	1.220	0.695	0.823	2.738
32	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	2	1.220	0.591	0.823	2.634
33	Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	2	1.220	0.898	0.823	2.940
34	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	6.707	4.079	24.897	35.684
35	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	2	1.220	1.896	0.823	3.939
36	Leguminosae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	2	1.220	0.517	0.823	2.559
37	Malvaceae	<i>Hampea nutricia</i>	1	0.610	0.172	0.206	0.988
38	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	2	1.220	4.560	0.823	6.603
39	Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	2	1.220	2.310	0.823	4.352
40	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	8	4.878	3.320	13.169	21.366
41	Leguminosae	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	2	1.220	0.310	0.823	2.352
42	Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	1.220	0.408	0.823	2.450
43	Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	2	1.220	1.549	0.823	3.591
44	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	2	1.220	0.286	0.823	2.329
45	Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	1.220	6.017	0.823	8.059
46	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	2	1.220	3.787	0.823	5.829
47	Zapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	2	1.220	2.270	0.823	4.313
48	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	2	1.220	0.873	0.823	2.915
49	Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	2	1.220	0.338	0.823	2.381
50	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	2	1.220	3.056	0.823	5.099
51	Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	2	1.220	0.503	0.823	2.546
52	Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	2	1.220	0.860	0.823	2.903
53	Leguminosae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	1.220	0.536	0.823	2.579

N°	Familia	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
54	Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	1.220	2.050	0.823	4.093
55	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	2	1.220	0.573	0.823	2.615
56	Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	2	1.220	1.888	0.823	3.931
57	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	2	1.220	2.565	0.823	4.607
58	Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	2	1.220	5.407	0.823	7.450
59	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	2	1.220	0.789	0.823	2.832
60	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	2	1.220	2.340	0.823	4.382
61	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	2	1.220	1.109	0.823	3.151
62	Rhamnaceae	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	2	1.220	0.639	0.823	2.682
63	Adoxaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	2	1.220	0.606	0.823	2.649
64	Leguminosae	<i>Senna hayesiana</i>	2	1.220	2.436	0.823	4.479
65	Leguminosae	<i>Senna pallida</i>	1	0.610	0.572	0.206	1.388
66	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	1	0.610	0.248	0.206	1.063
67	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	1	0.610	0.789	0.206	1.604
68	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	2	1.220	0.725	0.823	2.768
69	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	1.220	0.433	0.823	2.475
70	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	2	1.220	0.774	0.823	2.816
71	Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>	2	1.220	0.695	0.823	2.738
72	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	2	1.220	1.004	0.823	3.046
73	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	2	1.220	0.838	0.823	2.881
74	Moraceae	<i>Trophis racemosa</i>	2	1.220	1.256	0.823	3.298
75	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	2	1.220	0.987	0.823	3.030
Total			164	100	100	100	300

Se registraron especies que resultan ser buenas indicadoras de conservación; a pesar de mostrar valores bajos de IVI al igual que *Cedrela odorata* que obtuvo valores de (4.440); sin embargo, en este último caso es la única especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría en protección especial (Pr), por lo que resulta ser una especie importante ecológicamente como parte de la VS/SMQ.

- Arbustos (AB)

Para este estrato, del total de especies registradas *Ayenia ardua* llega alcanzar un IVI de (13.157) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, demostrando ser una especie con los valores más altos de densidad, dominancia y frecuencia en la VS/SMQ; el segundo puesto es para *Pseudobombax ellipticum* (9.471), sus valores más altos están dados por su densidad y frecuencia, le continua *Eugenia ibarrae* (9.036), con valores altos en dominancia más que por su densidad y frecuencia, *Croton oerstedianus* (8.297) y *Senna pallida* (8.238). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Caesalpinia pulcherrima* (0.791), *Dalbergia glabra* (0.604) y *Acacia collinsii* (0.579), resultando ser especies que no logran una densidad, dominancia y frecuencia significativa en la zona. En la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 30. Valor de importancia por especie (AB).

Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia collinsii</i>	4	0.281	0.133	0.164	0.579
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	13	0.914	1.245	1.480	3.640
3	Leguminosae	<i>Acacia pringlei subsp. californica</i>	37	2.602	0.411	1.480	4.494
4	Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	9	0.633	0.313	0.164	1.110
5	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	7	0.492	0.225	0.164	0.882
6	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	11	0.774	0.192	0.164	1.130
7	Malvaceae	<i>Ayenia ardua</i>	19	1.336	10.340	1.480	13.157
8	Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i>	25	1.758	0.783	1.480	4.021
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	11	0.774	0.541	0.658	1.972
10	Leguminosae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	3	0.211	0.416	0.164	0.791
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	14	0.985	0.116	0.164	1.265
12	Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i>	28	1.969	0.126	0.658	2.753
13	Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	22	1.547	0.370	0.658	2.575
14	Euphorbiaceae	<i>Croton icche</i>	28	1.969	0.735	4.112	6.816
15	Euphorbiaceae	<i>Croton oerstedianus</i>	51	3.586	0.599	4.112	8.297
16	Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	35	2.461	0.225	4.112	6.798
17	Leguminosae	<i>Dalbergia glabra</i>	6	0.422	0.018	0.164	0.604
18	Leguminosae	<i>Delonix regia</i>	21	1.477	1.396	0.658	3.531
19	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i>	28	1.969	1.007	4.112	7.088
20	Ebenaceae	<i>Diospyros campechiana</i>	10	0.703	0.743	0.658	2.104
21	Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	9	0.633	0.631	0.658	1.922
22	Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	10	0.703	0.869	0.658	2.230
23	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	5	0.352	0.286	0.164	0.802
24	Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	18	1.266	2.040	0.658	3.963
25	Leguminosae	<i>Erythrina variegata</i>	20	1.406	2.297	0.658	4.361
26	Myrtaceae	<i>Eugenia ibarrae</i>	14	0.985	7.394	0.658	9.036
27	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	21	1.477	0.864	4.112	6.453
28	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	8	0.563	1.120	0.164	1.847
29	Bignoniaceae	<i>Fridericia patellifera</i>	25	1.758	1.121	2.632	5.510
30	Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	20	1.406	0.915	0.658	2.979
31	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.281	7.106	0.658	8.045
32	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	15	1.055	0.267	0.658	1.980
33	Leguminosae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	10	0.703	2.014	0.658	3.375
34	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	26	1.828	0.063	0.658	2.549
35	Malvaceae	<i>Hampea nutricia</i>	11	0.774	5.919	0.658	7.350
36	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	16	1.125	0.053	0.658	1.836
37	Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	6	0.422	0.314	0.658	1.394
38	Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	21	1.477	0.270	0.658	2.405
39	Malvaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i>	27	1.899	0.980	1.480	4.359
40	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	29	2.039	1.920	1.480	5.440
41	Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i>	26	1.828	0.265	1.480	3.574
42	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	8	0.563	0.077	0.658	1.298
43	Leguminosae	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	8	0.563	0.271	0.658	1.491
44	Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	9	0.633	2.158	0.658	3.449
45	Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	18	1.266	2.608	0.658	4.531
46	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	17	1.195	0.092	0.658	1.946
47	Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10	0.703	0.166	0.658	1.528
48	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	21	1.477	0.048	0.658	2.183
49	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	19	1.336	0.884	1.480	3.700

Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
50	Zapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	11	0.774	0.148	0.658	1.579
51	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	19	1.336	0.270	0.658	2.264
52	Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	30	2.110	0.067	0.658	2.834
53	Leguminosae	<i>Mimosa pigra</i>	20	1.406	0.948	1.480	3.835
54	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	26	1.828	0.163	1.480	3.471
55	Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	19	1.336	0.107	1.480	2.924
56	Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	13	0.914	1.603	1.480	3.997
57	Passifloraceae	<i>Passiflora ciliata</i>	10	0.703	0.656	1.480	2.839
58	Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	25	1.758	0.403	1.480	3.641
59	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	20	1.406	2.389	1.480	5.276
60	Leguminosae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	35	2.461	1.345	4.112	7.918
61	Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	16	1.125	0.491	4.112	5.728
62	Pontederiaceae	<i>Pontederia sagittata</i>	20	1.406	0.510	1.480	3.397
63	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	11	0.774	0.196	0.658	1.627
64	Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	14	0.985	1.267	0.658	2.909
65	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	28	1.969	1.048	4.112	7.129
66	Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	20	1.406	6.585	1.480	9.471
67	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	11	0.774	1.153	1.480	3.407
68	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	10	0.703	1.267	1.480	3.451
69	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	21	1.477	0.138	1.480	3.095
70	Rhamnaceae	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	21	1.477	0.359	0.658	2.493
71	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	25	1.758	2.933	1.480	6.171
72	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	20	1.406	2.814	1.480	5.701
73	Adoxaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	18	1.266	0.173	1.480	2.919
74	Asparagaceae	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	20	1.406	0.864	1.480	3.751
75	Leguminosae	<i>Senna hayesiana</i>	15	1.055	0.533	0.658	2.245
76	Leguminosae	<i>Senna hirsuta</i>	29	2.039	0.456	1.480	3.976
77	Leguminosae	<i>Senna pallida</i>	15	1.055	6.526	0.658	8.238
78	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	10	0.703	0.602	0.658	1.963
79	Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i>	26	1.828	0.329	1.480	3.638
80	Araceae	<i>Xanthosoma yucatanense</i>	11	0.774	0.714	1.480	2.968
Total			1422	100	100	100	300

Aquí vale la pena señalar, que las familias Cactaceae y Bromeliaceae fueron agrupadas en los arbustos, debido principalmente a la baja riqueza que mostraron. Como se puede observar en la tabla superior en el caso de *Hylocereus undatus* con solo 26 individuos se mostró con IVI de (3.574); para *Aechmea bracteata* con un total de 7 individuos se muestra con valores de (0.882). Como puede observarse estas especies mostraron valores entre los más bajos en densidad, dominancia y frecuencia, por lo que no resultaron ser estadísticamente significativas.

- Herbáceas (HI)

Para este estrato, del total de especies registradas *Critonia aromatisans* llega alcanzar un IVI de (37.604) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición ya que también presenta la mayor dominancia y frecuencia, pero no llega ser la que obtuvo los valores más altos de densidad, en este último caso es para la segunda posición *Spermacoce tenuior* con un valor de importancia de (28.440). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una dominancia, densidad y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron

con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Ipomoea turbinata* con un IVI de (4.356) e *Ipomoea tiliacea* (3.471).

De manera general para el caso de las herbáceas su alto valor de importancia está dado por su dominancia y frecuencia de ser encontradas más que por su densidad; sin embargo, al ser parte muchas de ellas especies anuales y bianuales que dominan el estrato bajo de la VS/SMQ, suelen en la mayoría de los casos colonizar extensas superficies, entre las especies encontradas algunas son consideradas como plantas arvenses y ruderales, donde muchas de ellas se han visto favorecidas por distintas causas de origen antropogénico. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 31. Valor de importancia por especie (HI).

Nº	Familia	Especie	Nº de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Compositae	<i>Aldama dentata</i>	5	4.425	1.833	2.128	8.385
2	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	4	3.540	1.833	2.128	7.500
3	Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i>	4	3.540	1.833	2.128	7.500
4	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	1	0.885	7.331	2.128	10.344
5	Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	2	1.770	1.833	2.128	5.730
6	Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	5	4.425	8.477	8.511	21.412
7	Compositae	<i>Critonia aromatisans</i>	11	9.735	19.359	8.511	37.604
8	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	4	3.540	9.164	8.511	21.214
9	Convolvulaceae	<i>Ipomoea crinicalyx</i>	10	8.850	0.458	2.128	11.435
10	Convolvulaceae	<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	0.885	0.458	2.128	3.471
11	Convolvulaceae	<i>Ipomoea turbinata</i>	2	1.770	0.458	2.128	4.356
12	Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>	5	4.425	4.124	2.128	10.676
13	Compositae	<i>Melampodium divaricatum</i>	7	6.195	2.291	8.511	16.996
14	Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i>	3	2.655	1.833	2.128	6.615
15	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i>	6	5.310	2.291	8.511	16.111
16	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	4	3.540	2.291	8.511	14.341
17	Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i>	11	9.735	5.956	8.511	24.202
18	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	1	0.885	2.864	2.128	5.876
19	Malvaceae	<i>Sida spinosa</i>	4	3.540	4.124	2.128	9.791
20	Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i>	4	3.540	1.833	2.128	7.500
21	Rubiaceae	<i>Spermacoce tenuior</i>	11	9.735	10.195	8.511	28.440
22	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	6	5.310	7.331	2.128	14.768
23	Poaceae	<i>Zea mays</i>	2	1.770	1.833	2.128	5.730
Total			113	100	100	100	300

De manera general las especies registradas en los 3 estratos (AR/AB/HI), para los MP/MSAR, son bastante comunes en la VS/SMQ, se observan formando parte de una fase secundaria de la vegetación conformada en las AP y SAR como parte de remanentes y parches en mosaicos en una matriz de paisaje que ha sufrido diversas actividades de origen antropogénico. La composición de la VS/SMQ dentro de las AP y SAR muestran una distribución geográfica tan fragmentada e indudablemente cambiante a lo largo del tiempo, la cobertura forestal estudiada cada vez pierde más superficie y especies por el intenso impacto de actividades antropogénicas; sin embargo, actualmente se observan algunas especies que representan a este tipo de vegetación, como se muestran en particular con los datos obtenidos para la zona de estudio. Muchas de las especies registradas se han visto beneficiadas por el cambio de uso

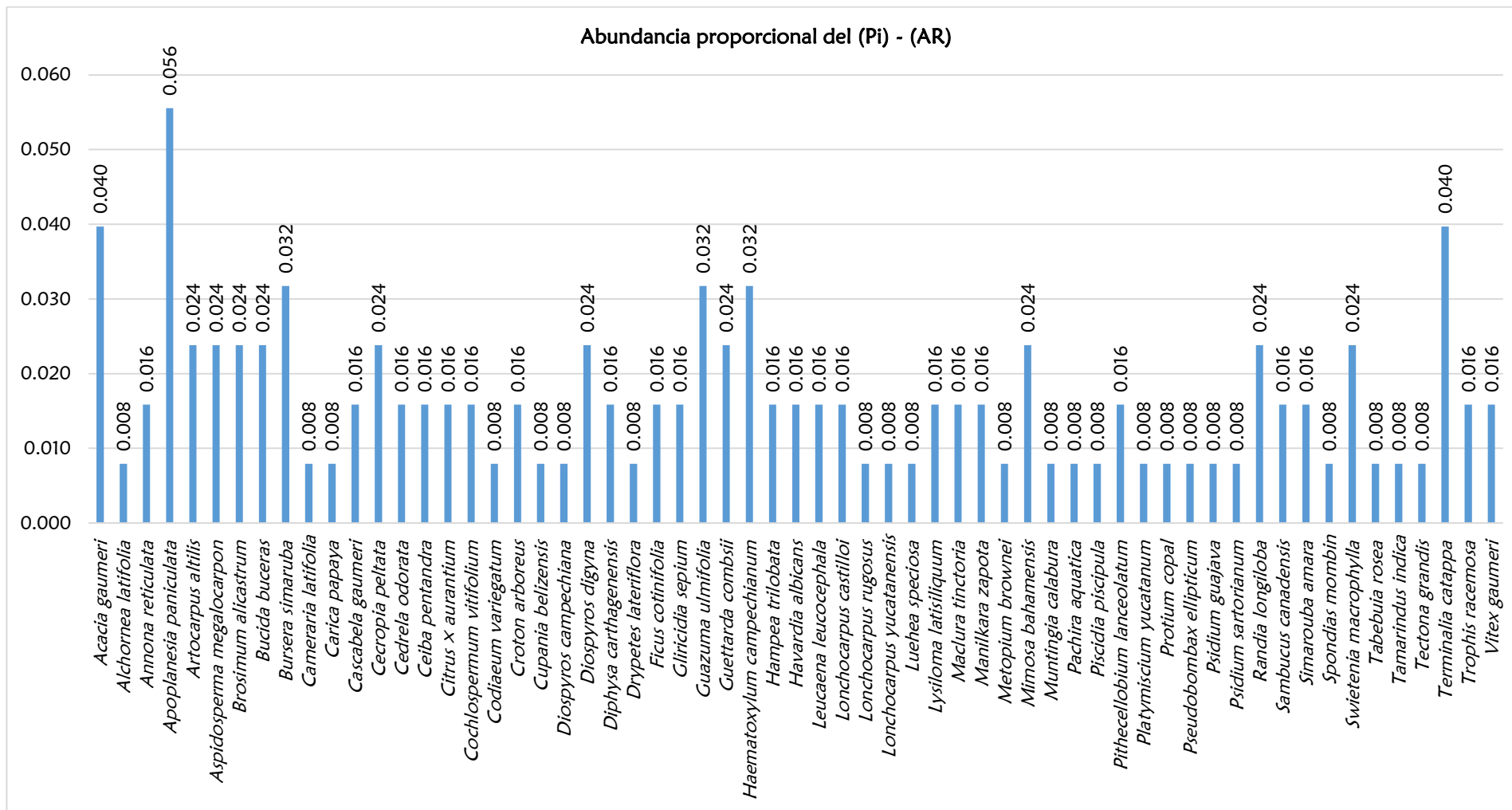
del suelo para distintos fines; sin embargo, han logrado colonizar amplias superficies en la selva mediana.

Índices de diversidad: Con los datos obtenidos se logró tomar en cuenta el índice de dominancia de **Simpson**. En el análisis siguiente se presentan los resultados obtenidos para cada especie y por estrato (AR/AB/HI) de todas las especies que fueron identificadas en los sitios de muestreo (MP/MSAR).

Muestreos dentro de las áreas del proyecto (MP)

- **Árboles (AR)**

Las especies *Apoplanesia paniculata*, *Acacia gaumeri* y *Terminalia catappa* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundante (*pi* de 0.056, 0.040 y 0.040 respectivamente); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).

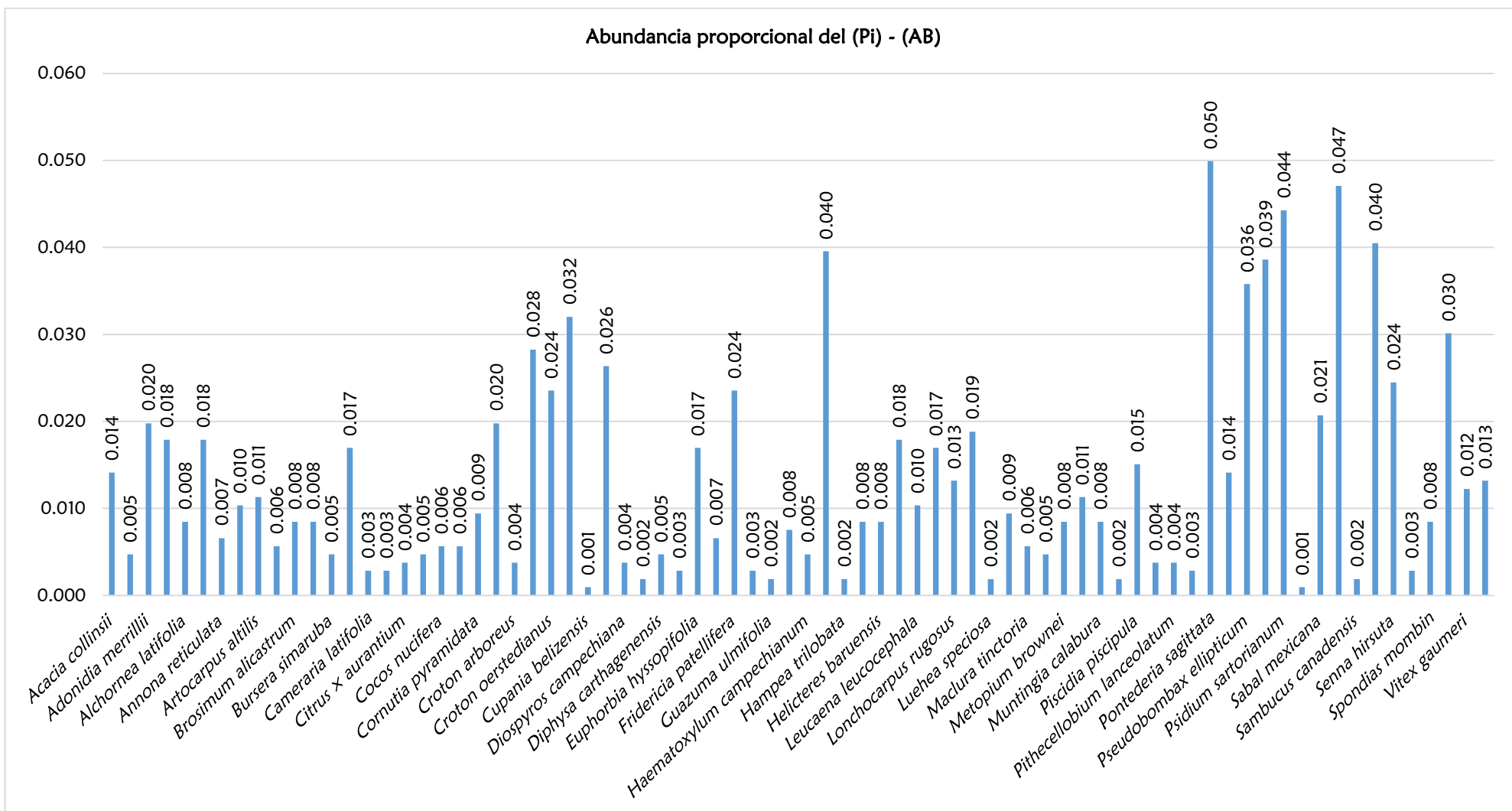


Gráfica 18. Abundancia proporcional de las especies (AR).

Vale la pena mencionar, que en el caso de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* su capacidad de adaptación las ha llevado a ocupar muchos ambientes en México, pero generalmente son consideradas especies pioneras de fases iniciales secundarias y áreas perturbadas, además de ser utilizadas ampliamente con fines de ornato para delimitar cercos vivos. Muestran ser muy competitivas y tienen gran capacidad para establecerse como pionera en la regeneración secundaria. Los resultados obtenidos muestran que en los sitios de muestreo dentro del área de proyecto son árboles abundantes con una alta probabilidad de ser encontrados.

- **Arbustos (AB)**

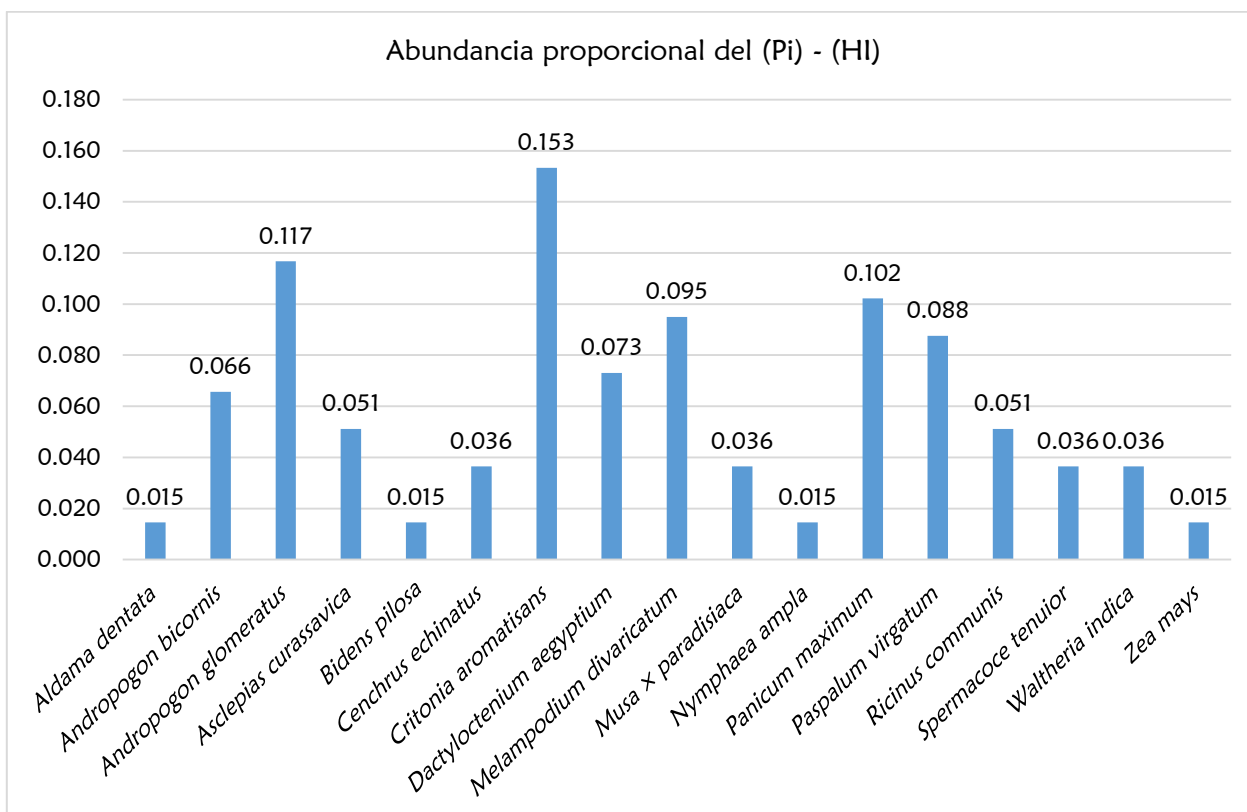
Las especies *Pontederia sagittata*, *Sabal yapa* y *Psidium sartorianum* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundantes (p de 0.050, 0.047 y 0.044); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



Gráfica 19. Abundancia proporcional de las especies (AB).

- **Herbáceas (HI)**

En este caso se puede decir que casi todas las especies tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia *Critonia aromatisans* y *Andropogon glomeratus*; no obstante, debido a que todas las especies registradas son herbáceas anuales y bianuales es muy común verlas por todos lados; esto asume que la comunidad en la zona de estudio muy probablemente para las herbáceas resulte equitativa donde de manera general se distribuyen a lo largo y ancho del área de proyecto, con una alta probabilidad de ser encontradas en los sitios de muestreo (ver grafica siguiente).

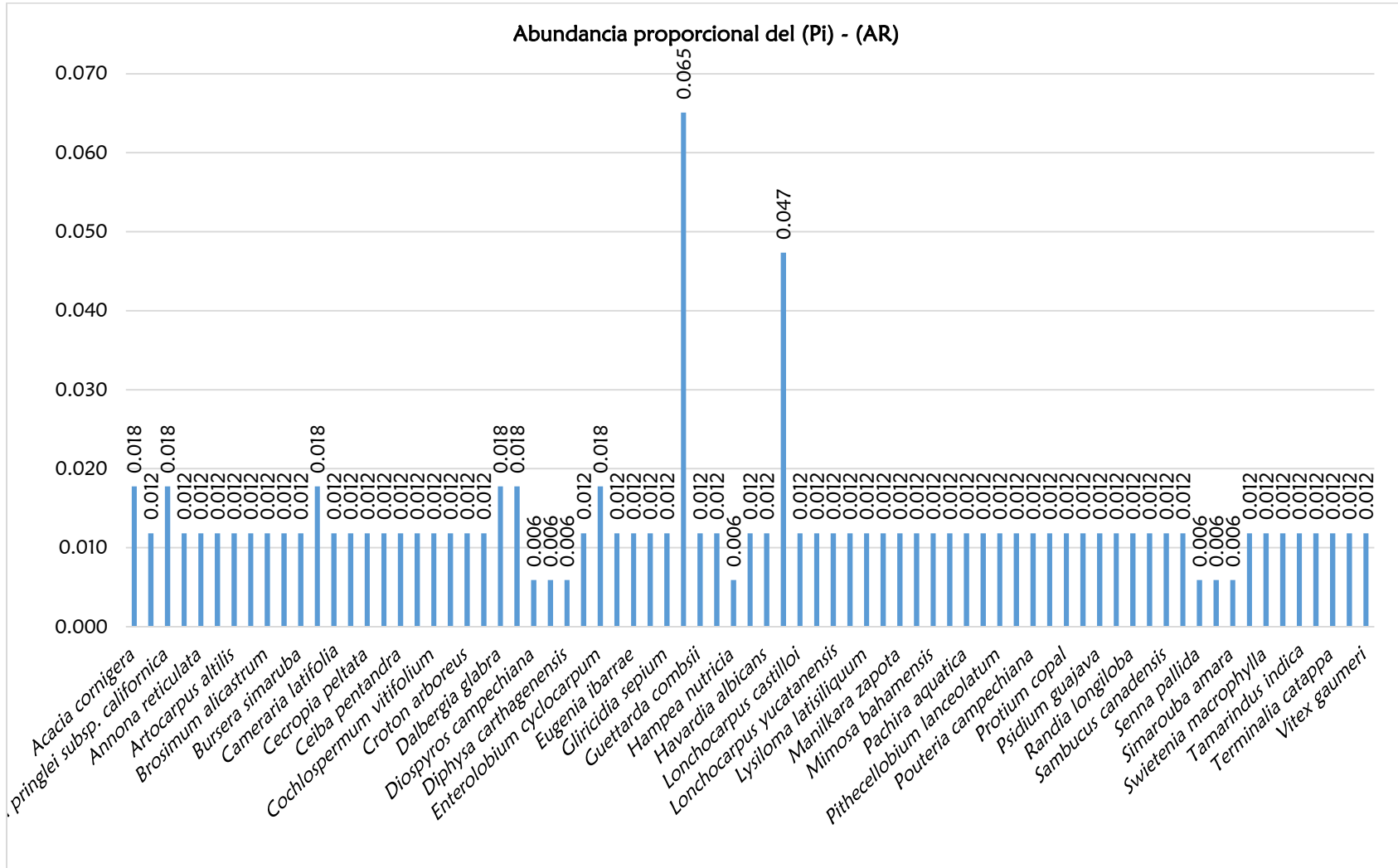


Gráfica 20. Abundancia proporcional de las especies (HI).

Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

- **Árboles (AR)**

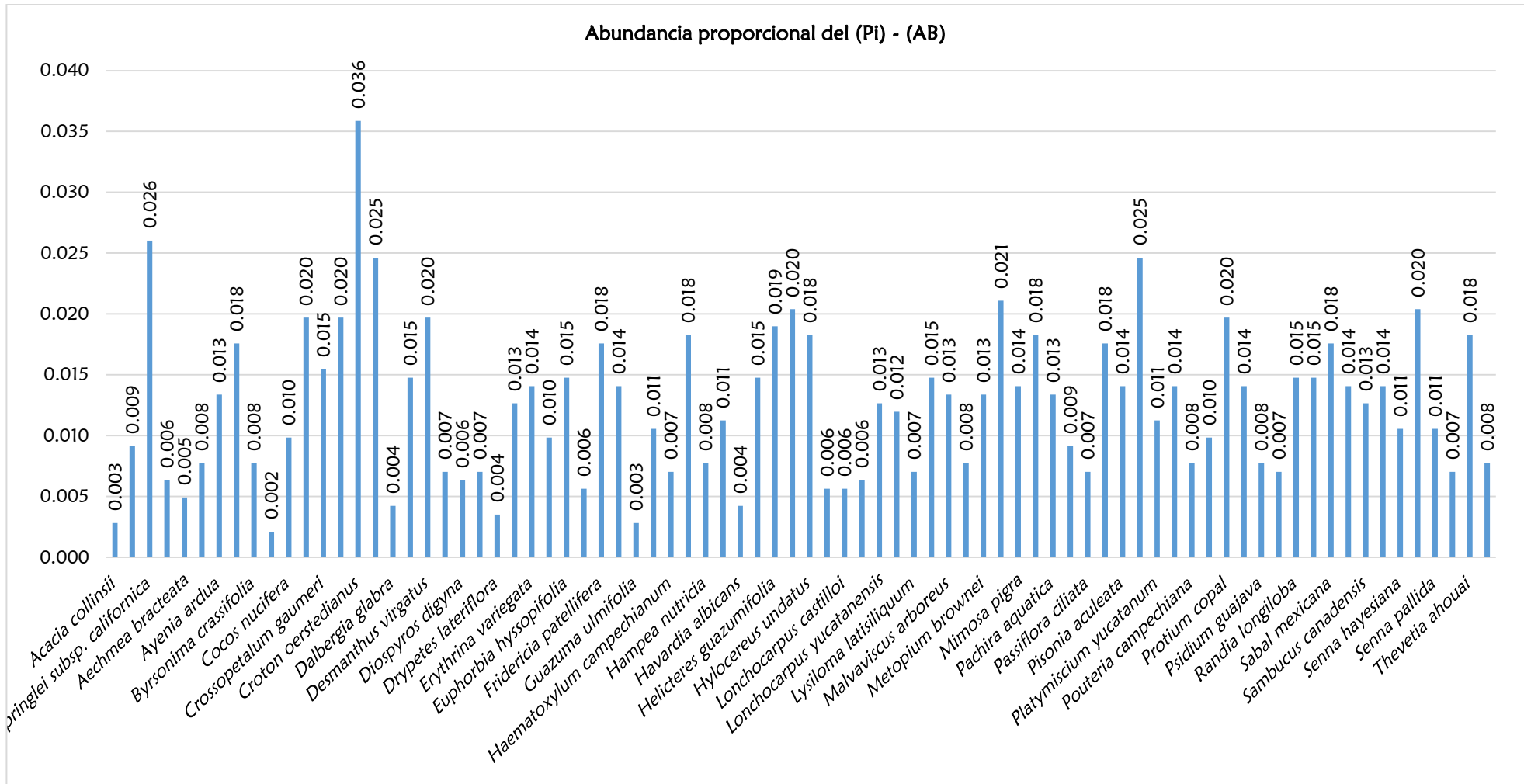
Las especies *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundante (*pi* de 0.065 y 0.047); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



Gráfica 21. Abundancia proporcional de las especies (AR).

- **Arbustos (AB)**

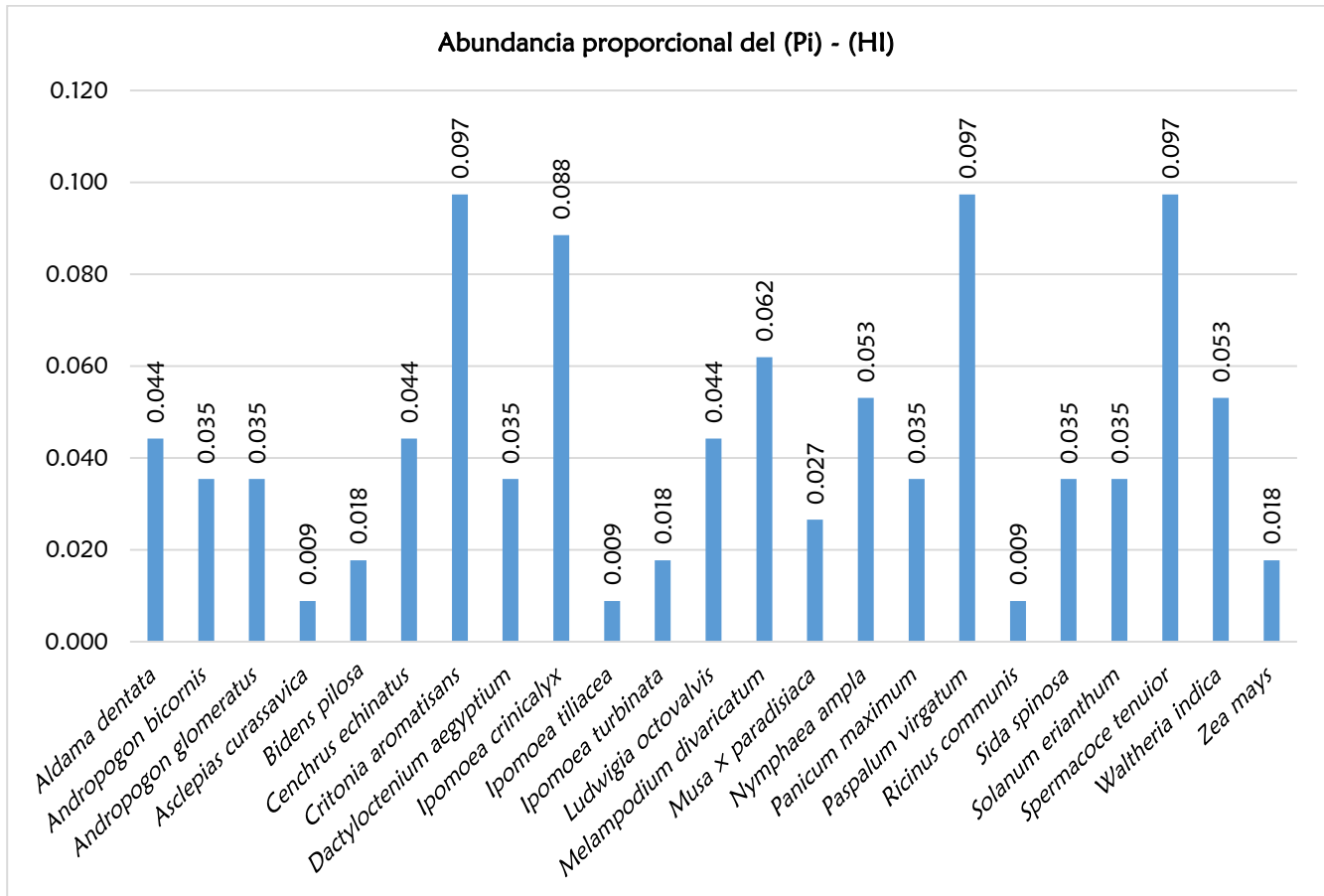
Las especies *Croton oerstedianus* y *Acacia pringlei subsp. californica* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, estas especies resultaron ser las más abundantes (p_i de 0.036 y 0.026); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



Gráfica 22. Abundancia proporcional de las especies (AB).

- **Herbáceas (HI)**

En este caso se puede decir que casi todas las especies tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia *Critonia aromatisans*, *Paspalum virgatum* y *Spermacoce tenuior*; no obstante, debido a que todas las especies registradas son herbáceas anuales y bianuales es muy común verlas por todos lados; esto asume que la comunidad en la zona de estudio muy probablemente para las herbáceas resulte equitativa donde de manera general se distribuyen a lo largo y ancho del SAR, con una alta probabilidad de ser encontradas en los sitios de muestreo (ver grafica siguiente).



Gráfica 23. Abundancia proporcional de las especies (HI).

El índice de dominancia de **Simpson** tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más “diversa”, factor que ocurre para este análisis. De hecho, la interpretación de la abundancia proporcional es la probabilidad de un encuentro intraespecífico. Medir la abundancia proporcional de cada especie dentro y fuera de los sitios de muestreo (MP/MSAR), permitió identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores que están ocurriendo dentro del tipo de vegetación observado que se distribuye en los muestreos realizados (MP/MSAR).

Esto puede determinar algunas causas del porque ciertas especies sólo prefieren desarrollarse en lugares específicos o algunas que se observan con muy baja frecuencia. El hecho que una especie no esté presente en un lugar determinado puede darse por diversos factores, entre ellos, el clima, suelo, pendiente, humedad, efecto ladera, cambios antropogénicos a nivel de paisaje dentro del ecosistema o bien aquellas especies que se han favorecido por al aumento de superficies sometidas a cambio de uso de suelo para diversos fines, tal y como sucede dentro de las AP a diferencia del SAR donde se presenta la VS/SMQ con un mayor grado de conservación, datos que corroboran los valores obtenidos.

Por otro lado, para el caso de la riqueza de especies y la equidad en la distribución de individuos para las diferentes especies (AR/AB/CAC/HI) se obtuvo el índice de **Shannon-Wiener**, los valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

Muestras dentro de las áreas del proyecto (MP)

Árboles (AR)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo (MP), poseen una riqueza específica de 61 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.964, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es alta, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.111 y la H' calculada de 3.965, lo que indica que las especies tienen una diversidad media-alta; sin embargo, la vegetación al ser parte de una sucesión secundaria existe una tendencia a mostrar una homogeneidad en cuanto a sus elementos arbóreos, ya que muchas de las especies registradas forman parte de árboles pioneros de fases iniciales e intermedias en vegetación secundaria; sin embargo, en el área de proyecto cada vez son menos las superficies con vegetación forestal, donde las coberturas observadas están en su mayor parte asociadas a la (VS/SMQ), ver tabla siguiente.

Tabla 32. Diversidad de especies (AR).

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia gaumeri</i>	5	0.040	-3.227	-0.128
2	<i>Alchornea latifolia</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
3	<i>Annona reticulata</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
4	<i>Apoplanesia paniculata</i>	7	0.056	-2.890	-0.161
5	<i>Artocarpus altilis</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
6	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
8	<i>Bucida buceras</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
9	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.032	-3.450	-0.110
10	<i>Cameraria latifolia</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
11	<i>Carica papaya</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
12	<i>Cascabela gaumeri</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
13	<i>Cecropia peltata</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
14	<i>Cedrela odorata</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
15	<i>Ceiba pentandra</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
16	<i>Citrus x aurantium</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
17	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
18	<i>Codiaeum variegatum</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
19	<i>Croton arboreus</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
20	<i>Cupania belizensis</i>	1	0.008	-4.836	-0.038

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
21	<i>Diospyros campechiana</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
22	<i>Diospyros digyna</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
23	<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
24	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
25	<i>Ficus cotinifolia</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
26	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
27	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.032	-3.450	-0.110
28	<i>Guettarda combsii</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
29	<i>Haematoxylum campechianum</i>	4	0.032	-3.450	-0.110
30	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
31	<i>Havardia albicans</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
32	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
33	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
34	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
35	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
36	<i>Luehea speciosa</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
37	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
38	<i>Maclura tinctoria</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
39	<i>Manilkara zapota</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
40	<i>Metopium brownei</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
41	<i>Mimosa bahamensis</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
42	<i>Muntingia calabura</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
43	<i>Pachira aquatica</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
44	<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
45	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
46	<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
47	<i>Protium copal</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
48	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
49	<i>Psidium guajava</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
50	<i>Psidium sartorianum</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
51	<i>Randia longiloba</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
52	<i>Sambucus canadensis</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
53	<i>Simarouba amara</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
54	<i>Spondias mombin</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
55	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	0.024	-3.738	-0.089
56	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
57	<i>Tamarindus indica</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
58	<i>Tectona grandis</i>	1	0.008	-4.836	-0.038
59	<i>Terminalia catappa</i>	5	0.040	-3.227	-0.128
60	<i>Trophis racemosa</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
61	<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.016	-4.143	-0.066
Total		126	1		3.965

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 33. Índices de diversidad de especies, árboles.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	61
H' calculada	3.965
H' máxima	4.111
Equidad (J')	0.964

H' máxima - H' calculada	0.146
--------------------------	-------

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos, salvo el MP7, donde sus valores muestran una mayor diversidad y equidad; por otro lado, el MP5 refleja los valores más bajos con (H' 0.115).

Tabla 34. Diversidad por sitio de muestreo (AR).

Índice	Valores obtenidos												
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10	MP11	MP12	MP13
Riqueza S	8	6	9	3	3	13	14	8	10	11	12	14	8
H' calculada	0.307	0.23	0.345	0.143	0.115	0.55	0.627	0.307	0.384	0.422	0.461	0.537	0.307
H' máxima	2.079	1.792	2.197	1.099	1.099	2.565	2.639	2.079	2.303	2.398	2.485	2.639	2.079
Equidad (J')	0.148	0.129	0.157	0.13	0.105	0.214	0.238	0.148	0.167	0.176	0.185	0.204	0.148
H' máxima - H' calculada	1.772	1.561	1.852	0.956	0.983	2.015	2.012	1.772	1.919	1.976	2.024	2.102	1.772

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución en la (VS/SMQ), los análisis obtenidos muestran una diversidad media de especies para los árboles (AR).

Arbustos (AB)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo (MP), poseen una riqueza específica de 76 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.916, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es media, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.331 y la H' calculada de 3.966 lo que indica que las especies tienen una diversidad alta; en la zona de estudio cada vez son menos las superficies con vegetación natural, donde las coberturas observadas están totalmente asociadas a la (VS/SMQ), ver tabla siguiente.

Tabla 35. Diversidad de especies (AB).

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia collinsii</i>	15	0.014	-4.26	-0.06
2	<i>Acacia gaumeri</i>	5	0.005	-5.358	-0.025
3	<i>Adonidia merrillii</i>	21	0.02	-3.923	-0.078
4	<i>Aechmea bracteata</i>	19	0.018	-4.023	-0.072
5	<i>Alchornea latifolia</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
6	<i>Alseis yucatanensis</i>	19	0.018	-4.023	-0.072
7	<i>Annona reticulata</i>	7	0.007	-5.022	-0.033
8	<i>Apoplanesia paniculata</i>	11	0.01	-4.57	-0.047
9	<i>Artocarpus altilis</i>	12	0.011	-4.483	-0.051
10	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	6	0.006	-5.176	-0.029
11	<i>Brosimum alicastrum</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
12	<i>Bucida buceras</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
13	<i>Bursera simaruba</i>	5	0.005	-5.358	-0.025
14	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	18	0.017	-4.078	-0.069
15	<i>Cameraria latifolia</i>	3	0.003	-5.869	-0.017

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
16	<i>Ceiba pentandra</i>	3	0.003	-5.869	-0.017
17	<i>Citrus x aurantium</i>	4	0.004	-5.582	-0.021
18	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5	0.005	-5.358	-0.025
19	<i>Cocos nucifera</i>	6	0.006	-5.176	-0.029
20	<i>Codiaeum variegatum</i>	6	0.006	-5.176	-0.029
21	<i>Cornutia pyramidata</i>	10	0.009	-4.665	-0.044
22	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	21	0.02	-3.923	-0.078
23	<i>Croton arboreus</i>	4	0.004	-5.582	-0.021
24	<i>Croton icche</i>	30	0.028	-3.567	-0.101
25	<i>Croton oerstedianus</i>	25	0.024	-3.749	-0.088
26	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	34	0.032	-3.442	-0.11
27	<i>Cupania belizensis</i>	1	0.001	-6.968	-0.007
28	<i>Desmanthus virgatus</i>	28	0.026	-3.636	-0.096
29	<i>Diospyros campechiana</i>	4	0.004	-5.582	-0.021
30	<i>Diospyros digyna</i>	2	0.002	-6.275	-0.012
31	<i>Diphysa carthagenensis</i>	5	0.005	-5.358	-0.025
32	<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.003	-5.869	-0.017
33	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	18	0.017	-4.078	-0.069
34	<i>Ficus cotinifolia</i>	7	0.007	-5.022	-0.033
35	<i>Fridericia patellifera</i>	25	0.024	-3.749	-0.088
36	<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.003	-5.869	-0.017
37	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.002	-6.275	-0.012
38	<i>Guettarda combsii</i>	8	0.008	-4.888	-0.037
39	<i>Haematoxylum campechianum</i>	5	0.005	-5.358	-0.025
40	<i>Hamelia patens</i>	42	0.04	-3.23	-0.128
41	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.002	-6.275	-0.012
42	<i>Havardia albicans</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
43	<i>Helicteres baruensis</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
44	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	19	0.018	-4.023	-0.072
45	<i>Leucaena leucocephala</i>	11	0.01	-4.57	-0.047
46	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	18	0.017	-4.078	-0.069
47	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14	0.013	-4.329	-0.057
48	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	20	0.019	-3.972	-0.075
49	<i>Luehea speciosa</i>	2	0.002	-6.275	-0.012
50	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10	0.009	-4.665	-0.044
51	<i>Maclura tinctoria</i>	6	0.006	-5.176	-0.029
52	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.005	-5.358	-0.025
53	<i>Metopium brownei</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
54	<i>Mimosa bahamensis</i>	12	0.011	-4.483	-0.051
55	<i>Muntingia calabura</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
56	<i>Pachira aquatica</i>	2	0.002	-6.275	-0.012
57	<i>Piscidia piscipula</i>	16	0.015	-4.195	-0.063
58	<i>Pisonia aculeata</i>	4	0.004	-5.582	-0.021
59	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	4	0.004	-5.582	-0.021
60	<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.003	-5.869	-0.017
61	<i>Pontederia sagittata</i>	53	0.05	-2.998	-0.15
62	<i>Protium copal</i>	15	0.014	-4.26	-0.06
63	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	38	0.036	-3.33	-0.119
64	<i>Psidium guajava</i>	41	0.039	-3.254	-0.126
65	<i>Psidium sartorianum</i>	47	0.044	-3.118	-0.138
66	<i>Randia longiloba</i>	1	0.001	-6.968	-0.007
67	<i>Sabal mexicana</i>	22	0.021	-3.877	-0.08
68	<i>Sabal yapa</i>	50	0.047	-3.056	-0.144
69	<i>Sambucus canadensis</i>	2	0.002	-6.275	-0.012
70	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	43	0.04	-3.207	-0.13

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
71	<i>Senna hirsuta</i>	26	0.024	-3.71	-0.091
72	<i>Simarouba amara</i>	3	0.003	-5.869	-0.017
73	<i>Spondias mombin</i>	9	0.008	-4.771	-0.04
74	<i>Thevetia ahouai</i>	32	0.03	-3.502	-0.106
75	<i>Vitex gaumeri</i>	13	0.012	-4.403	-0.054
76	<i>Xanthosoma yucatanense</i>	14	0.013	-4.329	-0.057
Total		1062	1		3.966

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 36. Índices de diversidad de especies, arbustos.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	76
H' calculada	3.966
Máxima	4.331
Equidad (J')	0.916
H' máxima - H' calculada	0.365

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. Los sitios MP5 (H' 0.532) y MP9 (H' 0.476) presentaron altos valores de diversidad y para el caso de la equidad los valores más altos fueron para MP5 (J' 0.188), el resto presenta valores homogéneos entre los sitios de muestreo.

Tabla 37. Diversidad por sitio de muestreo (AB).

Índice	Valores obtenidos												
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10	MP11	MP12	MP13
Riqueza S	15	17	17	19	17	17	18	15	16	18	17	16	17
H' calculada	0.415	0.397	0.29	0.33	0.532	0.399	0.451	0.282	0.476	0.381	0.388	0.464	0.357
H' máxima	2.708	2.833	2.833	2.944	2.833	2.833	2.89	2.708	2.773	2.89	2.833	2.773	2.833
Equidad (J')	0.153	0.14	0.103	0.112	0.188	0.141	0.156	0.104	0.172	0.132	0.137	0.167	0.126
H' máxima - H' calculada	2.293	2.436	2.543	2.615	2.301	2.434	2.439	2.426	2.297	2.509	2.445	2.309	2.477

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución como parte de arbustos pioneros al disturbio, formando parte de especies que se desarrollan en fase inicial en sitios perturbados como parte de la (VS/SMQ). Los datos obtenidos muestran que existe una diversidad alta de especies.

Herbáceas (HI)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 17 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.922, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es alta, haciendo notar que todas las especies son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 2.833 y la H' calculada de 2.612, lo que indica que las especies tienen una diversidad media-baja; sin embargo, en el caso de este estrato, los valores pueden aumentar, debido principalmente a que esta cobertura forma

extensas áreas en la selva mediana, pero en otros casos no suelen habitar, ya que tienen hábitos anuales y bianuales. Las herbáceas observadas muestran que algunas especies forman parte de la vegetación pionera al disturbio, donde muchas veces se establecen como parte de la (VS/SMQ).

Tabla 38. Diversidad de especies (HI).

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Aldama dentata</i>	2	0.015	-4.227	-0.062
2	<i>Andropogon bicornis</i>	9	0.066	-2.723	-0.179
3	<i>Andropogon glomeratus</i>	16	0.117	-2.147	-0.251
4	<i>Asclepias curassavica</i>	7	0.051	-2.974	-0.152
5	<i>Bidens pilosa</i>	2	0.015	-4.227	-0.062
6	<i>Cenchrus echinatus</i>	5	0.036	-3.311	-0.121
7	<i>Critonia aromatisans</i>	21	0.153	-1.875	-0.287
8	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	10	0.073	-2.617	-0.191
9	<i>Melampodium divaricatum</i>	13	0.095	-2.355	-0.223
10	<i>Musa x paradisiaca</i>	5	0.036	-3.311	-0.121
11	<i>Nymphaea ampla</i>	2	0.015	-4.227	-0.062
12	<i>Panicum maximum</i>	14	0.102	-2.281	-0.233
13	<i>Paspalum virgatum</i>	12	0.088	-2.435	-0.213
14	<i>Ricinus communis</i>	7	0.051	-2.974	-0.152
15	<i>Spermacoce tenuior</i>	5	0.036	-3.311	-0.121
16	<i>Waltheria indica</i>	5	0.036	-3.311	-0.121
17	<i>Zea mays</i>	2	0.015	-4.227	-0.062
Total		137	1		2.612

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 39. Índices de diversidad de especies, herbáceas.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	17
H' calculada	2.612
H' máxima	2.833
Equidad (J')	0.922
H' máxima - H' calculada	0.221

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de submuestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. El sitio MP1 (H' 0.517) muestra los valores más altos de diversidad, sin embargo, para el caso de la equidad el MP1 muestra los valores más altos, el resto presenta valores similares debido a la media-alta riqueza obtenida; sin embargo, a pesar de la riqueza registrada en los sitios de muestreo se considera representativa en relación con el tipo de vegetación muestreado y las condiciones ambientales detectadas in situ.

Tabla 40. Diversidad por sitio de muestreo (HI).

Índice	Valores obtenidos												
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10	MP11	MP12	MP13
Riqueza S	4	3	4	4	3	2	3	3	3	4	2	2	3
H' calculada	0.517	0.268	0.262	0.291	0.331	0.183	0.356	0.201	0.229	0.322	0.145	0.145	0.289
H' máxima	1.386	1.099	1.386	1.386	1.099	0.693	1.099	1.099	1.099	1.386	0.693	0.693	1.099
Equidad (J')	0.373	0.244	0.189	0.21	0.301	0.263	0.324	0.183	0.209	0.232	0.21	0.21	0.263
H' máxima - H' calculada	0.87	0.831	1.124	1.096	0.768	0.511	0.742	0.898	0.87	1.065	0.548	0.548	0.809

Muestreos fuera de las áreas del proyecto (MSAR)

Árboles (AR)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo (MSAR), poseen una riqueza específica de 75 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.953, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es muy baja, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.317 y la H' calculada de 4.114, lo que indica que las especies tienen una diversidad media-alta; sin embargo, la vegetación al ser parte de una sucesión secundaria existe una tendencia a mostrar una homogeneidad en cuanto a sus elementos arbóreos, ya que muchas de las especies registradas forman parte de árboles pioneros de fases iniciales e intermedias en vegetación secundaria; sin embargo, en el SAR cada vez son menos las superficies con vegetación forestal, donde las coberturas observadas están en su mayor parte asociadas a la VS/SMQ, ver tabla siguiente.

Tabla 41. Diversidad de especies (AR).

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia cornigera</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
2	<i>Acacia gaumeri</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
3	<i>Acacia pringlei subsp. californica</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
4	<i>Alchornea latifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
5	<i>Annona reticulata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
6	<i>Apoplanesia paniculata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
7	<i>Artocarpus altilis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
8	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
9	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
10	<i>Bucida buceras</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
11	<i>Bursera simaruba</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
12	<i>Byrsonima crassifolia</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
13	<i>Cameraria latifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
14	<i>Cascabela gaumeri</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
15	<i>Cecropia peltata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
16	<i>Cedrela odorata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
17	<i>Ceiba pentandra</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
18	<i>Citrus x aurantium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
19	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
20	<i>Codiaeum variegatum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
21	<i>Croton arboreus</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
22	<i>Cupania belizensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
23	<i>Dalbergia glabra</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
24	<i>Delonix regia</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
25	<i>Diospyros campechiana</i>	1	0.006	-5.130	-0.030

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
26	<i>Diospyros digyna</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
27	<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
28	<i>Drypetes lateriflora</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
29	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	0.018	-4.031	-0.072
30	<i>Erythrina variegata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
31	<i>Eugenia ibarrae</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
32	<i>Ficus cotinifolia</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
33	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
34	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	0.065	-2.732	-0.178
35	<i>Guettarda combsii</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
36	<i>Haematoxylum campechianum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
37	<i>Hampea nutricia</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
38	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
39	<i>Havardia albicans</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
40	<i>Leucaena leucocephala</i>	8	0.047	-3.050	-0.144
41	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
42	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
43	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
44	<i>Luehea speciosa</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
45	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
46	<i>Maclura tinctoria</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
47	<i>Manilkara zapota</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
48	<i>Metopium brownei</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
49	<i>Mimosa bahamensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
50	<i>Muntingia calabura</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
51	<i>Pachira aquatica</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
52	<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
53	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
54	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
55	<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
56	<i>Pouteria sapota</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
57	<i>Protium copal</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
58	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
59	<i>Psidium guajava</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
60	<i>Psidium sartorianum</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
61	<i>Randia longiloba</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
62	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
63	<i>Sambucus canadensis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
64	<i>Senna hayesiana</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
65	<i>Senna pallida</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
66	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
67	<i>Simarouba amara</i>	1	0.006	-5.130	-0.030
68	<i>Spondias mombin</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
69	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
70	<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
71	<i>Tamarindus indica</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
72	<i>Tectona grandis</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
73	<i>Terminalia catappa</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
74	<i>Trophis racemosa</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
75	<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.012	-4.437	-0.053
Total		164	1		4.114

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 42. Índices de diversidad de especies, árboles.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	75
H' calculada	4.114
H' máxima	4.317
Equidad (J')	0.953
H' máxima - H' calculada	0.203

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos, salvo el MSAR4 y MSAR6, donde sus valores no resultaron ser estadísticamente significativos; sin embargo, los sitios que muestran mayor riqueza no necesariamente resultaron tener los valores máximos de (H'), ya que este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad, esto asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas; en este caso el MSAR9, MSAR10, MSAR11 y MSAR13 refleja los valores más altos con (H' 0.560); así como la mayor equidad (J' 0.198) para el sitio MSAR10.

Tabla 43. Diversidad por sitio de muestreo (AR).

Índice	Valores obtenidos												
	MSAR1	MSAR2	MSAR3	MSAR4	MSAR5	MSAR6	MSAR7	MSAR8	MSAR9	MSAR10	MSAR11	MSAR12	MSAR13
Riqueza S	10	7	7	6	6	12	11	16	18	17	18	17	18
H' calculada	0.311	0.218	0.218	0.187	0.187	0.373	0.342	0.498	0.56	0.56	0.56	0.529	0.56
H' máxima	2.303	1.946	1.946	1.792	1.792	2.485	2.398	2.773	2.89	2.833	2.89	2.833	2.89
Equidad (J')	0.135	0.112	0.112	0.104	0.104	0.15	0.143	0.179	0.194	0.198	0.194	0.187	0.194
H' máxima - H' calculada	1.992	1.728	1.728	1.605	1.605	2.112	2.056	2.275	2.331	2.273	2.331	2.305	2.331

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución en la (VS/SMQ), los análisis obtenidos muestran una diversidad media-alta de especies para los árboles (AR).

Arbustos (AB)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 49 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.973, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es media, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 4.382 y la H' calculada de 4.262 lo que indica que las especies tienen una diversidad alta; en la zona de estudio cada vez son menos las superficies con vegetación natural, donde las coberturas observadas están totalmente asociadas a la VS/SMQ, ver tabla siguiente.

Tabla 44. Diversidad de especies (AB).

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acacia collinsii</i>	4	0.003	-5.874	-0.017
2	<i>Acacia cornigera</i>	13	0.009	-4.695	-0.043
3	<i>Acacia pringlei subsp. californica</i>	37	0.026	-3.649	-0.095
4	<i>Adonidia merrillii</i>	9	0.006	-5.063	-0.032

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
5	<i>Aechmea bracteata</i>	7	0.005	-5.314	-0.026
6	<i>Alseis yucatanensis</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
7	<i>Ayenia ardua</i>	19	0.013	-4.315	-0.058
8	<i>Bauhinia divaricata</i>	25	0.018	-4.041	-0.071
9	<i>Byrsonima crassifolia</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
10	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	3	0.002	-6.161	-0.013
11	<i>Cocos nucifera</i>	14	0.010	-4.621	-0.045
12	<i>Cornutia pyramidata</i>	28	0.020	-3.928	-0.077
13	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	22	0.015	-4.169	-0.064
14	<i>Croton icche</i>	28	0.020	-3.928	-0.077
15	<i>Croton oerstedianus</i>	51	0.036	-3.328	-0.119
16	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	35	0.025	-3.704	-0.091
17	<i>Dalbergia glabra</i>	6	0.004	-5.468	-0.023
18	<i>Delonix regia</i>	21	0.015	-4.215	-0.062
19	<i>Desmanthus virgatus</i>	28	0.020	-3.928	-0.077
20	<i>Diospyros campechiana</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
21	<i>Diospyros digyna</i>	9	0.006	-5.063	-0.032
22	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
23	<i>Drypetes lateriflora</i>	5	0.004	-5.650	-0.020
24	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	18	0.013	-4.369	-0.055
25	<i>Erythrina variegata</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
26	<i>Eugenia ibarrae</i>	14	0.010	-4.621	-0.045
27	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	21	0.015	-4.215	-0.062
28	<i>Ficus cotinifolia</i>	8	0.006	-5.180	-0.029
29	<i>Fridericia patellifera</i>	25	0.018	-4.041	-0.071
30	<i>Gliricidia sepium</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
31	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.003	-5.874	-0.017
32	<i>Guettarda combsii</i>	15	0.011	-4.552	-0.048
33	<i>Haematoxylum campechianum</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
34	<i>Hamelia patens</i>	26	0.018	-4.002	-0.073
35	<i>Hampea nutricia</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
36	<i>Hampea trilobata</i>	16	0.011	-4.487	-0.050
37	<i>Havardia albicans</i>	6	0.004	-5.468	-0.023
38	<i>Helicteres baruensis</i>	21	0.015	-4.215	-0.062
39	<i>Helicteres guazumifolia</i>	27	0.019	-3.964	-0.075
40	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	29	0.020	-3.893	-0.079
41	<i>Hylocereus undatus</i>	26	0.018	-4.002	-0.073
42	<i>Leucaena leucocephala</i>	8	0.006	-5.180	-0.029
43	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	8	0.006	-5.180	-0.029
44	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	9	0.006	-5.063	-0.032
45	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	18	0.013	-4.369	-0.055
46	<i>Luehea speciosa</i>	17	0.012	-4.427	-0.053
47	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
48	<i>Maclura tinctoria</i>	21	0.015	-4.215	-0.062
49	<i>Malvaviscus arboreus</i>	19	0.013	-4.315	-0.058
50	<i>Manilkara zapota</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
51	<i>Metopium brownei</i>	19	0.013	-4.315	-0.058
52	<i>Mimosa bahamensis</i>	30	0.021	-3.859	-0.081
53	<i>Mimosa pigra</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
54	<i>Muntingia calabura</i>	26	0.018	-4.002	-0.073
55	<i>Pachira aquatica</i>	19	0.013	-4.315	-0.058
56	<i>Parathesis cubana</i>	13	0.009	-4.695	-0.043
57	<i>Passiflora ciliata</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
58	<i>Piscidia piscipula</i>	25	0.018	-4.041	-0.071
59	<i>Pisonia aculeata</i>	20	0.014	-4.264	-0.060

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
60	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	35	0.025	-3.704	-0.091
61	<i>Platymiscium yucatanum</i>	16	0.011	-4.487	-0.050
62	<i>Pontederia sagittata</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
63	<i>Pouteria campechiana</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
64	<i>Pouteria sapota</i>	14	0.010	-4.621	-0.045
65	<i>Protium copal</i>	28	0.020	-3.928	-0.077
66	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
67	<i>Psidium guajava</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
68	<i>Psidium sartorianum</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
69	<i>Randia longiloba</i>	21	0.015	-4.215	-0.062
70	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	21	0.015	-4.215	-0.062
71	<i>Sabal mexicana</i>	25	0.018	-4.041	-0.071
72	<i>Sabal yapa</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
73	<i>Sambucus canadensis</i>	18	0.013	-4.369	-0.055
74	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	20	0.014	-4.264	-0.060
75	<i>Senna hayesiana</i>	15	0.011	-4.552	-0.048
76	<i>Senna hirsuta</i>	29	0.020	-3.893	-0.079
77	<i>Senna pallida</i>	15	0.011	-4.552	-0.048
78	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	10	0.007	-4.957	-0.035
79	<i>Thevetia ahouai</i>	26	0.018	-4.002	-0.073
80	<i>Xanthosoma yucatanense</i>	11	0.008	-4.862	-0.038
Total		1422	1		4.262

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente

Tabla 45. Índices de diversidad de especies, arbustos.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	80
H' calculada	4.262
H' máxima	4.382
Equidad (J')	0.973
H' máxima - H' calculada	0.12

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. Los sitios MSAR7 (H'0.541) y MSAR5 (H'0.467) presentaron altos valores de diversidad y para el caso de la equidad los valores más altos fueron para MSAR7 (J'0.200), el resto presenta valores homogéneos entre los sitios de muestreo.

Tabla 46. Diversidad por sitio de muestreo (AB).

Índice	Valores obtenidos												
	MSAR1	MSAR2	MSAR3	MSAR4	MSAR5	MSAR6	MSAR7	MSAR8	MSAR9	MSAR10	MSAR11	MSAR12	MSAR13
Riqueza S	15	13	17	12	18	14	15	15	14	14	18	19	20
H' calculada	0.463	0.406	0.36	0.285	0.467	0.381	0.541	0.344	0.432	0.315	0.346	0.413	0.364
H' máxima	2.708	2.565	2.833	2.485	2.89	2.639	2.708	2.708	2.639	2.639	2.89	2.944	2.996
Equidad (J')	0.171	0.158	0.127	0.115	0.162	0.144	0.2	0.127	0.164	0.119	0.12	0.14	0.121
H' máxima - H' calculada	2.245	2.159	2.474	2.2	2.423	2.258	2.167	2.364	2.207	2.325	2.544	2.532	2.632

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución como parte de arbustos pioneros al disturbio, formando parte de especies que se desarrollan en fase inicial en sitios perturbados como parte de la VS/SMQ. Los datos obtenidos muestran que existe una diversidad alta de especies.

Herbáceas (HI)

Las diferentes especies identificadas en los 13 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 23 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.937, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es alta, haciendo notar que todas las especies son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 3.135 y la H' calculada de 2.938, lo que indica que las especies tienen una diversidad media-alta; sin embargo, en el caso de este estrato, los valores pueden aumentar, debido principalmente a que esta cobertura forma extensas áreas en la selva mediana, pero en otros casos no suelen habitar, ya que tienen hábitos anuales y bianuales. Las herbáceas observadas muestran que algunas especies forman parte de la vegetación pionera al disturbio, donde muchas veces se establecen como parte de la VS/SMQ.

Tabla 47. Diversidad de especies (HI).

Nº	Especie	Nº de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Aldama dentata</i>	5	0.044	-3.118	-0.138
2	<i>Andropogon bicornis</i>	4	0.035	-3.341	-0.118
3	<i>Andropogon glomeratus</i>	4	0.035	-3.341	-0.118
4	<i>Asclepias curassavica</i>	1	0.009	-4.727	-0.042
5	<i>Bidens pilosa</i>	2	0.018	-4.034	-0.071
6	<i>Cenchrus echinatus</i>	5	0.044	-3.118	-0.138
7	<i>Critonia aromatisans</i>	11	0.097	-2.329	-0.227
8	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	4	0.035	-3.341	-0.118
9	<i>Ipomoea crinicalyx</i>	10	0.088	-2.425	-0.215
10	<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	0.009	-4.727	-0.042
11	<i>Ipomoea turbinata</i>	2	0.018	-4.034	-0.071
12	<i>Ludwigia octovalvis</i>	5	0.044	-3.118	-0.138
13	<i>Melampodium divaricatum</i>	7	0.062	-2.781	-0.172
14	<i>Musa x paradisiaca</i>	3	0.027	-3.629	-0.096
15	<i>Nymphaea ampla</i>	6	0.053	-2.936	-0.156
16	<i>Panicum maximum</i>	4	0.035	-3.341	-0.118
17	<i>Paspalum virgatum</i>	11	0.097	-2.329	-0.227
18	<i>Ricinus communis</i>	1	0.009	-4.727	-0.042
19	<i>Sida spinosa</i>	4	0.035	-3.341	-0.118
20	<i>Solanum erianthum</i>	4	0.035	-3.341	-0.118

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
21	<i>Spermacoce tenuior</i>	11	0.097	-2.329	-0.227
22	<i>Waltheria indica</i>	6	0.053	-2.936	-0.156
23	<i>Zea mays</i>	2	0.018	-4.034	-0.071
Total		113	1		2.938

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 48. Índices de diversidad de especies, herbáceas.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	23
H' calculada	2.938
H' máxima	3.135
Equidad (J')	0.937
H' máxima - H' calculada	0.197

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 13 sitios de submuestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. El sitio MSAR4 (H' 0.328) muestra los valores más altos de diversidad, sin embargo, para el caso de la equidad el MSAR13 muestra los valores más altos, el resto presenta valores similares debido a la media-alta riqueza obtenida; sin embargo, a pesar de la riqueza registrada en los sitios de muestreo se considera representativa en relación con el tipo de vegetación muestreado y las condiciones ambientales detectadas in situ.

Tabla 49. Diversidad por sitio de muestreo (HI).

Índice	Valores obtenidos												
	MSAR1	MSAR2	MSAR3	MSAR4	MSAR5	MSAR6	MSAR7	MSAR8	MSAR9	MSAR10	MSAR11	MSAR12	MSAR13
Riqueza S	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
H' calculada	0.084	0.244	0.294	0.328	0.429	0.155	0.315	0.298	0.19	0.215	0.215	0.19	0.298
H' máxima	0.693	0.693	0.693	1.099	1.099	1.099	1.099	1.099	0.693	0.693	0.693	0.693	0.693
Equidad (J')	0.121	0.352	0.424	0.298	0.391	0.141	0.287	0.271	0.274	0.31	0.31	0.274	0.43
H' máxima - H' calculada	0.609	0.449	0.399	0.771	0.669	0.944	0.784	0.801	0.503	0.479	0.479	0.503	0.395

Discusión de los datos obtenidos

La información recabada en campo sirvió para realizar un análisis para identificar las diferentes dinámicas e interacciones bióticas que se presentasen en AP y SAR, mediante la obtención de diferentes índices de diversidad biológica que permitiera poder realizar una comparación cuantitativa y cualitativa de las especies que caracterizan a la estructura de la vegetación en las dos unidades de análisis consideradas; por un lado, sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), con respecto a sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSAR).

El estudio de la diversidad biológica es fundamentalmente una disciplina comparativa; aparentemente la riqueza de especies es su expresión más simple y conceptualmente puede ser definida como el número de especies de un taxón particular en un ensamble (Magurran, 2004).

Después de realizar los respectivos análisis de diversidad y estructura de la vegetación dentro de los 26 muestreos realizados en campo (13=MP y 13=MSAR); en la siguiente tabla se muestra una comparativa resumida de lo presentado de los dos escenarios evaluados o unidades de análisis para mostrar estadísticamente la condición actual de cada uno y que tanto podría comprometerse la biodiversidad florística en superficies consideradas en AP.

Tabla 50. Resultados obtenidos para cada estrato en las unidades estudiadas.

UNIDAD DE ANALISIS		Valores obtenidos por estrato			
		Índice	AR	AB	HI
MP	Riqueza S		61	76	17
	Abundancia A		126	1062	137
	H' calculada		3.965	3.966	2.612
	H' máxima = ln S		4.111	4.331	2.833
	Equidad (j') = h'/h' máxima		0.964	0.916	0.922
	H' máxima - H' calculada		0.146	0.365	0.221
	Índice		AR	AB	HI
MSAR	Riqueza S		75	80	23
	Abundancia A		164	1422	113
	H' calculada		4.114	4.262	2.938
	H' máxima = ln S		4.317	4.382	3.135
	Equidad (j') = h'/h' máxima		0.953	0.973	0.937
	H' máxima - H' calculada		0.203	0.12	0.197

Como se puede observar, para el caso del estrato (AR) se presenta una mayor riqueza obtenida para los MSAR; los índices de diversidad muestran valores más altos, aunque ligeramente en los MSAR; para el caso del estrato (AB) existe una mayor riqueza de especies y diversidad dentro de los MSAR, superando a los MP con una riqueza de 4 especies, superficies que incluyen el SAR, lo que denota áreas con mayor grado de conservación. Por otro lado, para el estrato (HI) de igual forma se registraron los mayores valores para los MSAR; lo anterior, pone de manifiesto que a pesar de las distintas actividades que pretenden realizarse dentro de la LC no se pondrá en riesgo la dinámica ecológica de la VS/SMQ, ya que a nivel de SAR y AI existen amplias y extensas superficies que presentan este mismo tipo de vegetación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta Manifestación de Impacto Ambiental, donde a partir de los muestreos realizados se obtuvo que la composición florística está regida por mencionar algunas familias: Euphorbiaceae, Poaceae, Leguminosae, Malvaceae, Apocynaceae y Anacardiaceae siendo similar a los resultados obtenidos por Zamora et al. (2008), para una selva mediana, quienes reportan también a las familias Leguminosae, Malvaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae y Anacardiaceae entre las más importantes y las que presentan

un mayor número de especies. Estos autores reportan 103 especies en 95 géneros y 36 familias, datos semejantes a los reportados en el presente estudio.

Por otro lado, Gutiérrez et al. (2012), reportan para una selva mediana subperennifolia de Yucatán, una biodiversidad florística de 103 especies, 69 géneros y 26 familias, datos parecidos a los obtenidos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, al igual que las familias reportadas con el mayor número de especies: Apocynaceae, Leguminosae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Arecaceae y Lamiaceae. Datos similares fueron encontrados dentro de los MP para el presente estudio con la dominancia de la familia Leguminosae, de igual forma las demás familias fueron encontradas y reportadas.

Los valores de diversidad vegetal obtenidos en los MP representan valores altos (árboles $H' = 3.965$, arbustos $H' = 3.966$ y herbáceas $H' = 2.612$) en comparación con los reportados por García-Licona, J.B. 2010, quienes reportan valores del índice de Shannon de 3.33 y 3.36 para selvas en Oxpemul, Campeche. Basañez et al. (2008), obtienen un valor de 2.25 y 1.99 para selvas de El Remolino, Veracruz; mientras que Haas (2012), estimó valores de diversidad de 3.39, 3.43 para acahuales de 15 años y 3.37 para acahuales de 7 años, en el ejido Nuevo Conhuás, Calakmul, Campeche. En base a los datos mencionados, se indica que la mayor diversidad reportada en los MP muestreada es consecuencia de las actividades antropogénicas las cuales han impactado a la vegetación primaria original promoviendo el surgimiento de una vegetación secundaria variable donde distintas familias florísticas han buscado establecerse en estos nuevos espacios.

Es importante mencionar, que especies como *Acacia collinsii*, *Lysiloma latisiliquum* y *Bursera simaruba* han sido reportadas por Martínez y Galindo (2002), como especies que se presentan en sitios que fueron sometidos o afectados por incendios o actividades agrícolas. Estas mismas especies han sido encontradas en MP (zona impactada por actividades antropogénicas y presencia de vegetación secundaria).

Para este mismo tipo de vegetación en la zona de influencia de la reserva de la biosfera de Calakmul, Chan-Dzul (2010), reporta para un acahual de 14-16 años resultados similares a los de la presente investigación teniendo entre las especies con mayor valor de importancia a *Piscidia piscipula*, *Guazuma ulmifolia* y *L. latisiliquum*.

Tomando en cuenta la riqueza de especies registrada en los sitios de muestreo, se puede decir que dentro del AP aún existen áreas con presencia de (VS/SMQ); sin embargo, presentan distintos grados de conservación, con respecto a la estructura, riqueza y composición de especies. Además, se observó que el impacto de la perturbación a través de los años ha incrementado la riqueza de especies a nivel local, modificando la composición florística dentro de la selva mediana, ya que muchas especies identificadas forman parte de fases iniciales e intermedias de la sucesión secundaria, mismas que han logrado su establecimiento en la zona formando parte de especies dominantes.

Algunas zonas asignadas a un USVEG para INEGI, de hecho corresponden a otro donde la densidad, dominancia y frecuencia a nivel de especies es muy clara partiendo de los estratos a la composición; por otro lado, la escala del mapa de USVEG ha impedido que se represente un gran número de pequeños manchones de comunidades vegetales con diferentes categorías y usos de suelo muy marcados en la zona, cuya situación y extensión se conoció con más o menos exactitud debido a los recorridos realizados dentro y fuera de las AP, a menudo esto

ha obligado a recurrir a generalizaciones de INEGI que no concuerdan con lo observado en campo.

Tomando en cuenta la riqueza de especies registrada en los sitios de muestreo dentro de las AP (MP), se puede decir que en algunas áreas dentro aún existen superficies con presencia de VS/SMQ; sin embargo, presentan distintos grados de conservación, con respecto a la estructura, riqueza y composición de especies.

El objetivo medular de los análisis realizados fue aportar las evidencias necesarias que demostraran que la implementación del proyecto no compromete la permanencia, continuidad y capacidad de distribución de las especies de flora silvestre existentes en el SAR y AI por la eliminación de la vegetación y reducción de su hábitat en áreas consideradas para el proyecto.

Con respecto a las curvas de acumulación de especies, tras asumir que la asíntota de especies generadas del mejor modelo en cada sitio es una estima confiable del número de especies presentes, se evaluó el desempeño de los diferentes estimadores no paramétricos de la riqueza dentro y fuera de las AP (MP/MSAR) mediante curvas de acumulación. No hay un estimador que sea "el mejor" en todas las situaciones, o que resulte especialmente indicado para un grupo concreto. Por ello, diferentes autores, que han aplicado diversos criterios de evaluación, han reportado distintos comportamientos de los estimadores. En ciertos escenarios, unos estimadores pueden ser los mejor evaluados en términos de sesgo, y otros diferentes en términos de precisión, por lo que se concluye que los resultados obtenidos para los 13 sitios de muestreo en áreas del proyecto (MP) y 13 sitios fuera de las áreas del proyecto (MSAR), muestran una fiabilidad y representatividad de la muestra para la población y comunidad estudiada asociada al VS/SMQ.

Por lo anterior, el análisis estadístico justifica el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, así como la representatividad de la muestra evaluada, en función de las características del tipo de vegetación observado dentro y fuera de las AP, incluye superficies del SAR y AI; indicando la intensidad de muestreo, tamaño de la muestra, número de sitios de muestreo y su distribución, así como se logró determinar el tamaño de muestra con niveles de confianza altos por encima del 95% de la vegetación por afectar asociada al VS/SMQ.

Por lo anterior, para el escenario con proyecto y con la implementación de medidas ambientales, la condición del entorno no se vería tan afectado, particularmente por las medidas de mitigación propuestas. Es así que, en suma, y de acuerdo a lo planteado en la información el proyecto se perfila ambientalmente viable siempre y cuando se ejecuten todas las medidas de mitigación propuestas en tiempo y forma como punto medular para poder llevar a cabo un proyecto sustentable.

Las especies que presentan algún estatus de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan la reducción actual o potencial de la biodiversidad de alguna región en particular; de tal manera que en la zona de estudio se logró identificar una especie enlistada en dicha norma; así tenemos a *Cedrela odorata* (Cedro), con categoría Pr= Sujeta a Protección Especial. Cabe aclarar, que, esta especie fue registrada dentro y fuera de las AP (MP/MSAR); por lo que se deberán diseñar estrategias de protección y conservación.

Sin embargo, es importante destacar, que si bien, existirá remoción de vegetación "forestal" dentro de la totalidad de las áreas consideradas, el proyecto únicamente se deberá ajustar a

la superficie obtenida de los análisis realizados (0.423 ha) del total (9.360 ha), sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas para llevar a cabo CUSTF. No obstante, los impactos ambientales a la vegetación y su flora dentro de las (0.423 ha) que serán generados por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser prevenidos y compensados a través de diversas estrategias y acciones como el rescate de germoplasma y acciones de reforestación en sitios bien seleccionados, instalación de señalética ambiental, pláticas de educación ambiental, con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, esto logrará incrementar la calidad y funcionalidad ecológica a través de la protección y conservación de especies. Además, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen en el capítulo VI de la MIA-R, promoviendo un proyecto lo mayormente amigable con el medio ambiente.

4.2.1.2.2 Fauna

La región sureste de México, en la parte que comprende a la Península de Yucatán está formada por tres estados: Campeche, Yucatán y Quintana Roo. El estado de Campeche se localiza biogeográficamente en la región neotropical, lo que le confiere una tipología de ecosistemas mayormente tropicales donde los ambientes son cálidos y la humedad relativa puede ser mayor del 80%, principalmente en época de lluvias (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010). En términos de los vertebrados terrestres, Campeche cuenta con un total de 129 especies de herpetofauna distribuidas en 23 anfibios y 106 reptiles (González-Sánchez y col., 2017). Su avifauna es una de las más ricas del país con un total de 446 especies, cifra que representa el 42% de la riqueza nacional (Salgado-Ortiz, 1999). Por otro lado, la mastofauna de Campeche se compone de 111 especies, equivalentes al 22% del total nacional y está mayormente representada por quirópteros (55 especies), roedores (18 especies) y carnívoros (17 especies) (Guzmán-Soriano y col., 2013).

Esta alta diversidad de especies de fauna silvestre, aunada a las amplias áreas forestales que aún ocurren en el Estado, han promovido su conservación a través del decreto de ocho Áreas Naturales Protegidas, cuatro de orden federal, dos estatales y dos municipales, que en suma cubren alrededor del 40% de la superficie del estado de Campeche. Sin embargo, el desarrollo económico y social de los asentamientos humanos es la causa principal de la pérdida de cobertura vegetal, y por ende, de la fauna silvestre. Ésta, constituye una parte fundamental de la biodiversidad y los ecosistemas, además del hecho de que el ser humano saca provecho de su existencia de una u otra forma. Por ejemplo, en muchas regiones el consumo de fauna silvestre es un eslabón más del sustento familiar, en otros lados la visión del consumo tiene una connotación más comercial. También, la fauna silvestre forma parte de la cultura de muchas poblaciones, tiene gran importancia en las funciones ecológicas e incluso embellecen los escenarios naturales, lo que resulta de alguna forma, un bienestar personal (Ulloa, 2012).

En este apartado se hace un análisis detallado de la fauna vertebrada terrestre de la zona del proyecto y el SAR, además de abordar distintos temas de interés ecológico, como, por ejemplo, su importancia de los ecosistemas en la región, los beneficios que ofrece su preservación de la fauna silvestre, los impactos actuales que presenta, así como los potenciales que podría presentar en caso de ser aprobado el proyecto.

♣ Metodología

Como parte del análisis biológico del presente estudio ambiental, se realizaron trabajos de campo para tener un primer acercamiento sobre la composición y estructura de los vertebrados terrestres en el área del proyecto y zonas aledañas correspondientes al sistema ambiental regional (SAR). Dichos trabajos se ejecutaron de modo exhaustivo tomando registros directos e indirectos. Cabe destacar que para fines prácticos y de mejor aprovechamiento del tiempo disponible, los sitios seleccionados en el SAR tuvieron como criterio principal, estar alejados del derecho de vía a una distancia igual o superior a 50 metros en sentido perpendicular al trazo, dependiendo la accesibilidad del terreno. En los próximos párrafos se darán más detalles de los procedimientos metodológicos aplicados para cada uno de los gremios faunísticos, así como el tratamiento de los datos recabados.

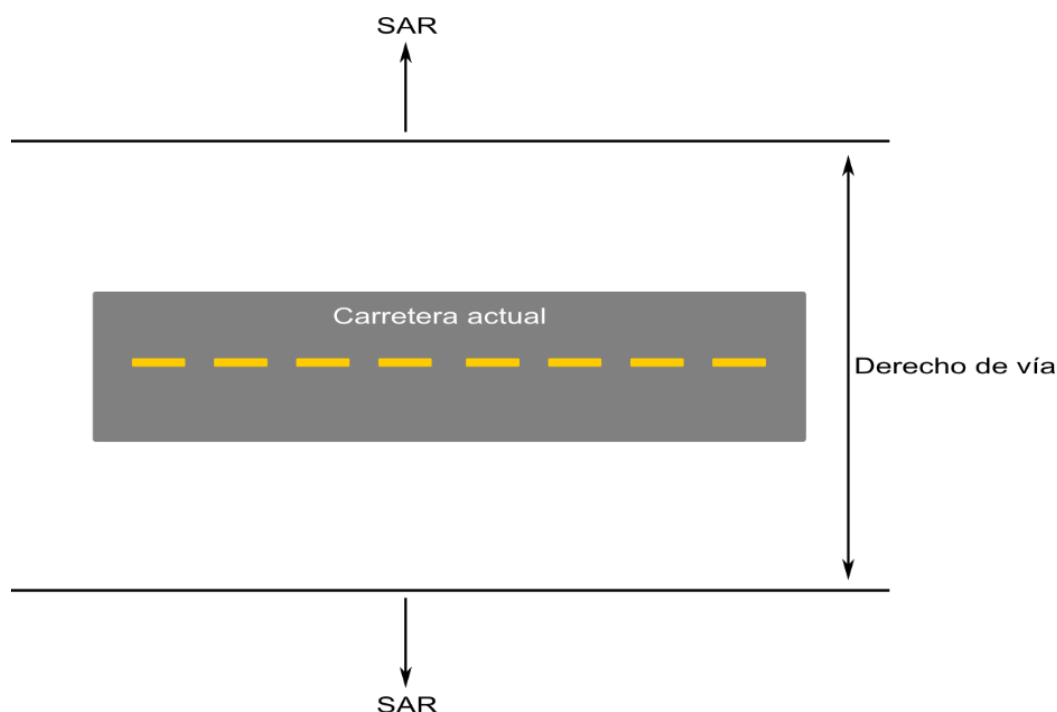


Figura 56. Ejemplo que indica las áreas del SAR a partir de los límites del derecho de vía del proyecto.

♣ Trabajo de campo

Herpetofauna. Para estimar la composición de anfibios y reptiles en el área del proyecto y el SAR se definieron cinco sitios de evaluación (para cada área antes mencionada) bajo el método de búsquedas directas no restringidas a manera de recorridos o transectos. Este método presenta la ventaja en que muchos de los registros resultan de encuentros casuales durante el trabajo de campo, y las observaciones efectuadas contribuyen mejor que cualquier otro método, a conocer en periodos de tiempo muy cortos la comunidad de estos gremios faunísticos (Castro y Bustos, 2016). En este contexto a continuación se presentan los puntos generales donde se llevaron a cabo los recorridos para el eje del proyecto y para el SAR.

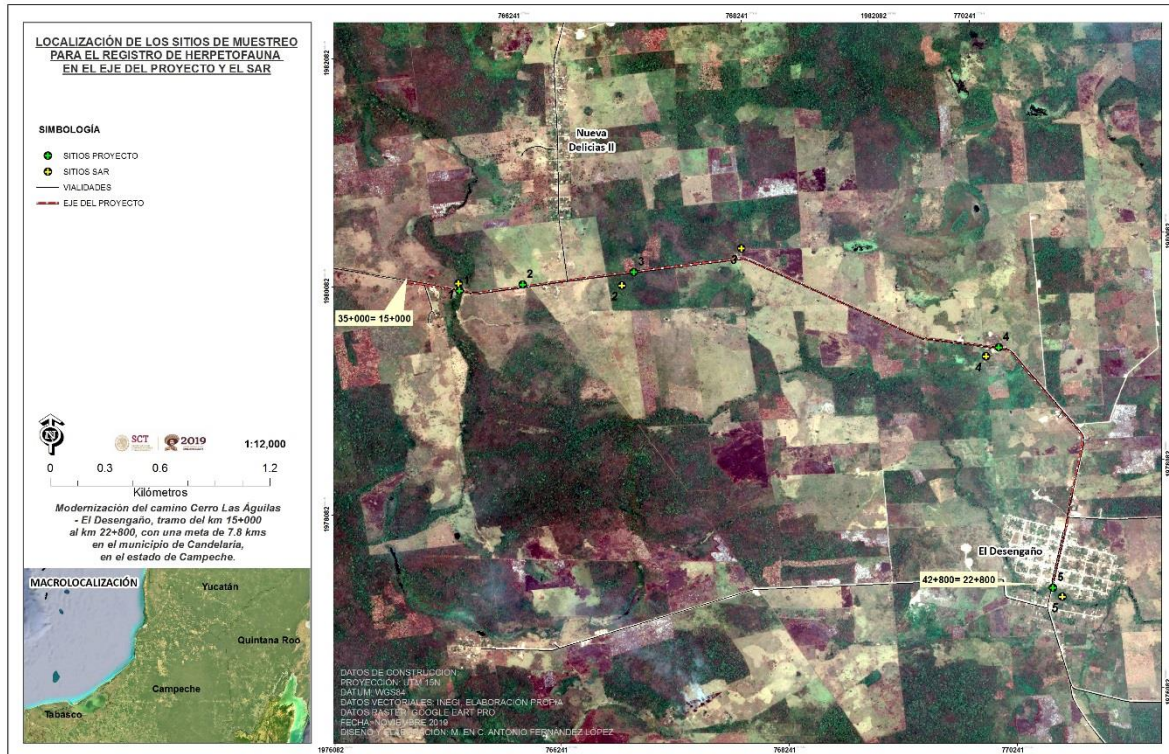


Figura 57. Localización general de los recorridos realizados para la búsqueda de anfibios y reptiles en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.

A cada sitio de muestreo se le dedicó tres horas para realizar la búsqueda de especies y el trabajo fue realizado por tres especialistas, de modo que cada sitio de muestreo tuvo un esfuerzo de nueve horas/hombre. De esta manera la suma de esfuerzos de los cinco sitios de muestreo asciende a 45 horas/hombre para las áreas del proyecto, situación que se replicó para las áreas del SAR. Los muestreos fueron diurnos evitando las horas del día cuando el calor es más intenso (12:00 p.m. – 15:00 p.m.). En la práctica, la búsqueda de ejemplares se realizó de manera activa poniendo particular atención a elementos del entorno donde pudieran estar presentes las especies de anfibios o reptiles tales como hojarasca, sitios rocosos, sobre troncos de árboles, bajo cortezas secas, entre vegetación de baja altura, posibles áreas encharcadas, etc., también se puso particular atención en las orillas de la carretera actual ante la evidencia de algún ejemplar atropellado. Todos los ejemplares encontrados se georreferenciaron para su posterior mapeo y se tomaron fotografías cuando fue posible para una mejor identificación mediante el uso de literatura especializada (Flores-Villela y col., 1995; Cadeño-Vásquez y col., 2006; Calderón-Mandujano y col., 2008; Oliver-López y col., 2009; González-Sánchez y col., 2017). Cabe destacar que también se realizaron búsquedas rápidas durante el traslado de un sitio de muestreo a otro.

y col., 1998). El número de sitios de conteo ascendió a cinco, mismos que fueron replicados para el muestreo de aves a nivel del sistema ambiental regional. En el caso del eje del proyecto los sitios se distribuyeron de modo que se cubriera una parte importante de la longitud del mismo. Para el caso de los sitios de conteo del SAR, estos se situaron en las adyacencias al eje del proyecto. Todos los muestreos se realizaron en horario diurno que es cuando la mayoría de las aves presentan su mayor actividad. Los sitios de conteo se muestran en el siguiente mapa.

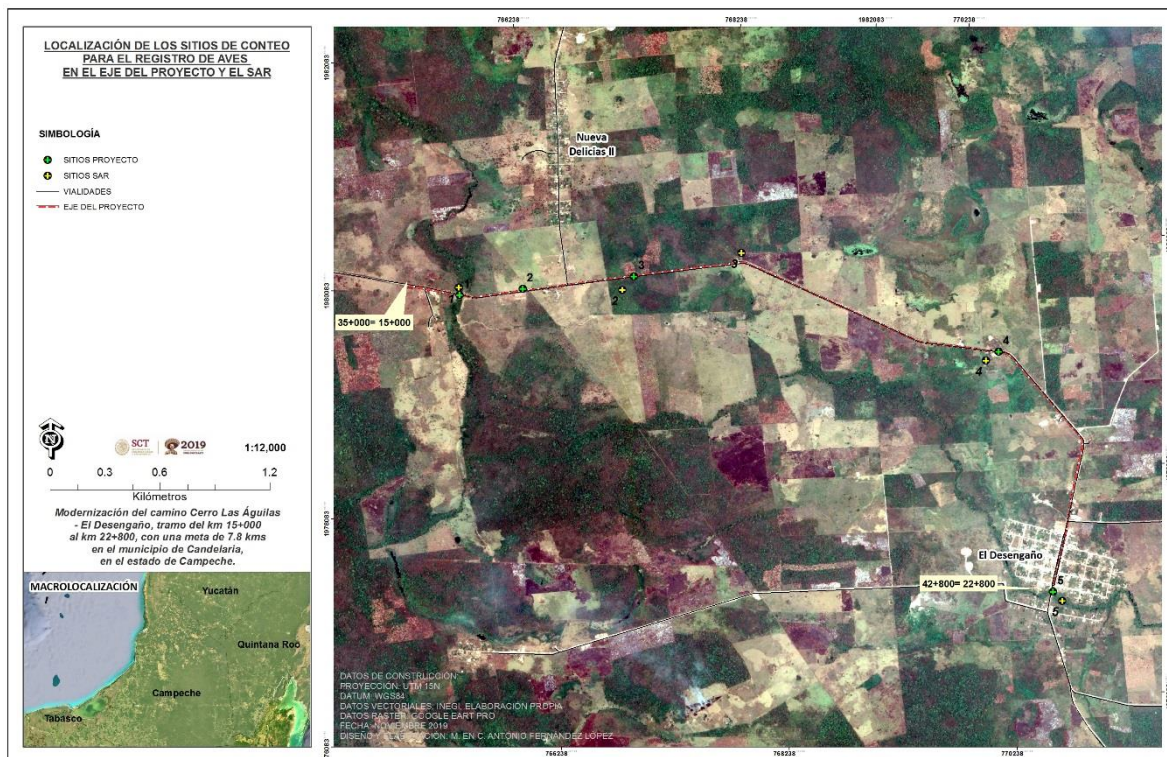


Figura 61. Localización de los puntos de conteo para la búsqueda aves en el eje del proyecto y el sistema ambiental regional.

De este modo para cada sitio de muestreo se realizó un conteo por la mañana durante 30 minutos y una réplica más por la tarde. De manera complementaria se tomaron registros durante los traslados de un sitio de conteo a otro. Este trabajo fue ejecutado por tres especialistas durante tres días de modo que el esfuerzo de muestreo asciende a 45 horas/hombre para el proyecto y otras 45 horas/hombre para el SAR. Para este efecto se consideraron los registros visuales y auditivos utilizando equipo especial como binoculares de distinto rango focal, además de cámaras fotográficas con telefoto. Cuando fue posible se identificaron las especies directamente en campo o en gabinete a partir del material fotográfico obtenido utilizando guías de identificación especializadas (Howell y Webb, 2005; Van-Perlo, 2006; Dunn y Alderfer, 2011).



Figura 62. Ejemplo de toma de registros de aves mediante el uso de cámaras profesionales.



Figura 63. Equipo básico de campo para el muestreo de aves.

Mamíferos. Para el registro de especies de mamíferos se aplicó la misma metodología utilizada para anfibios y reptiles mencionada con antelación, donde los registros obtenidos fueron en base a eventos casuales durante recorridos en cinco sitios a lo largo del eje del proyecto y cinco más en zonas del SAR, ya que resultan más efectivos que cualquier otra técnica en estudios de corta duración (Castro y Bustos, 2016). La localización de los recorridos para el eje del proyecto y el SAR se muestran en el siguiente mapa.



Figura 65. Equipo básico de campo para el muestreo de mamíferos.



Figura 66. Ejemplo de rastros de mamíferos.

Un segundo método utilizado para incrementar la obtención de registros, fue la instalación de fototruampas ubicadas en sitios estratégicos, los cuales fueron seleccionados en campo a partir de la observación del área de estudio, considerando como mínimo las siguientes características:

1. Sitios relativamente alejados del tránsito vehicular, de personas y ganado.
2. Áreas relativamente abiertas o de baja presencia de plantas herbáceas y arbustivas que pudieran interferir con la activación del sistema de disparo de las fototruampas por el movimiento de las ramas y hierbas en presencia del viento.
3. Considerar posibles brechas o corredores formados por el tránsito de la fauna silvestre local.

Todas las trampas fueron cebadas con atún en aceite para potenciar la posibilidad de capturar especies carnívoras u omnívoras. Para el SAR se colocaron dos fototruampas y para el área del

proyecto otras dos, las cuales permanecieron activas durante 72 horas cada una; de este modo se tiene un nivel de muestreo de 288 horas/trampa.



Figura 67. Ejemplo de la instalación de algunas fototruampas para el registro de mamíferos.

♣ Análisis de datos

De acuerdo a los datos obtenidos en campo se consideró realizar distintos procedimientos con la finalidad de integrar los resultados recabados en un contexto ecológico y así poder estimar, como un primer acercamiento, la composición y estructura de los vertebrados terrestres que ocurren en el eje del proyecto y en el sistema ambiental regional. Todos los cálculos ecológicos se aplicaron a los diferentes gremios faunísticos según la cantidad de información que fue posible generar durante los muestreos. De esta manera, la riqueza de especies se calculó a través del número de especies registradas durante los recorridos y puntos de conteo (aves). Además, se calculó la abundancia cuantitativa que corresponde al número de ejemplares registrados por especie durante el tiempo que duraron los muestreos. Para la representación cualitativa de las abundancias de las especies presenta algunas variaciones en sus rangos según el grupo faunístico del que se trate, así como del autor del que se tome referencia. En este caso, para la herpetofauna se siguieron las indicaciones de Cox (1990) y Padilla (1996) que definen como especie rara (R) aquella con registros de uno o dos ejemplares; especie moderadamente abundante (M) aquella de tres a cinco registros; y especie abundante (AB) aquella con seis o más registros. Para las aves y los mamíferos se plantearon las abundancias cualitativas acorde con Ramírez (2006) el cual indica como especie rara (R) aquella con uno o dos registros; especie ocasional (O) de tres a cinco registros; especie frecuente (F) de seis a 10 registros; y especie abundante (AB) aquella con 11 registros o más.

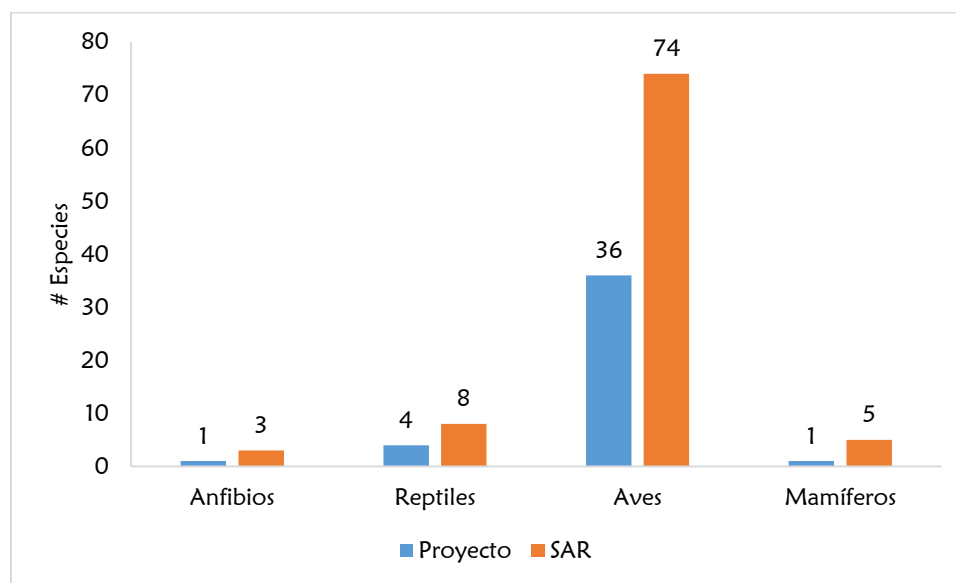
Por su parte, el cálculo de la diversidad de especies se midió a través del índice de Shannon (H') utilizando para este efecto el programa DIVERS (Franja, 1993). Al ser un índice con una fuerte respuesta a la equidad, toma en cuenta no solo las abundancias de las especies, sino también el grado de uniformidad de las abundancias en relación a las especies registradas. Para este cálculo se consideraron únicamente los registros obtenidos dentro de los puntos de conteo en el caso de las aves, mientras que para la herpetofauna y los mamíferos se consideraron todos los registros obtenidos durante los recorridos. Por otro lado, para medir el esfuerzo de muestreo se generaron curvas de acumulación de especies y se aplicaron estimadores de riqueza (Chao 1 y ACE) además de graficarse las especies únicas (singletons) y las duplicadas (doubletons) con el fin de determinar si éstas se reducían a medida que aumentaba el número de muestreos (Moreno, 2001). Estos cálculos se efectuaron en el programa EstimateS versión 8.2 (Colwell, 2006).

Finalmente se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para identificar posibles especies en riesgo y determinar su categoría de vulnerabilidad a nivel nacional. Por otro lado se realizó una revisión bibliográfica (Ceballos y Oliva, 2005; Howell y Webb, 2005; González-Sánchez y col., 20017), además de bases de datos en línea (GBIF) para tener una idea más completa de la posible ocurrencia de nuevas especies a las registradas en el presente estudio dentro del área del proyecto y en áreas aledañas al mismo.

♣ **Resultados**

♣ **Panorama general de los vertebrados registrados**

El eje del proyecto presenta una carretera en la actualidad en mal estado y bordeada en su mayoría por vegetación herbácea. Durante los muestreos a lo largo del eje del proyecto se lograron registrar 42 especies de vertebrados divididas en un anfibio, cuatro reptiles, 36 aves y un mamífero. Esta riqueza de fauna silvestre resulta relevante considerando el nivel de deterioro donde se proyecta la modernización de la carretera actual. Por su parte, para el SAR los registros fueron ampliamente superiores a los obtenidos en el eje del proyecto, registrando una riqueza de vertebrados terrestres de 90 especies, de los cuales, tres son anfibios, ocho reptiles, 74 aves y cinco mamíferos. Evidentemente las condiciones ambientales y los ecosistemas en general son más favorables en el SAR, desde la amplitud de los parches de hábitats adecuados hasta el nivel de la conectividad entre ellos. Estas condiciones generan una mayor oferta de recursos de manera que es de esperarse una mayor riqueza y diversidad en áreas del SAR. Se registra una sola especie en riesgo para el eje del proyecto y nueve a nivel del SAR de acuerdo a la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Gráfica 24. Número de especies para los cuatro grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto y el sistema ambiental regional.

♣ **Herpetofauna**

La herpetofauna presente en el eje del proyecto se compone de cinco especies, un anfibio representado por el sapo costero (*Incilius valliceps*) y cuatro reptiles: la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*), la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*), el

toloque rayado (*Basiliscus vittatus*) y la mabuya centroamericana (*Marisora brachypoda*), ninguna de ellas referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de riesgo. Para el SAR el registro de especies ascendió a 11, tres de las cuales son anfibios, destacando la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) como especie Sujeta a Protección Especial (Pr). Las ocho especies restantes son del grupo reptiles de las cuales resaltan dos por su categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana verde (*Iguana iguana*) Sujeta a Protección Especial (Pr) y la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemmys areolata*) como Amenazada (A).

Tabla 51. Listado herpetofaunístico de las especies registradas en el área del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; E: Endémica; NE: No endémica; Ex: Exótica.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
				Proyecto	SAR		
Anfibios	Bufoidea	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	x	x	---	NE
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes		x	---	NE
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo		x	Pr	E
Reptiles	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte		x	A	NE
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		x	Pr	NE
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	x	x	---	NE
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	x	x	---	Ex
	Dactyloidae	<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma		x	---	NE
		<i>Anolis rodriguezi</i>	Anolis liso del sureste		x	---	NE
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	x	x	---	NE
	Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	x	x	---	NE



Figura 68. Especies de herpetofauna referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo. A: *Lithobates brownorum*; B: *Rhinoclemmys areolata* y C: *Iguana iguana*.

Por otra parte se registra a la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*) como especie exótica para México; a la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) como especie endémica para el país; y las especies restantes como no endémicas, es decir, como especies que muestran una amplia distribución tanto dentro del país como fuera de este, en este caso fundamentalmente hacia Centroamérica.

Se contabilizaron 25 ejemplares de herpetofauna de cinco especies, un anfibio y cuatro reptiles. De estas especies la besucona asiática (*Hemidactylus frenatus*) y la mabuya centroamericana (*Marisora brachypoda*) resultaron raras obteniendo dos registros para cada una de las especies. Por su parte el sapo costero (*Incilius valliceps*) fue una especie moderadamente abundante con un total de cuatro registros en los sitios 1, 3 y 5. Finalmente la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) y el toloque rayado (*Basiliscus vittatus*) estuvieron presentes en todos los sitios de muestreo con un total de siete y 10 registros respectivamente.

Tabla 52. Abundancias de las especies de herpetofauna registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
				1	2	3	4	5		
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	1	0	2	0	1	4	M
Reptiles	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	2	1	1	1	2	7	AB
		<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	0	0	0	0	2	2	R
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	2	1	2	2	3	10	AB
	Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	0	1	0	1	0	2	R

El conteo de registros para los sitios de muestreo del SAR se eleva a 40 ejemplares de 11 especies, las cuales la mayoría presentó la categoría de raras por presentar solamente uno o dos registros, entre estas se pueden citar a la rana de bigotes (*Leptodactylus fragilis*), la iguana verde (*Iguana iguana*) y el anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezii*). En la categoría moderadamente abundante solo se registró a la mabuya centroamericana (*Marisora brachypoda*) con un total de cinco ejemplares. Las especies que fueron más representativas presentaron más de seis registros y fueron el sapo costero (*Incilius valliceps*), el toloque rayado (*Basiliscus vittatus*) y la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) con seis, nueve y 11 ejemplares respectivamente.

Tabla 53. Abundancias de las especies de herpetofauna registradas en el SAR. AB: abundante; M: moderadamente abundante; R: rara.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Sitios SAR					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
				1	2	3	4	5		
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2	3	0	0	1	6	AB
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes	0	1	0	0	0	1	R
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	2	0	0	0	0	2	R
Reptiles	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	0	1	0	0	0	1	R
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	1	0	0	0	0	1	R
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	3	2	2	1	3	11	AB
		<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	0	0	0	0	1	1	R
	Dactyloidae	<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma	0	1	0	0	1	2	R
		<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	1	0	0	0	0	1	R
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	2	1	2	3	9	AB
	Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	1	1	2	1	0	5	M

En términos de la diversidad herpetofaunística, para el eje del proyecto se estima un valor de Shannon de $H' : 1.42$, que se traduce como una diversidad baja, la cual está en relación con el alto deterioro que presenta actualmente el eje del proyecto y sus áreas aledañas. Comparativamente la diversidad del SAR se calcula en $H' : 1.99$ según el índice de Shannon, sugiriendo una diversidad media-baja, que de nueva cuenta, se relaciona con el fuerte impacto y pérdida de hábitats que ha ocurrido en las últimas décadas para aprovechamiento ganadero. No obstante, los resultados obtenidos demuestran, en cierto grado, que a pesar del fuerte impacto ambiental es posible registrar especies de anfibios y reptiles que se han adaptado en alguna medida al cambio casi total del paisaje local, donde se observan parches de aislados de vegetación original y secundaria en una matriz de pastizales inducidos.

Tabla 54. Datos ecológicos generales de la herpetofauna registrada en el eje del proyecto y el SAR.

Sitio	Riqueza de especies	Abundancia	Diversidad (Shannon H')	Uniformidad (E)
Eje proyecto	5	25	1.42	0.88
SAR	11	40	1.99	0.83

La distribución de las especies está marcada fundamentalmente en aquellas que tuvieron una mayor presencia durante los muestreos como es el caso de la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*), el sapo costero (*Incilius valliceps*) y toloque rayado (*Basiliscus vittatus*). Caso contrario fueron aquellas especies de las cuales solo se tuvo uno o dos registros y por tanto una distribución baja durante los muestreos como sucedió con el anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezii*) y la rana de bigotes (*Leptodactylus fragilis*). En el siguiente mapa se puede ver la localización de los registros de herpetofauna obtenidos en campo.

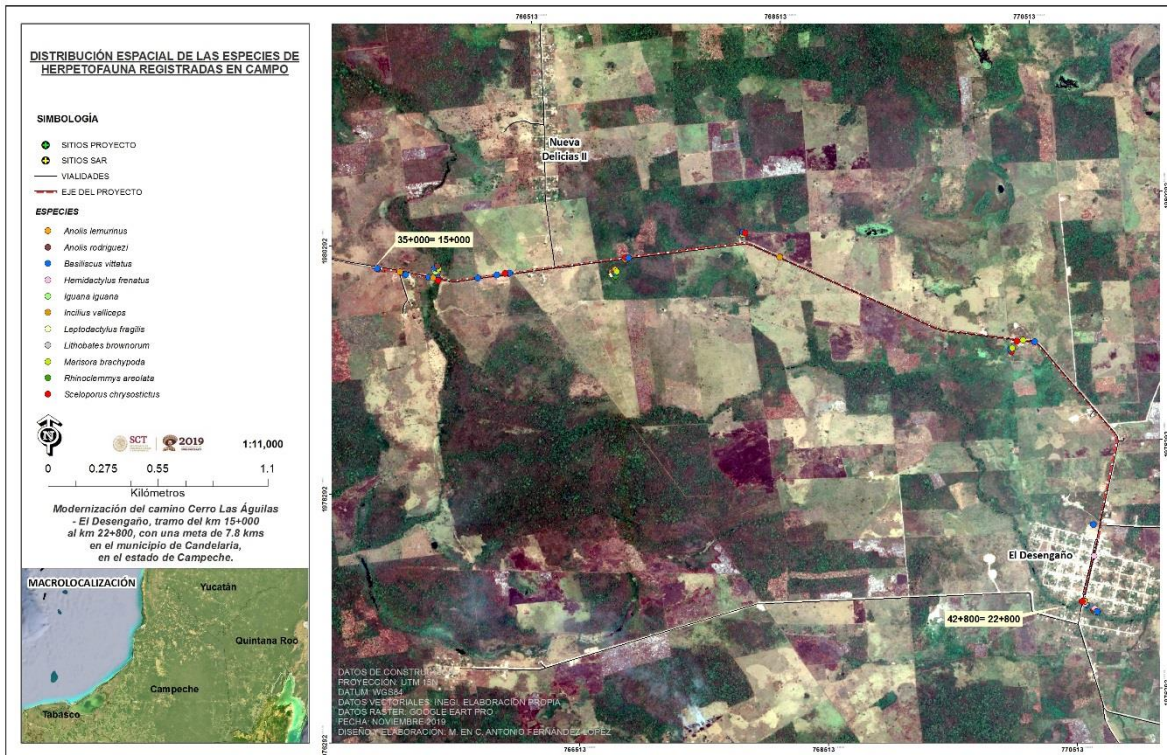
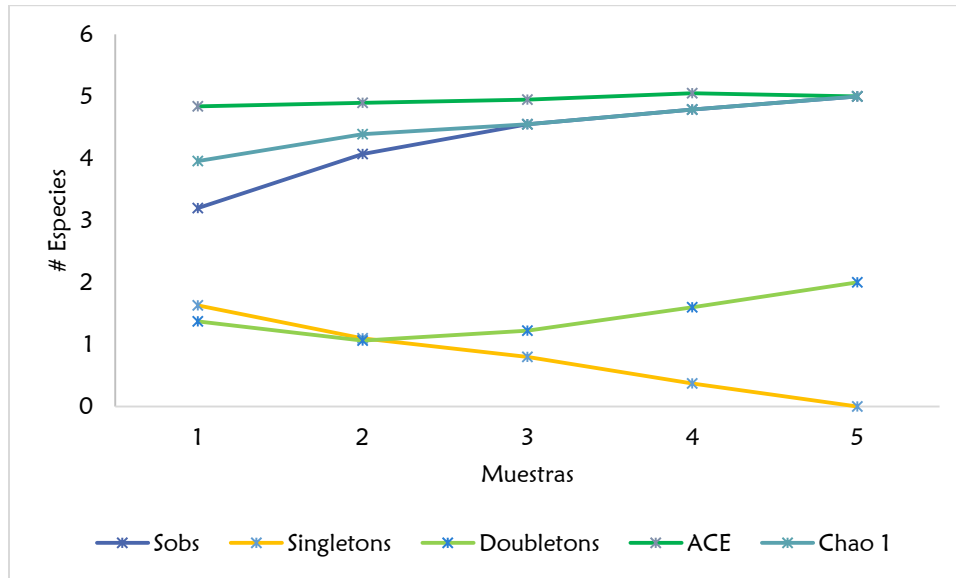


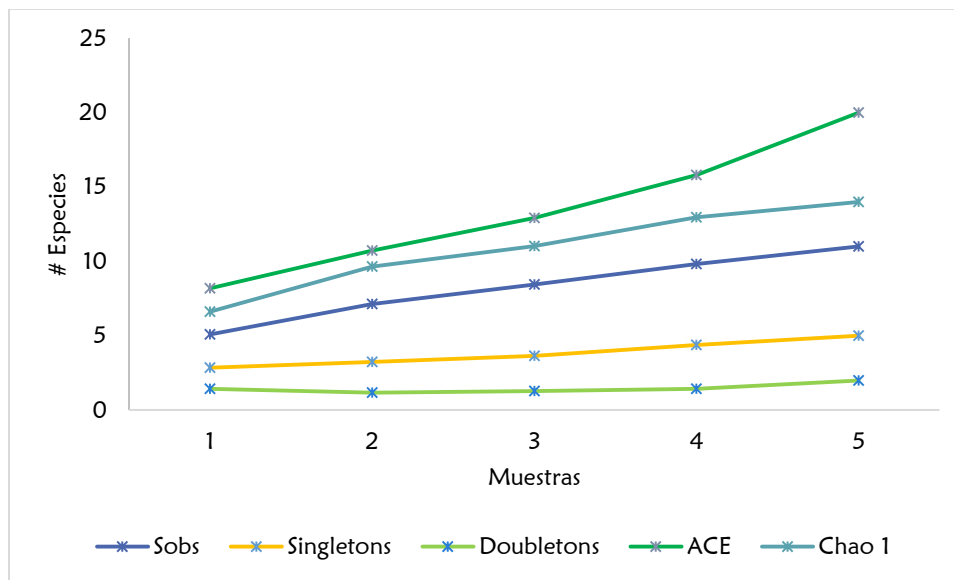
Figura 69. Distribución de las especies de herpetofauna registradas en campo.

La acumulación de especies de herpetofauna para el eje del proyecto, muestran, por una parte, que la línea de las especies observadas se acerca mucho a la asíntota sugiriendo que casi se han registrado el total de especies en el eje del proyecto. Esta sentencia se corrobora con las curvas de los estimadores de riqueza, donde ACE prácticamente tiene un comportamiento asintótico y Chao 1 muy cercano a éste. En ambos casos se estima una riqueza de cinco especies de modo que se cubre el 100% de las especies esperadas con los muestreos realizados. Sin embargo, como ya se comentó, es probable la ocurrencia de especies nuevas, aunque de difícil registro pues se trata de especies raras como se puede observar en la curva de especies dobles (doubletons), la cual continúa alejada del valor cero (0).



Gráfica 25. Acumulación de especies de herpetofauna para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

Por su parte, en el SAR se registran 11 especies con una curva en su acumulación ligeramente cercana a la asíntota. Para este caso el estimador que mejor se ajusta a los muestreos realizados es Chao 1 que estima 14 especies, de modo que con los muestreos se cubre el 78.5% de las especies esperadas. Para ACE el valor estimado se eleva considerablemente a 20 especies, lo que quiere decir, que se encontraron en campo el 55% de las especies esperadas, valor que ha sido afectado fundamentalmente por el alto porcentaje de especies raras registradas en los muestreos. De cualquier modo, la posibilidad de nuevos registros es bastante elevada, aunque dado el comportamiento de las líneas de especies únicas y dobles, los registros nuevos corresponderían a especies raras y muy raras, las cuales requieren altos niveles de esfuerzo de muestreo, para obtener al menos un registro nuevo, situación que no suele ser viable en términos de la inversión de recursos.



Gráfica 26. Acumulación de especies de herpetofauna para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

♣ Aves

Se registran para el eje del proyecto un total de 36 especies de aves con una importante representatividad de las familias Columbidae, Icteridae y Tyrannidae con cuatro, cuatro y cinco especies respectivamente. Por su parte, para el SAR la riqueza de especies se eleva a 74, siendo las familias Ardeidae, Accipitridae, Columbidae, Tyrannidae e Icteridae las más sobresalientes con registros de cinco, seis, seis, ocho y ocho especies respectivamente. Comparativamente en el SAR se registraron 38 especies más que en el eje del proyecto y esto se debe fundamentalmente a la diferencia de calidad ambiental y disponibilidad de hábitats, pues a pesar del alto nivel de fragmentación en el SAR aún se pueden encontrar parches de vegetación forestal que tienen una mayor capacidad para albergar numerosas especies, mientras que en el eje del proyecto, además de existir una carretera en la actualidad, la vegetación aledaña es mayormente de tipo herbáceo, proveyendo hábitats a especies de mayor tolerancia a los ambientes alterados.

Tabla 55. Listado de las especies de aves registradas en el área del proyecto y el SAR. A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; E: Endémica; NE: No endémica; CE: Cuasiendémica; SE: Semiendémica; Ex: Exótica.

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
			Proyecto	SAR		
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas		x	---	NE
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	x	x	---	NE
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	x	x	Pr	NE
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	x	x	---	NE
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	x	x	---	NE
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta		x	---	NE
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris		x	---	NE
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón		x	A	NE

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
			Proyecto	SAR		
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris		x	Pr	NE
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero		x	Pr	NE
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	x	x	---	NE
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajo		x	---	NE
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana		x	Pr	NE
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical		x	---	NE
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	x	x	---	NE
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	x	x	---	Ex
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde		x	---	NE
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul		x	---	NE
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados		x	---	NE
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		x	---	NE
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos		x	---	NE
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco		x	---	NE
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	x	x	---	NE
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña		x	---	NE
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita		x	---	NE
Rallidae	<i>Aramides albiventris</i>	Rascón nuca canela		x	---	NE
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica		x	---	Ex
	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita pecho liso	x	x	---	NE
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	x	x	---	NE
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada		x	---	NE
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	x	x	---	Ex
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	x	x	---	NE
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachetes amarillos		x	---	NE
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio		x	Pr	NE
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo collar blanco		x	---	NE
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	x	x	---	NE
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	x	x	---	NE
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina albiazul	x	x	---	NE
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido		x	---	NE
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola canela		x	---	NE
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Mertín pescador verde		x	---	NE
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	x	x	---	NE
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado		x	---	NE
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	x	x	---	NE
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	x	x	---	CE
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	x	x	---	NE
Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	x	x	---	NE
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	x	x	---	NE
	<i>Empidonax virescens</i>	Papamoscas verdoso		x	---	NE
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	x	x	---	NE
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste		x	---	NE
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	x	x	---	NE
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	x	x	---	NE
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso		x	---	SE
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirií	x	x	---	NE

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
			Proyecto	SAR		
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	x	x	---	NE
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea		x	---	NE
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	x	x	---	NE
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	x	x	---	NE
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulgris		x	---	NE
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	x	x	---	NE
Passerellidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln		x	---	NE
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café		x	---	NE
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	x	x	---	NE
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	x	x	---	NE
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento		x	---	NE
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro		x	---	NE
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	x	x	---	NE
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	x	x	---	SE
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña		x	---	NE
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	x	x	---	NE
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate		x	---	NE
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	x	x	---	NE
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	x	x	---	NE

Del total de especies se registraron seis bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. El gavilán zancón (*Geranozypiza caerulescens*) se encuentra como Amenazada (A), mientras que el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), el gavilán cabeza gris (*Leptodon cayanensis*), el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr).

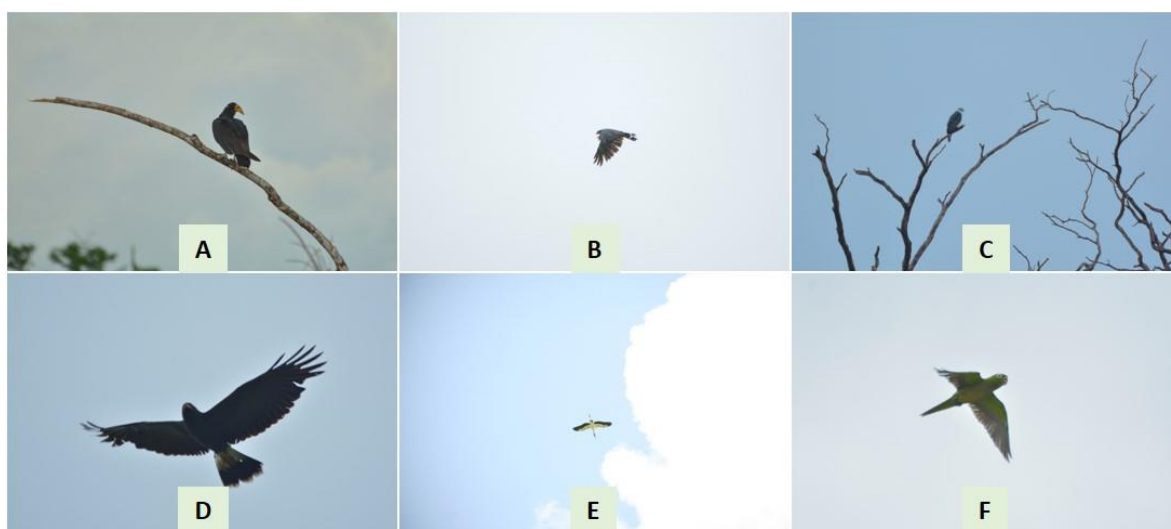


Figura 70. Especies de aves en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: *Cathartes burrovianus*; B: *Geranozypiza caerulescens*; C: *Leptodon cayanensis*; D: *Rostrhamus sociabilis*; E: *Mycteria americana*; F: *Eupsittula nana*.

La mayor parte de las especies registradas presentan amplias distribuciones tanto en el país como fuera de este. Sin embargo destacan tres especies que, a pesar de no ser endémicas a México, sus rangos de distribución se presentan mayormente en el país; estas especies son el carpintero yucateco (*Melanerpes pygmaeus*) con categoría de cuasiendémica, y el tirano pico grueso (*Tyrannus crassirostris*) y la calandria dorso negro menor (*Icterus cucullatus*) como especies semiendémicas. Otro aspecto importante en la categoría de endemismos son las especies exóticas, de las cuales se registraron tres a nivel el SAR con una presencia moderada. Estas son la garza garrapatera (*Bubulcus ibis*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y la paloma de collar (*Streptopelia decaocto*), todas asociada a ambientes perturbados y centros de poblaciones humanas,

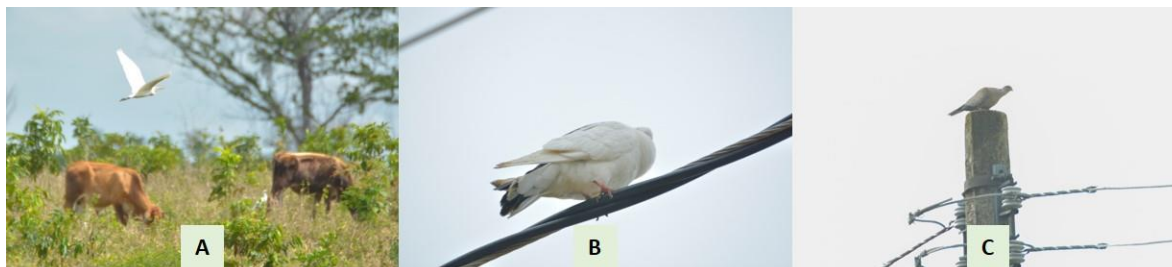


Figura 71. Especies de aves exóticas registradas en campo. A: *Bubulcus ibis*; B: *Columba livia*; C: *Streptopelia decaocto*.

El conteo de aves a nivel del eje del proyecto arroja un total de 207 ejemplares de 36 especies, destacando algunas especies por su abundancia como es el caso de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), el semillero brincador (*Volatinia jacarina*) y el tordo ojos rojos (*Molothrus aeneus*). En el sentido opuesto están las especies raras, aquellas de las cuales solo se obtuvo uno o dos registros durante los muestreos. Entre estas se pueden mencionar al zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), el chotacabras pauraque (*Nyctidromus albicollis*) y el vireo garganta amarilla (*Vireo flavifrons*) por mencionar algunas.

Tabla 56. Abundancias de las especies de aves registradas en el eje del proyecto. AB: abundante; O: ocasional; F: frecuente y R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	1	0	2	2	2	7	F
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	0	0	1	0	1	2	R
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2	2	1	3	0	8	F
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	1	0	0	0	0	1	R
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillita caminera	0	2	1	1	0	4	O
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	1	0	0	0	1	2	R
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	0	2	3	1	0	6	O
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	0	0	1	1	0	2	R
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita pecho liso	1	0	2	1	0	4	O
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	2	1	3	2	1	9	F
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	0	1	1	0	1	3	O
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	1	3	0	2	1	7	F
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	0	2	5	2	1	10	F

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	2	3	1	1	4	11	AB
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina albiazul	5	0	0	0	0	5	O
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	1	0	0	1	1	3	O
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0	1	2	0	0	3	O
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	0	0	1	0	0	1	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	0	1	1	0	1	3	O
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	1	0	2	0	0	3	O
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	0	0	1	1	1	3	O
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	3	0	1	2	2	8	F
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	2	0	0	0	1	3	O
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	0	0	2	1	1	4	O
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	0	2	1	1	2	6	F
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	1	0	0	0	0	1	R
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	2	1	3	0	0	6	F
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	2	3	3	5	1	14	AB
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	2	4	3	3	2	14	AB
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0	0	1	2	1	4	O
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	0	1	2	1	1	5	O
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	1	3	0	1	7	F
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	1	2	1	0	2	6	F
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	5	2	2	4	6	19	AB
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	0	1	1	2	0	4	O
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	1	2	2	1	3	9	F

Para el sistema ambiental regional el conteo de aves resultó en 355 ejemplares de 74 especies. En general se registraron especies raras, ocasionales, frecuentes y abundantes. Las más destacadas por su rareza son el pradero tortillaconchile (*Sturnella magna*), el papamoscas triste (*Myiarchus tuberculifer*), el colibrí cola canela (*Amazilia tzacatl*) y la garcita verde (*Butorides virescens*) por mencionar algunas. En contraparte están las especies que fueron más abundantes y mayormente conspicuas, entre las que se pueden mencionar al perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), el semillero de collar (*Sporophila torqueola*) y el semillero brincado (*Volatinia jacarina*) con 19, 20 y 16 ejemplares respectivamente.

Tabla 57. Abundancias de las especies de aves registradas en el SAR. AB: abundante; O: ocasional; F: frecuente y R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	1	0	0	0	0	1	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	2	4	2	1	11	AB
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	0	0	1	2	2	5	O

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	0	3	1	1	0	5	O
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	1	0	2	0	0	3	O
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	0	0	2	0	0	2	R
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0	0	0	0	1	R
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	0	0	0	1	0	1	R
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	0	1	0	0	0	1	R
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	2	0	0	1	0	3	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	1	1	2	1	7	F
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	0	0	0	0	1	1	R
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	0	1	1	0	0	2	R
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	1	0	0	0	0	1	R
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	1	0	0	1	0	2	R
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	0	0	2	4	0	6	F
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	1	0	0	0	0	1	R
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	1	0	0	0	0	1	R
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	1	0	0	0	1	2	R
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	1	0	2	0	0	3	O
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	0	0	1	1	0	2	R
	<i>Herpethotes cachinnans</i>	Halcón guaco	0	0	2	1	0	3	O
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	0	1	0	1	0	2	R
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	1	0	0	0	0	1	R
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	1	0	0	0	0	1	R
Rallidae	<i>Aramides albiventris</i>	Rascón nuca canela	1	0	0	0	1	2	R
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	0	0	0	4	3	7	F
	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita pecho liso	2	0	0	3	1	6	F
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	0	0	0	1	2	3	O
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	0	0	0	2	1	3	O
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	0	2	0	0	1	3	O
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0	2	4	1	2	9	F
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachetes amarillos	0	0	4	3	0	7	F
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	0	0	0	15	4	19	AB
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo collar blanco	0	3	5	0	0	8	F
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	6	2	1	3	15	AB
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	2	4	0	1	2	9	F
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina albiazul	2	0	0	0	3	5	O
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	0	0	0	2	0	2	R
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola canela	0	0	1	0	0	1	R
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Mertín pescador verde	1	0	0	0	1	2	R
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	0	1	0	2	1	4	O

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	0	0	2	0	0	2	R
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0	1	0	1	0	2	R
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	0	0	0	0	1	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	2	0	0	1	1	4	O
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	0	1	1	0	1	3	O
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	1	0	1	0	0	2	R
	<i>Empidonax virescens</i>	Papamoscas verdoso	1	0	0	1	0	2	R
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	3	0	1	0	2	6	F
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	0	1	0	0	0	1	R
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	1	0	0	1	3	O
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	0	1	0	2	1	4	O
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	0	2	3	2	0	7	F
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	1	2	2	1	1	7	F
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	0	1	0	0	0	1	R
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	0	4	2	3	0	9	F
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	2	1	1	2	2	8	F
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	4	3	5	4	4	20	AB
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulgris	0	0	0	0	3	3	O
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	5	2	2	4	3	16	AB
Passerellidae	<i>Melospiza lincolnii</i>	Gorrión de Lincoln	0	2	1	0	0	3	O
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	1	1	0	2	3	7	F
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0	1	1	2	0	4	O
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	0	1	2	0	0	3	O
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	2	5	3	3	2	15	AB
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	1	0	0	0	0	1	R
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	1	1	1	2	7	F
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	0	0	2	0	1	3	O
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	0	0	0	2	1	3	O
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	0	3	4	4	0	11	AB
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	2	4	2	2	3	13	AB
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	0	0	1	0	0	1	R
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	1	2	3	2	2	10	F

La diversidad de aves tanto en el eje del proyecto como en el SAR fue bastante interesante en términos de sus valores calculados. Por ejemplo, para el eje del proyecto se calcula una diversidad de H' : 3.36 según el índice de Shannon, siendo este un valor que se puede considerar como medio-alto, sobre todo porque las condiciones ambientales de la carretera actual y sus áreas aledañas presentan características de alto deterioro. Para el SAR el índice de diversidad de Shannon calculado asciende a H' : 3.95 con una uniformidad de E : 0.91. Por un lado, el valor de Shannon sugiere una alta calidad de aves, lo cual está en correcta relación

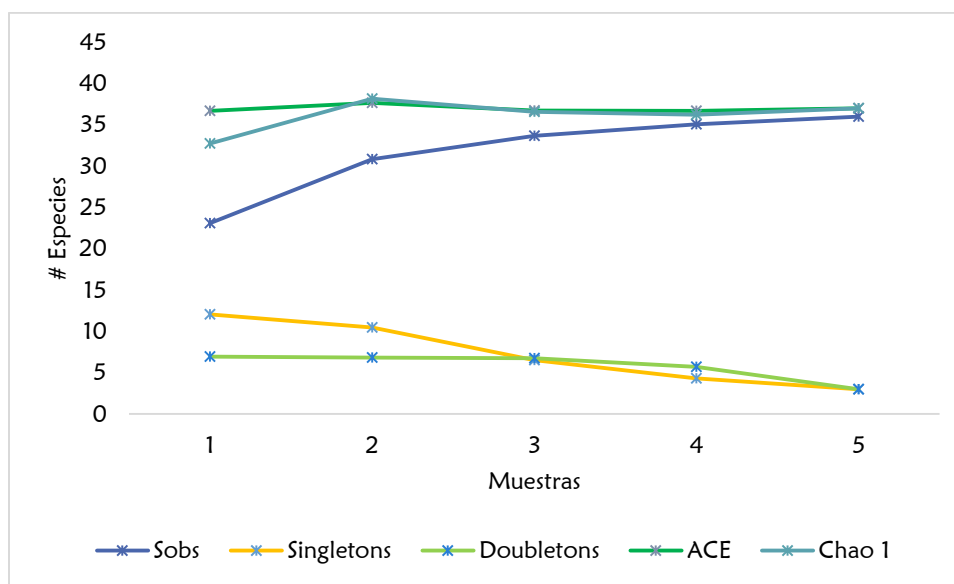
con la riqueza observada, y la uniformidad indica una elevada equitatividad entre las abundancias y la riqueza de aves obtenidas.

Tabla 58. Datos ecológicos generales de las aves registradas en el eje del proyecto y el SAR.

Sitio	Riqueza de especies	Abundancia	Diversidad (Shannon H')	Uniformidad (E)
Eje proyecto	36	207	3.36	0.93
SAR	74	355	3.95	0.91

En cuanto a la acumulación de especies para el eje del proyecto, se observa en la siguiente gráfica una baja posibilidad de encontrar nuevas especies, ya que la línea de las especies observadas se encuentra muy próxima a la asíntota. Y al apreciar las curvas de los estimadores ACE y Chao 1 destacan las tendencias asíntóticas para ambos casos, en donde se estima una riqueza de especies de 37, de modo que los registros observados corresponden al 97.2% de las especies esperadas, siendo éste un valor altamente confiable de los muestreos efectuados.

No obstante, como ya se mencionó, existe la posibilidad de nuevos registros, aunque de especies raras, las cuales representan una alta inversión de recursos para conseguir un nuevo registro. Este hecho se fundamenta al observar la tendencia de las especies únicas y dobles, que aunque sus líneas se dirigen en decremento no llegan todavía al valor cero (0).

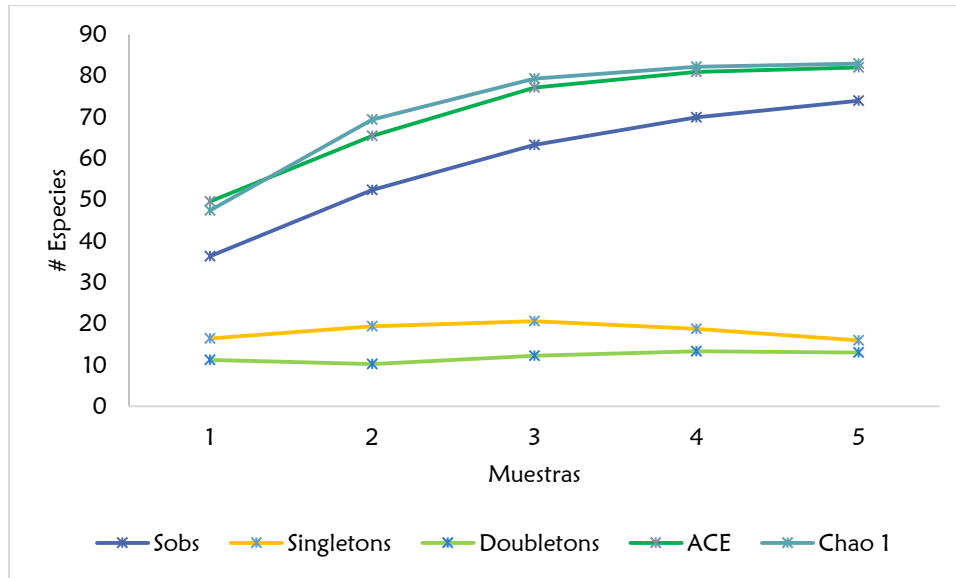


Gráfica 27. Acumulación de especies de aves para el eje del proyecto. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

Para el SAR la curva de acumulación de las especies observadas se muestra un poco alejada a de la asíntota, sugiriendo la existencia de especies que no fue posible registrar. Por su parte, los estimadores ACE y Chao1 calculan una riqueza de 82 y 83 especies respectivamente, en otras palabras, las especies registradas representan el 90.2% y 89.1% de las especies esperadas. En ambos casos el nivel de esfuerzo se puede considerar como satisfactorio.

Ante la posibilidad de nuevos registros, se estima que estos corresponden a especies raras, ya que las curvas de las especies únicas y dobles, aunque presentan una ligera tendencia a la baja,

hasta la muestra 5, continúan estando un tanto alejadas del valor cero (0). Como sea, la obtención de nuevos registros, sin duda implicaría una alta inversión de recursos, los cuales no siempre resultan disponibles o viables por la baja productividad que representa la obtención de un nuevo registro.



Gráfica 28. Acumulación de especies de aves para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

♣ Mamíferos

Los muestreos de campo arrojaron el registro de una sola especie de mamífero para el eje del proyecto, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Esta baja riqueza está asociada, en parte, a alto deterioro de la superficie del eje del proyecto, pues además de existir una carretera en la actualidad, las áreas aledañas no presentan características favorables para la presencia de mamíferos. Para el SAR el registro de este gremio se elevó a cinco especies, pues las condiciones de hábitat muestran una mayor calidad ambiental. En general todas las cinco especies se consideran comunes y con un alto grado de adaptabilidad a ambientes alterados. Cabe destacar que ninguna de ellas se encuentra referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo.

En términos de la calidad de endemismo, ninguna especie resultó endémica para el país, es decir, todas ellas presentan distribuciones amplias hacia el Norteamérica y Centroamérica.

Tabla 59. Listado de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto y el SAR. NE: No endémica.

Familia	Especie	Nombre común	Área observación		NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de endemismo
			Proyecto	SAR		
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache		x	---	NE
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	x	x	---	NE
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí		x	---	NE
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		x	---	NE
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano		x	---	NE

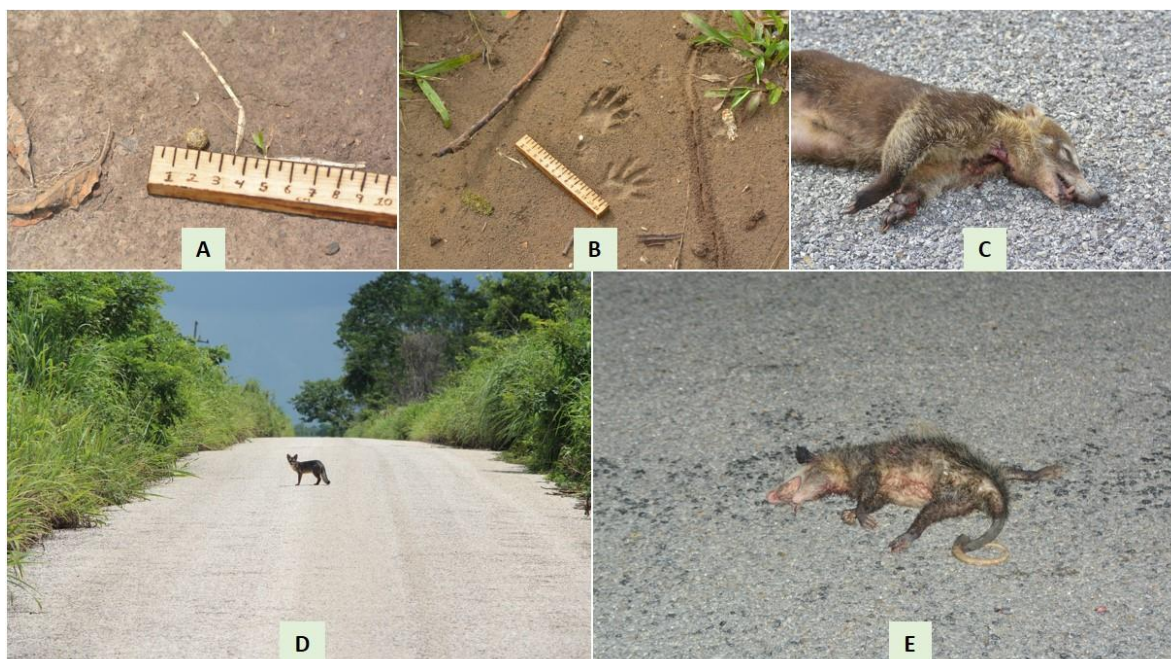


Figura 72. Especies de mamíferos registrados de modo directo e indirecto A: *Sylvilagus floridanus*; B: *Procyon lotor*; C: *Nasua narica*; D: *Urocyon cinereoargenteus*; E: *Didelphis marsupialis*.

En el eje del proyecto la zorra gris estuvo presente en tres de los cinco sitios de muestreo, lográndose registrar cuatro ejemplares entre avistamientos y rastros (heces). Esta especie, es probablemente uno de los mamíferos silvestres mejor adaptados a los ambientes modificados, y se debe en parte a que es una especie omnívora e incluso oportunista. Es frecuente observársele a plena luz del día cruzando carreteras, pastizales inducidos y tierras de cultivos.

Tabla 60. Abundancias de la especie de mamífero registrada en el eje del proyecto. O: ocasional.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	2	0	1	0	4	O

Para el SAR se registraron 14 ejemplares de cinco especies, tres de ellas resultaron raras, el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), el Coatí (*Nasua narica*) y el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*). El mapache (*Procyon lotor*) resultó una especie ocasional, mientras que la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) fue una especie frecuente con seis registros en cuatro de los cinco sitios de muestreo.

Tabla 61. Abundancias de las especies de mamíferos registradas en el SAR. O: ocasional; F: frecuente y R: rara.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	1	0	0	0	0	1	R
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	1	2	0	1	6	F
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	0	1	0	0	2	R
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0	0	0	2	3	O

Familia	Especie	Nombre común	Sitios eje del proyecto					Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
			1	2	3	4	5		
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	0	0	1	1	0	2	R

La diversidad de mamíferos no fue calculada para el eje del proyecto por la reducida cantidad de datos, de modo que de manera automática se podría considerar como muy baja. Respecto al SAR, la diversidad de mamíferos según el índice de Shannon es de H' : 1.43, traducido como una diversidad baja, a pesar de que la uniformidad de las abundancias fue relativamente estable entre las especies encontradas. Evidentemente al ubicarse los sitios de muestreo relativamente cercanos al eje del proyecto, las características ambientales, aunque son un tanto más favorable para la presencia de mamíferos, es importante resaltar que el uso de suelo dominante en prácticamente todo el SAR, son los pastizales inducidos para fines ganaderos, y más aún en las cercanías a la carretera actual, donde se inserta el proyecto. Por supuesto existen algunos parches forestales de mayor calidad a nivel del SAR, pero estos (los más importantes por su superficie), además de ser bastante inaccesibles se localizan hacia el suroeste y sureste del eje del proyecto a distancias que van de los dos kilómetros a los 14 kilómetros o más, de modo que se encuentran relativamente alejados del eje del proyecto.

Tabla 62. Datos ecológicos generales de los mamíferos registrados en campo

Sitio	Riqueza de especies	Abundancia	Diversidad (Shannon H')	Uniformidad (E)
Eje proyecto	1	4	---	---
SAR	5	14	1.43	0.89

Aunque se lograron registrar pocas especies de mamíferos debido en parte a las condiciones de deterioro ambiental, hubo registro de individuos a lo largo de toda la extensión del eje del proyecto, aunque la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) fue sin duda la especie que estuvo presente en casi todos los sitios de muestreo, tanto del eje del proyecto como del SAR, demostrando una alta adaptación a los ambientes alterados. En el siguiente mapa se puede observar la distribución precisa de las cinco especies de mamíferos registradas durante los muestreos.

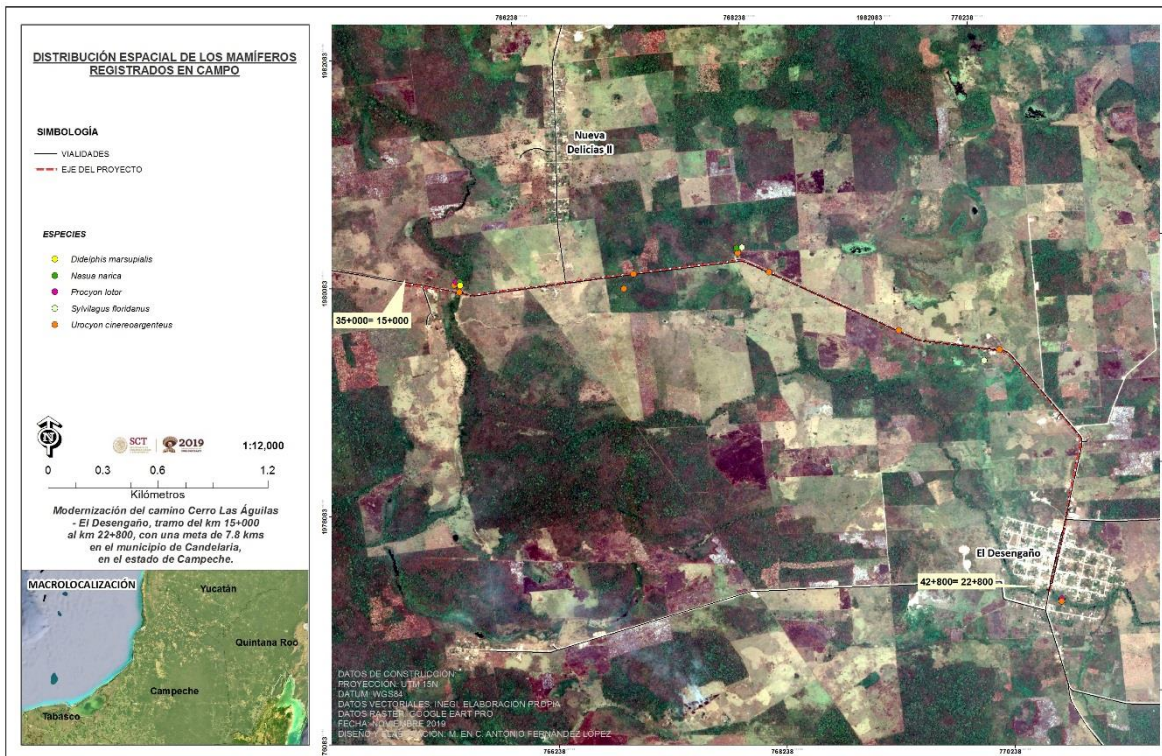
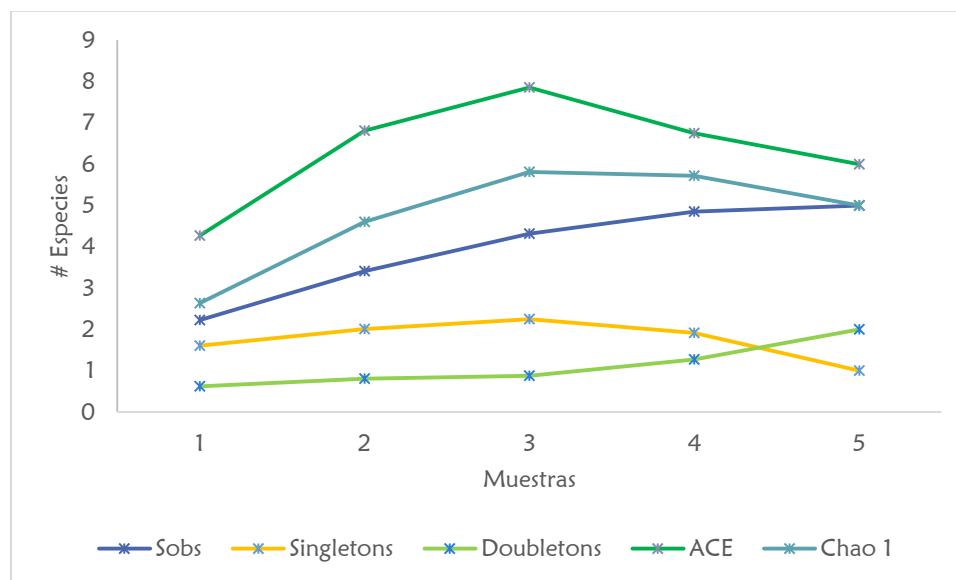


Figura 73. Distribución espacial de las especies de mamíferos registrados en el eje del proyecto y el SAR.

La acumulación de especies solo se calculó para el SAR por razones obvias. En la gráfica siguiente se observa que la curva de las especies observadas mantiene una proyección ligeramente en aumento indicando la posibilidad de encontrar nuevas especies ante un incremento en el esfuerzo de muestreo. Respecto a los estimadores, Chao 1 registra igualmente cinco especies con el esfuerzo invertido de modo que se ajusta 100% a las especies esperadas. Par ACE se estiman seis especies, de modo que las cinco encontradas en campo representan el 83.3% de las especies esperadas. Las curvas de las especies únicas y dobles indican y corroboran la posibilidad de registrar nuevas especies difíciles de encontrar por su condición de rareza, lo cual exige para dicho efecto invertir altos niveles de recursos, situación que puede no ser viable por la disponibilidad de ellos.



Gráfica 29. Acumulación de especies de mamíferos para el SAR. Sobs: especies observadas; Singletons: especies únicas; Doubletons; especies dobles, ACE y Chao 1: estimadores de riqueza.

♣ Impacto de la carretera actual sobre la fauna silvestre

El impacto de las carreteras hacia la fauna silvestre es bastante variable y depende de distintos factores, por ejemplo, el flujo vehicular, la longitud y anchura del cuerpo carretero, la velocidad con la que transitan los vehículos y por supuesto la ubicación o por donde se proyecta la carretera, es decir, a través de una zona forestal o a través de campos agrícolas o pastizales inducidos.

En el caso de la carretera actual que es justamente donde se inserta el proyecto, se pudo observar un impacto importante en el tema de los atropellamientos y colisiones a la fauna silvestre. Dentro de la extensión del proyecto, se registraron tres especies afectadas: el sapo costero (*Incilius valliceps*), el semillero brincador (*Volatinia jacarina*) y el chotacabras pauraque (*Nyctidromus albicollis*). Se hallaron al menos 10 ejemplares de las tres especies distribuidos a lo largo del proyecto, aunque se pudo observar que la mayoría de estos casos se localizaban en puntos donde la vegetación herbácea de las orillas de la carretera era muy densa, y también en sitios asociados a corrientes de agua. En este sentido es muy importante que de ser aprobado el proyecto se apliquen de forma estricta las medidas ambientales que ayuden a mitigar y prevenir el impacto a la fauna silvestre. Por ejemplo, se considera la adecuación de algunas obras de drenaje para ser habilitadas como pasos de fauna. Esta medida ayudaría en cierto grado a reducir los atropellamientos a gremios faunísticos como anfibios y reptiles que suelen ser los más afectados.

Por otro lado, la poda periódica de la vegetación herbácea de las orillas de la carretera, debe realizarse de manera que nunca sobrepase los 30 o 50 centímetros de altura, pues especies de talla pequeña como el semillero brincador, utilizan mucho estos ambientes en busca de alimento o para efectuar despliegues en la época reproductiva para atraer pareja. Estas dos medidas de mitigación y prevención se desarrollarán con más detalle en el programa de fauna silvestre (ver anexos).

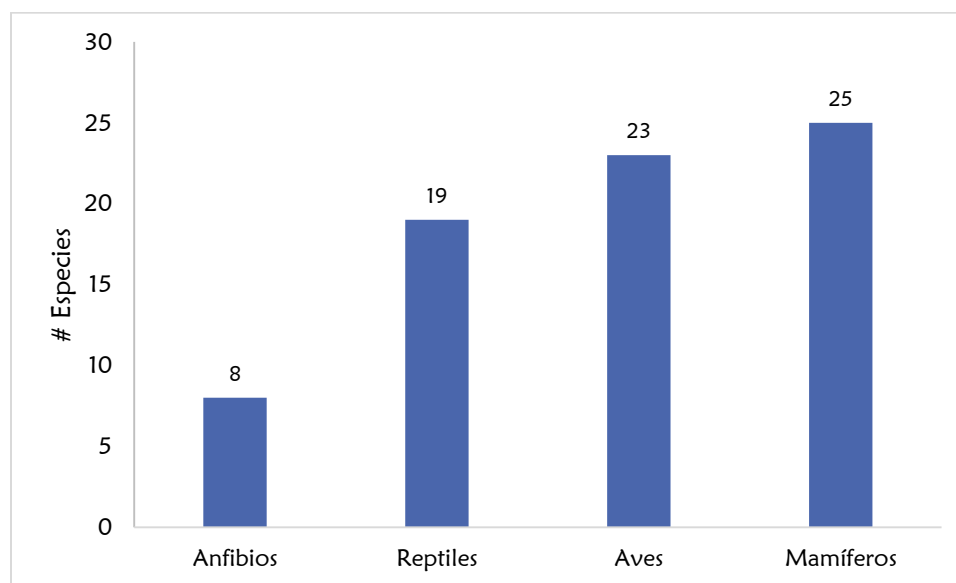


Figura 74. Ejemplares atropellados y colisionados registrados en la carretera actual del proyecto. A, B, C y D: *Incilius valliceps*; E: *Volatinia jacarina*; F y G: *Nyctidromus albicollis*.

Otros impactos de la carretera actual son la fragmentación de los ecosistemas agroecológicos y pequeños parches de vegetación forestal; la creación o incremento en la superficie con efecto de borde; y la pérdida de hábitats por mencionar algunos.

♣ Vertebrados de probable ocurrencia

Como medida complementaria a los muestreos realizados en el eje del proyecto y el SAR, se generó un listado de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del SAR. En este sentido dicho listado se compone de 75 especies de las cuales ocho son anfibios, 19 reptiles, 23 aves y 25 mamíferos (ver listado en anexos). Es fundamental aclarar, que algunas especies, si bien podrían estar presentes en el SAR, sería solo en aquellos sitios donde las condiciones ambientales son altamente favorables para cubrir las necesidades básicas de las especies, y por supuesto, habrá especies más generalistas que puedan ocurrir en las cercanías al eje del proyecto, ya de forma permanente o transitoria.



Gráfica 30. Riqueza de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia para el SAR.

Por ejemplo, dos especies emblemáticas para el país y que en la actualidad se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en Peligro de Extinción (P) son el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*), los cuales presentan una distribución potencial en todo o casi la totalidad el estado de Campeche. A nivel del SAR la distribución potencial según la CONABIO está limitada al norte, noreste, este y sureste como el área más amplia, y al suroeste cerca de las localidades de Narciso Mendoza, El Ramonal y Estrella del Sur en áreas de menor superficie pero que se conectan con áreas de alta calidad en territorio de Guatemala. En estas localidades es donde únicamente se tienen registros de avistamientos para el SAR según la base de datos de GBIF (Global Biodiversity Information Facility), áreas que se encuentran a más de cinco kilómetros de distancia del eje del proyecto, separados por una matriz de pastizales inducidos y con actividades ganaderas, de modo que no existe posibilidad ni las condiciones ambientales mínimas para que estos primates ocurran en las cercanías del trazo, de modo que no se plantean medidas de mitigación específicas dirigidas a estas especies.

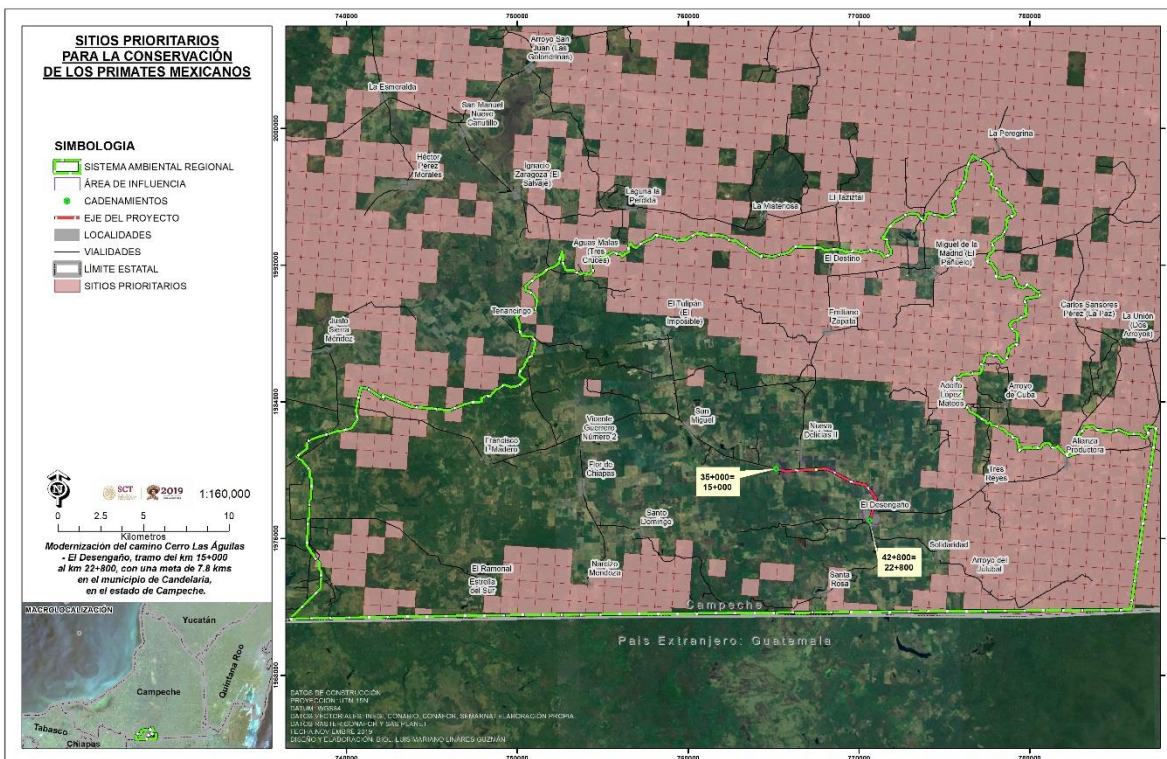


Figura 75. Sitios prioritarios para la conservación de primates. Nótese que el eje del proyecto y áreas adyacentes se encuentran fuera de las zonas prioritarias.

♣ Aspectos relevantes para fauna silvestre

a) Áreas de distribución en el SAR y en específico respecto al trazo carretero

La distribución de las especies registradas durante los nuestros de campo tanto para eje del proyecto como para el SAR se indica por gremio faunístico en sus respectivos apartados.

b) Acciones de rescate y reubicación que puedan garantizar su protección.

Se proponen las siguientes medidas para mitigar y prevenir los impactos a la fauna silvestre por la obra y operación de la carretera.

- Rescate y reubicación de herpetofauna
- Adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna silvestre
- Señalética de presencia y cruce de fauna silvestre
- Pláticas ambientales
- Poda periódica de la vegetación de borde (orillas de la carretera)
- Implementación de reductores de velocidad

c) Cuando así lo amerite, alternativas para modificar el trazo de proyecto y hacer factible técnica y ambientalmente su construcción.

No se prevé ninguna modificación al trazo del proyecto en términos de la fauna silvestre

d) Ubicación y número de pasos de fauna propuestos por tipo de ecosistema.

Se consideran dos obras de drenaje para ser habilitadas como pasos de fauna. Se localizan en los siguientes cadenamientos:

- 35+383 = 15+383
- 41+583 = 21+583

e) Diseño y tipo(s) de estructura a construir como pasos de fauna terrestres o arbóreos, justificados en función de las especies faunísticas que se pretenden proteger y conservar en el SAR. Considerando en todo momento la viabilidad técnica y económica de dichas estructuras.

En el programa de fauna silvestre se desarrollan las características fundamentales a considerar para la adecuación de las obras de drenaje como pasos de fauna silvestre. (Ver anexo)

4.2.1.2.3 Ecosistemas

Los ecosistemas son el hábitat de una importante diversidad biológica; desarrollan funciones ambientales como la regulación del ciclo hidrológico, captura y almacenamiento de agua, captura de carbono, generación y conservación de suelos, refugio de fauna, entre otros, y proporcionan numerosos bienes para las poblaciones humanas, tales como alimento, madera para construcción, leña, entre otros. La vegetación representa un elemento básico de todo ecosistema, ya que éste alberga al resto de los componentes de la biodiversidad. A su vez, proporciona las condiciones ambientales para la subsistencia de otras especies, y auxilia a la generación de material orgánico para la calidad del suelo. El ecosistema es un complejo dinámico, tanto de los elementos físicos y de los organismos vivos (flora y fauna) dentro de un área en la cual ellos toman forma y lo habitan; espacio que al ser alterado se provoca un desequilibrio en su funcionalidad y estructura.

El cambio en el uso del suelo trae consigo, además de la reducción en la extensión del hábitat, un cambio marcado en la configuración espacial del paisaje, de manera que la vegetación

remanente queda constituida por una serie de fragmentos más o menos aislados, inmersos en una matriz de terrenos antrópicos, lo que se conoce como fragmentación.



Figura 76. Fragmentación del ecosistema.

De cualquier modo, la fragmentación implica una mayor exposición a la influencia antrópica, que se manifiesta en cambios en variables físicas (p. ej., incrementos en la temperatura e incidencia del viento y disminución de la humedad relativa), biológicas (p. ej., exposición a nuevas especies competidoras o depredadoras) y humanas (p. ej., aumento en actividades antropogénicas). Es bien conocido que el impacto del cambio en dichas variables aumenta conforme la conversión del hábitat produce un contraste mayor entre las características del ambiente original y el transformado; además, se sabe que tal impacto disminuye hacia el interior del fragmento de vegetación remanente, constituyendo el llamado efecto de borde. No solo el tamaño de los fragmentos varía, sino también su forma y ubicación. La forma es importante porque influye en el grado de exposición que el interior de un fragmento tiene al efecto de borde (mientras más se aleja de la forma circular es mayor el efecto de borde); la ubicación es crítica, en particular en términos de la distancia respecto a la vegetación no fragmentada.



Figura 77. Áreas con mayor exposición a la influencia antrópica.

Dentro del SAR se presenta una vegetación rica y altamente variada. La uniformidad de la flora se explica por las condiciones geológicas y climáticas. Las coberturas forestales cada vez son menos; actualmente existe un predominio de vegetación secundaria y fragmentos de selvas con diverso grado de modificación en un equilibrio inestable por la intensa y continuada deforestación a que ha estado sometida la región, unido a un empobrecimiento de las áreas forestales lo que limita los aprovechamientos. Las actividades productivas que se desarrollen en estos territorios como, por ejemplo, la cacería furtiva, la extracción no controlada de materiales para construcción, los desmontes para actividades agropecuarias no permitidas y todas aquellas incompatibles con la fragilidad de estos ecosistemas deben ser cuidadosamente controladas, ya que actualmente están afectando drásticamente la funcionalidad y equilibrio ecológico.

En ese mismo sentido, el desplazamiento de la cobertura vegetal disminuye la calidad ambiental en ciertas superficies del SAR y consecuentemente dentro del ecosistema, en estas zonas el arribo de especies pioneras que logran colonizar rápidamente sitios perturbados llegan a desplazar a especies nativas. Con el desplazamiento de la vegetación se genera un efecto de borde que muestra cambios inmediatos y drásticos en la temperatura y humedad ambiental (microclima), en la penetración de luz y en la exposición al viento. Existen dos factores importantes en el SAR que han afectado la diversidad biológica: la pérdida de hábitats y la fragmentación. Bajo este contexto, la fragmentación se asocia con los efectos negativos derivados de las acciones antrópicas que conllevan a la modificación del territorio y que se ve reflejado en la pérdida de hábitats naturales, en la disminución e incluso en la baja riqueza

de algunas especies. Las principales causas de la fragmentación actualmente son la expansión poblacional y la ganadería.



Figura 78. Una de las actividades primarias en la región es la ganadería, misma que ha impactado amplias extensiones que tenían selva.

A medida que va aumentando la pérdida de superficie de hábitat, disminuye la conectividad y se hace más evidente el efecto de borde. Los procesos de fragmentación mencionados anteriormente, han provocado una disminución de las cubiertas vegetales, dejando la vegetación original de un área determinada reducida a pequeños fragmentos aislados unos de otros, con el incremento de vegetación secundaria. En paisajes transformados en la zona de estudio, donde la pérdida de cubiertas vegetales es devastadora, los efectos de esta alteración inciden principalmente sobre especies florísticas con requerimientos de hábitat muy particulares. La fragmentación del paisaje ha producido una serie de parches de vegetación remanente rodeados por una matriz de vegetación distinta y/o uso de la tierra. Los efectos primarios de esta fragmentación se reflejan en las alteraciones microclimáticas dentro y alrededor del remanente (parche) y el otro efecto es el aislamiento de cada área con respecto a otras áreas remanentes dentro del paisaje.

El eje del proyecto y sus áreas aledañas presentan un alto deterioro en sus componentes naturales, que se podría describir como un paisaje agropastoril con una matriz franca de pastizales inducidos para las actividades ganaderas. Las áreas forestales se dejan ver a manera de parches aislados, lo que ha provocado una baja en el nivel de conectividad entre fragmentos de hábitats adecuados, situación que invariablemente afecta a las especies de fauna silvestre de baja movilidad o poco tolerantes al cruce de una matriz relativamente inhóspita.



Figura 79. Ejemplo de dos sitios importantes en las cercanías al inicio del eje del proyecto y al final de este.

Durante los muestreos fue evidente la diferencia en la riqueza y diversidad de los distintos gremios florísticos y faunísticos, siendo más elevados los valores obtenidos para el SAR que para las AP. La razón de que en el eje del proyecto se obtuviera una menor representatividad de fauna silvestre, se debe fundamentalmente a que existe en la actualidad una carretera bordeada principalmente por vegetación herbácea de tipo ruderal, que genera un microambiente homogéneo poco atractivo para la fauna. No obstante, se logró registrar una riqueza de vertebrados terrestres compuesta por 42 especies divididas en un anfibio, cuatro reptiles, 36 aves y un mamífero.

La carretera actual además de provocar fragmentación, pérdida de hábitats y efecto barrera, genera impactos a la fauna silvestre que se traducen en atropellamientos y colisiones, aparentemente frecuentes a lo largo de toda la extensión de la carretera donde se inserta el proyecto. Durante los muestreos fue evidente que se trata de un problema presente que debe mitigarse y prevenirse. En este contexto, para el presente proyecto se considera la adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna silvestre, la instalación de señalética de presencia y cruce de fauna, la implementación de reductores de velocidad en sitios estratégicos y la poda periódica de la vegetación de borde a orillas de la carretera. Con estas medidas se esperaría una baja considerable en la incidencia de los atropellamientos y colisiones.

Además del impacto propio de la carretera, es muy probable que el mayor problema a nivel del SAR sea el derribo y quema de vegetación forestal para crear nuevos pastizales. Este hecho se evidenció en las cercanías a lo largo del eje del proyecto, dejando ver un paisaje en deterioro, que demuestra un mal manejo de los recursos naturales por parte de los pobladores.



Figura 80. Desplazamiento de la selva para dar paso a pastizales cultivados.



Figura 81. Imágenes de impactos negativos ambientales en el eje del proyecto y en áreas aledañas.

♣ Ecosistemas ambientalmente sensibles

De manera directa no se afectarán ecosistemas ambientalmente sensibles, ya que únicamente el proyecto pretende modernizar la carretera actual, por lo que los impactos ambientales se sumarian a los ya existentes; sin embargo, directamente se afectarán algunas coberturas de vegetación forestal, aunque muy mínimas; sin embargo, deberá llevarse a cabo un proyecto sustentable que promueva la protección y conservación de ecosistemas.

4.2.1.4 Medio socioeconómico

♣ Generalidades

Campeche abarca un territorio de 51, 833 km², de los cuales el municipio de Candelaria ocupa un 9.8%, es decir, una extensión de 5, 643 km² de superficie. Una parte considerablemente grande teniendo en cuenta que el estado de Campeche se divide en 11 municipios. Campeche forma parte de la península de Yucatán, una de las formaciones geológicas más recientes del relieve mexicano. El municipio de Candelaria, según sus coordenadas geográficas se encuentra ubicado en 17°49'00" y 18°30'39" de latitud norte y los meridianos 91°14'00" y 91°19'42' de longitud oeste. Colinda con los municipios de Carmen y Escárcega al norte, al este con los municipios de Escárcega y Calakmul, al oeste con el municipio de Carmen, se encuentra rodeado por la República de Guatemala de sur a este por el estado de Tabasco de sur a Oeste.

El municipio queda dividido en dos regiones por el clima que se presenta. Por el norte podemos encontrar un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano y humedad media que comprende el 51.20% del territorio. Hacia el sur, en la región restante encontramos un clima subhúmedo tropical lluvioso, con lluvias monzónicas, en verano. Las temperaturas oscilan entre el mínimo de 24° C y el máximo de 28°C

La región que comprende Candelaria cuenta con un rango de precipitación entre 1200 y 2000 mm. Abarcando el periodo Mayo-Diciembre, siendo Septiembre y Octubre los meses con mayor precipitación.

♣ Demografía

En el año 2015 se registró una población de 43,879 individuos, este año la diferencia entre la cantidad de habitantes masculinos se vio reducida, con una diferencia de 273 hombres por encima del total de mujeres. Siendo las mujeres 21,803 (49.68%) y 22,076 los hombres (50.325%)

En la siguiente tabla puede observarse la distribución de la población en grupos de edad entre el 2005 y el 2010:

Tabla 63. Distribución de la población en grupos de edad entre el 2005 y el 2010

Grupos de edad	Población (2005)	Población (2010)
0 a 5 años	5205	5424
6 a 14 años	9540	9002
15 a 17 años	2848	3107
18 a 24 años	4005	5013
25 a 59 años	12525	15149
60 años y mas	2675	3280

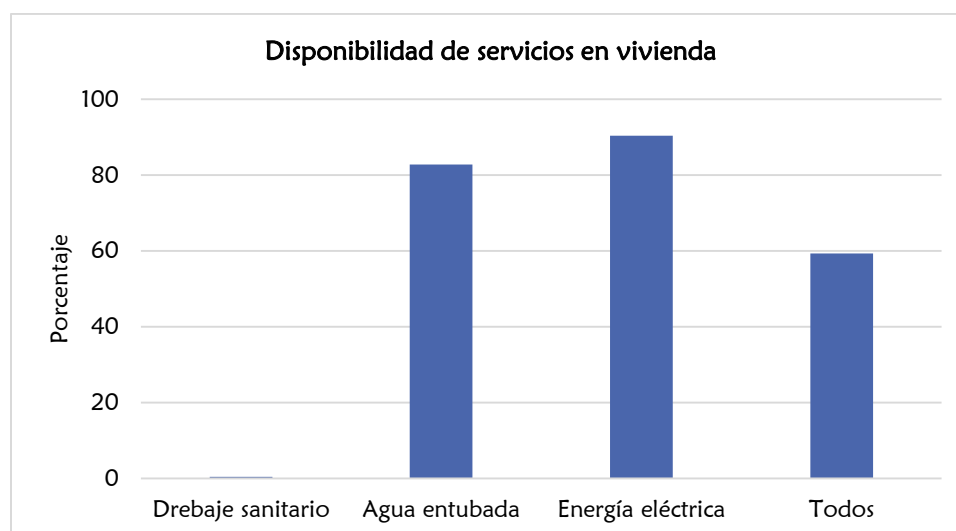
En el año 2015 la población se compuso un 36% de menores de 14 años, 26% se encontraban entre los 15 y 29 años, el 30% estaba entre los 30 y los 59 años y sólo un 8% era mayor de 60 años. La población que se encontraba en su primero 14 años de edad en el 2015 fue conocida como la “*generación crucial*” debido a que en un corto periodo de tiempo se convertirán en un grupo de padres jóvenes, la existencia de dicho grupo representa una llamada de atención para el aumento de servicios públicos de educación, salud, nutrición y

equipamiento urbano, ya que aunado al notable crecimiento de la población juvenil viene el aumento de la población de la tercera edad.

♣ Vivienda

De acuerdo al Anuario Estadístico de Campeche del año 2017 para marzo del 2015 se censaron 11,556 viviendas particulares habitadas, distribuidas de en las siguientes categorías: 96.49 % eran casas, 1.84 % cuartos o viviendas en vecindad, 0.31 % otro tipo de vivienda y 1.36 % no especificado. El 72.91% de estas viviendas cuentan con piso de cemento o firme, el 97.18 % cuentan con paredes de tabique, ladrillo o similar, y el 87.42% cuenta con techo de lámina, paja, palma o madera.

En cuanto a los servicios básicos se tienen que alrededor del 59% de las viviendas cuenta con los servicios básicos, a excepción del drenaje sanitario donde se observa un 0.45 % de disponibilidad. De acuerdo al Anuario Estadístico de Campeche, para el año 2015 el 99% de las viviendas utiliza fosa o tanque séptico para la disposición de residuos de drenaje sanitario.



Gráfica 31. Disponibilidad de servicios básicos

♣ Salud

Según datos del SNIM se tiene que en el 2010 la población derechohabiente era de 31,465 habitantes, 9,480 No derechohabientes y 249 no especificados. El conjunto de población derechohabiente se conforma por aquellos habitantes que tienen acceso a algún tipo de servicio médico sea IMSS, ISSSTE, ISSSTE estatal, Seguro popular, Pemex u otra.

Las unidades médicas en el municipio eran 34 (10.2% del total de unidades médicas del estado).

El personal médico era de 63 personas (2.9% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1.9, frente a la razón de 6.5 en todo el estado.

♣ Educación

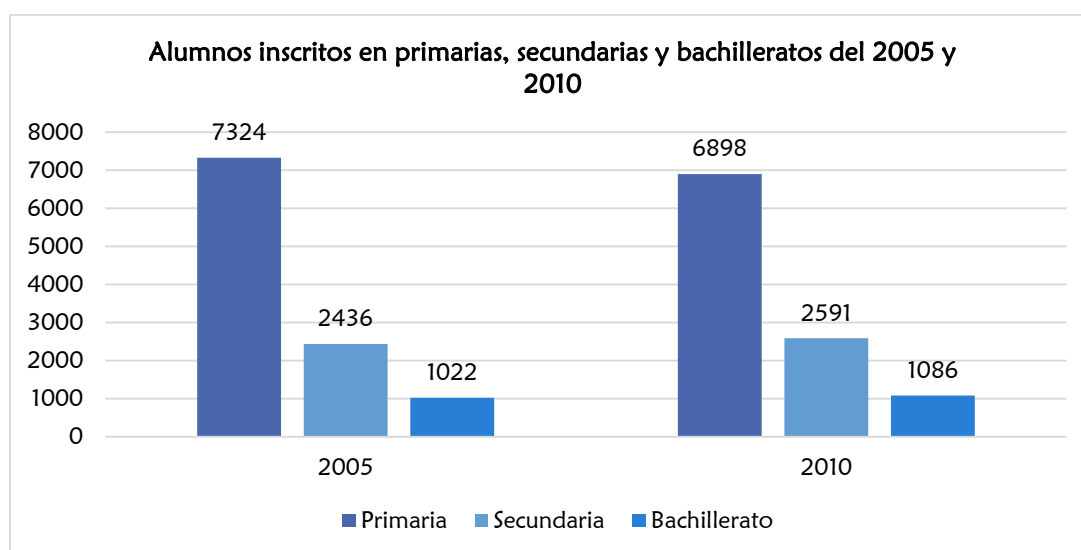
Se tiene registrado que en el año 2005 el grupo de infantes de entre 6 y 14 años mostró la mayor asistencia en el año con un total de 8,824 estudiantes. Es preocupante ver que su

grupo de edad contiguo decae de forma drástica a 1,568 estudiantes de entre 15 y 17 años, lamentablemente el tercer grupo de edad de entre 18 y 24 años contó con 558 alumnos.

Para el año 2010, el que había sido el grupo de edad con mayor alumnado ostentaba aún el amargo título, el alumnado decayó a 8,342 estudiantes, es decir, la pérdida de 482 estudiantes en 5 años. El segundo grupo de estudiantes formado por adolescentes de entre 15 y 17 años contaba con solo 1,818 estudiantes. Los estudiantes de entre 18 y 24 años de edad eran únicamente 700 y los estudiantes que estaban entre los 25 y los 30 años de edad eran la mínima cantidad de 68, este grupo se redujo casi en un 60%

En el año 2005 no había escuelas privadas en el municipio de Candelaria, se contaba únicamente con 275 instalaciones educativas de gobierno, 95 preescolares, 141 primarias, 34 secundarias y 4 bachilleratos. Con 107, 340, 102 y 31 aulas en uso, respectivamente. Un total de 580 aulas en uso. Dichas aulas fueron atendidas por 601 docentes, 94 en preescolar, 346 en primaria, 121 en secundaria y 40 en bachillerato.

Para el año 2010 se abrieron 2 escuelas privadas, 1 preescolar y 1 escuela primaria.



Gráfica 32. Alumnos inscritos en educación básica

♣ Economía

El municipio de Candelaria cuenta con una economía que durante 300 años se enfocó en la explotación del palo de tinte, en dicha época se destacó como lugar de abastecimiento del colorante negro que se usaba para teñir las telas. Cabe señalar que cuando los ingleses descubrieron la anilina provocaron que la explotación del palo tinte declinara totalmente como producto de exportación. La economía se ha beneficiado con el tiempo porque después, sus habitantes decidieron explotar lo que su territorio les ofrecía, siendo el árbol de chico zapote uno de los que más abundan en Candelaria, del cual se extrae el chicle. El nuevo rubro económico no tuvo el impacto deseado debido a la comercialización de la goma de mascar en otros lugares en el país.

Tiempo después, sus habitantes se dieron cuenta de lo importante que era optar por otras actividades que les permitieran una mayor recaudación financiera, por lo que se enfocaron en actividades agropecuarias y forestales, además de que se dieron cuenta de que la

maravillosa naturaleza de la región, era un punto importante de atracción turística, siendo así el comienzo de la publicidad turística de Candelaria y otras partes del estado de Campeche.

Para el año 2015 se tuvo que la PEAO fue de 14,274 habitantes, distribuidos de manera que 59.35% de ellos se centraban en el sector primario, 8.88% trabajaban en el sector secundario, 9.28% se dedicaban a actividades relacionadas con el sector primario, 22.26% ostentaban un empleo en el sector de servicios y solo el 0.24% se encontraba en una actividad económica no identificada.

4.2.1.5 Paisaje

El paisaje es uno de los conceptos clave de la ciencia. Muchas veces se le ha confundido con la noción y la realidad de la región, sobre todo cuando vemos que a “lo natural” se le han “incorporado” objetos que no lo son y que, por tanto, contribuyen a distinguirlo de otros que, desde el punto de vista natural, no lo serían. (Paisaje natural, paisaje humanizado o simplemente paisaje; Revista Geográfica Venezolana, Vol. 47(1) 2006, 113-118)

Ambientalmente hablando podemos entender por Paisaje a: toda extensión de cualquier dimensión, en cuyos límites los diferentes componentes naturales de la estructura geológica, litológica, relieve, clima, agua, suelo, flora y fauna, tanto en estado natural como modificado por el hombre se encuentran en estrecha interacción formando un sistema (Mateo, 2007).

Los paisajes, han formado parte de la vida diaria del hombre, independientemente de que sean naturales o hayan sido modificados. La deforestación progresiva trae consigo el aumento de la heterogeneidad espacial, la fragmentación y las características de borde en un paisaje forestal. La fragmentación se refiere a la división de la continuidad espacial de las áreas de bosque en parches aislados que se encuentran separados por un tipo de cobertura de suelo, como las tierras agrícolas, que se le denomina comúnmente como matriz. A nivel de parche, la fragmentación provoca un incremento en la cantidad de borde y un aislamiento del parche, así como una reducción de su tamaño. Esto a su vez, provoca un mayor aislamiento de las poblaciones o de las especies individuales, lo que puede reducir la viabilidad poblacional a través de sus efectos en procesos ecológicos clave, tales como la dispersión. La fragmentación es la principal causa de pérdida de la biodiversidad (Newton y Tejedor, 2011).

Poco se ha hecho para mejorar o revertir el deterioro de los paisajes. La poca intervención para analizar y actuar ante esta problemática, se ha llevado a cabo mayormente por la sociedad científica. En 1984 apareció por primera vez el término “Ciencia del Paisaje”, y este estaba enfocado principalmente para desiertos y glaciares con un interés particular en los procesos físicos. Sin embargo, al paso del tiempo el concepto se fue ampliando cada vez más, llegándose a crear una compleja jerarquía de unidades de paisaje de diversas dimensiones, que van desde grandes unidades como fajas de paisajes que atraviesan un continente, hasta pequeñas unidades como fragmentos de roca diminutos (Troll, 2003).

4.2.1.5.1 Evaluación del paisaje visual

♣ Método

La presente metodología tiene como finalidad evaluar la calidad paisajística a través de un análisis visual de ciertos elementos que componen el entorno. Se seleccionaron ocho factores representativos del paisaje que pueden ser evaluados fácilmente desde cualquier ubicación,

aunque preferentemente desde un terreno alto para tener un mayor rango de visión. Los factores considerados en este análisis son los siguientes:

1. Geomorfología
2. Vegetación
3. Fauna silvestre
4. Agua
5. Color
6. Fondo escénico
7. Singularidad o rareza
8. Actuaciones humanas

Para abordar los elementos a evaluar, se elaboró una matriz paisajístico-descriptiva compuesta por los ocho factores antes mencionados y cinco alternativas de calidad del paisaje, cada cual con una breve descripción de las condiciones esperadas y su valor cuantitativo para fines evaluativos.

Tabla 64. Matriz de evaluación para el paisaje visual.

FACTORES	CALIDAD DE PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
GEOMORFOLOGÍA	Relieve montañoso y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
VEGETACIÓN	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterada.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1

FACTORES	CALIDAD DE PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
FAUNA	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
AGUA	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	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 elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=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.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1

FACTORES	CALIDAD DE PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
SINGULARIDAD O RAREZA	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de intervención o modificación 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 fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1

El análisis se desarrolló durante la salida de campo, donde se seleccionaron de manera aleatoria seis sitios de muestreo a lo largo del eje del proyecto, siendo este número lo suficientemente representativo de acuerdo a la longitud del proyecto. La ubicación espacial de los sitios de evaluación se puede observar en el siguiente mapa:



Figura 82. Distribución espacial de los sitios de evaluación para el paisaje visual.

El procedimiento de evaluación lo llevó a cabo un grupo multidisciplinario con el fin de obtener resultados confiables por la variabilidad de enfoques. Asimismo, se insistió para el

Sitio	Coordenadas	
	X	Y
1	765616.5	1979973.4
2	766421.8	1979989.5
3	768158.3	1980079.4
4	769945.9	1979231.1
5	770880.5	1978502.8
6	770638.8	1977029.3

grupo evaluador, mantener un alto grado de objetividad y análisis durante la asignación de los valores a cada uno de los factores evaluados. Por otro lado, se definió un radio de evaluación para cada sitio de muestreo que puede ir entre 200 y 500 metros según las condiciones de cada sitio, exceptuando para el factor Fondo Escénico, donde la evaluación se considera básicamente hasta el infinito u horizonte.

Finalmente se generó una escala de calidad paisajística para asignar los valores a los diferentes factores del paisaje, en esta se expresa tanto en términos cualitativos como en términos cuantitativos según los rangos mínimo (8) y máximo (40) de calidad de acuerdo a un paisaje en total deterioro y uno en óptimas condiciones respectivamente.

Tabla 65. Escala de calidad paisajística.

Calidad	Rango de valores
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

♣ Resultados

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos durante los muestreos realizados, sugieren que el área de estudio principalmente en lo concerniente al eje del proyecto y zonas adyacentes, se encuentra impactada de forma significativa y un tanto variada, es decir, la calidad visual del paisaje se observa con cierto grado de homogeneidad, registrándose valores que van desde los 17 puntos, equivalentes a una calidad baja, hasta valores de 23 puntos que representan una calidad media. El valor promedio para el área total de estudio se estima en 20.5 puntos lo cual lo ubica en una calidad visual baja con tendencia a media, de acuerdo a la escala planteada.

A lo largo del proyecto se pudieron apreciar sitios altamente deteriorados o modificados por efecto de las actividades del hombre, principalmente por la ganadería, sin embargo, las zonas urbanas y asentamientos humanos que pudieron identificarse durante la salida son de baja población. Por otro lado, también se observaron superficies con un moderado grado de conservación, fundamentalmente en el componente vegetal.

Tabla 66. Distribución espacial de los sitios de evaluación para el paisaje visual.

FACTOR	SITIOS DE MUESTREO						CALIDAD PAISAJÍSTICA PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	
Geoformas	3	3	3	3	3	3	3.0
Vegetación	2	2	1	2	1	2	1.7
Fauna	3	3	2	3	2	3	2.7
Agua	3	3	2	3	3	2	2.7
Color	3	2	2	2	2	3	2.3
Fondo escénico	3	2	3	3	2	3	2.7
Singularidad o rareza	3	2	3	3	2	3	2.7
Actuaciones humanas	3	2	2	3	2	3	2.5
Calidad del paisaje por sitio	23	19	18	22	17	22	<u>20.5 CP:</u> <u>Media</u>
Valor absoluto							

De los seis sitios evaluados podemos destacar que los sitios 2, 3 y 5, son los que presentan los puntajes más bajos dentro de los muestreos, ubicándolos en la escala de calidad baja de acuerdo a la escala planteada anteriormente. Esto se debe a que los sitios presentan un alto grado de impacto debido al desmonte de zonas forestales para la ganadería, dejando algunos fragmentos de vegetación natural en sitios más alejados y dispersos.



Figura 83. Vistas panorámicas que muestran un paisaje transformado para fines ganaderos.

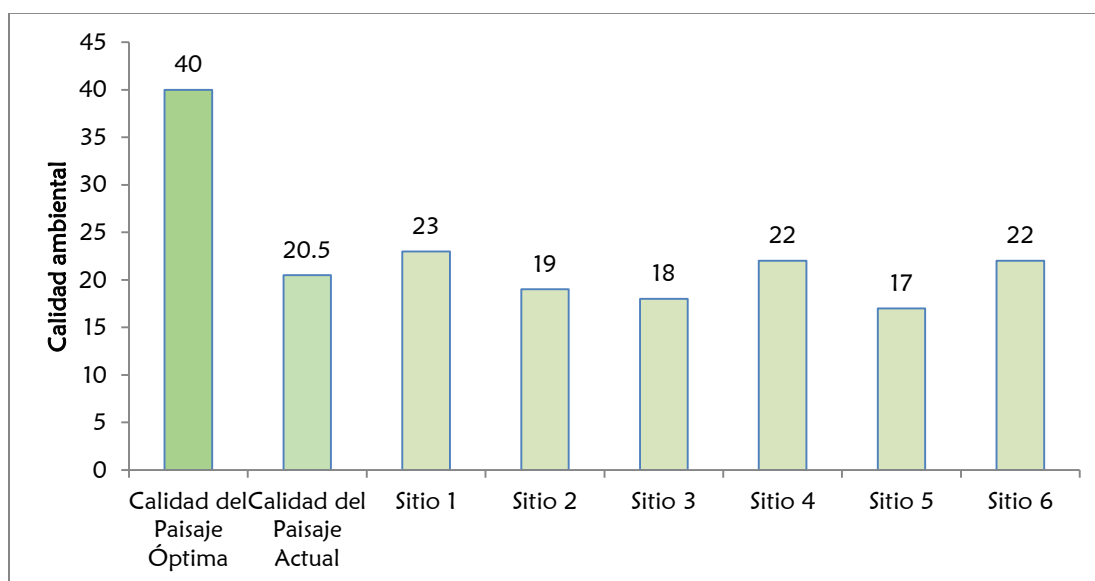
Respecto a los sitios 1, 4 y 6, se observó una mayor calidad paisajística en su atractivo visual de acuerdo a la escala de evaluación planteada, ubicándolos en el rango de calidad paisajística media. A pesar que en general a lo largo del trazo del proyecto podemos observar una calidad paisajística un tanto homogénea debido a las actividades ganaderas propias de la región, en estos sitios se pudo observar zonas donde la vegetación presenta cierto nivel de conservación. También pueden ser localizados a lo largo de la vía de comunicación algunos fragmentos de vegetación secundaria arbórea, sin embargo, estas zonas se encuentran mayormente fuera del

derecho de vía señalado por lo que una modernización no causaría efectos de alto impacto sobre estas zonas semi-conservadas.



Figura 84. Vistas panorámicas que muestran un paisaje con algunos elementos naturales que realzan su condición y su atractivo.

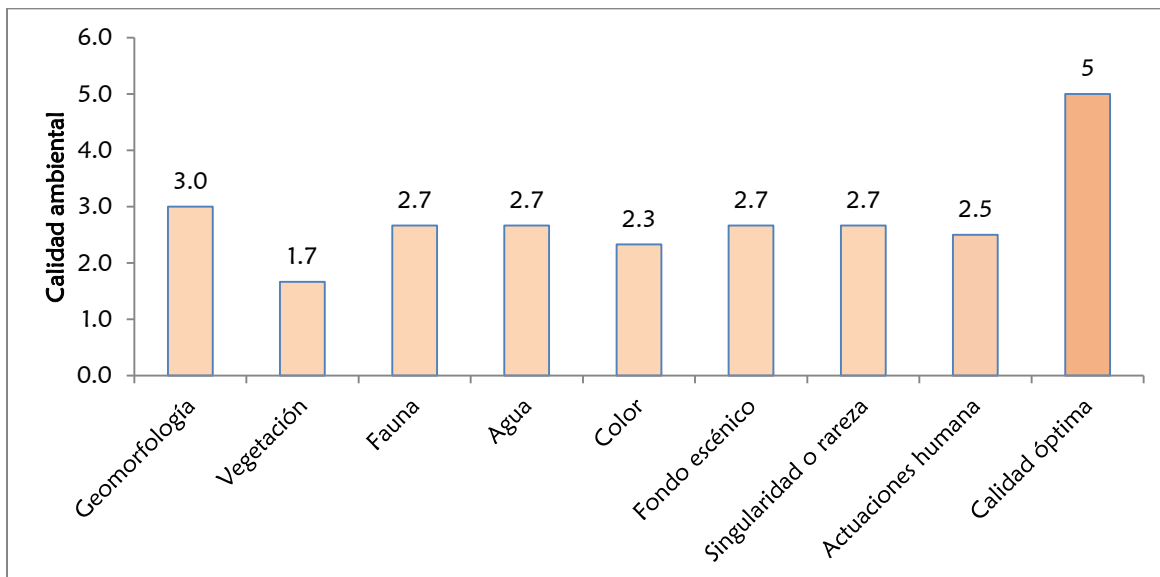
En la siguiente gráfica se muestra de modo comparativo los valores de calidad paisajística obtenidos para los diferentes sitios de muestreo, donde se observa cierta homogeneidad de calidad entre los rangos medio y bajo. Los valores mayormente contrapuestos corresponden al sitio 5 con un valor de 17, equivalente a una calidad baja, y al sitio 1 con el valor más alto obtenido igual a 23 puntos correspondiente a una calidad media.



Gráfica 33. Comparación de los diferentes valores de calidad paisajística obtenida para cada sitio de muestreo.

En cuanto a los ocho factores evaluados, se obtuvo el valor promedio de cada uno de ellos, siendo la vegetación la que tuvo la representación más baja con 1.7 puntos en un máximo de 5. Por su parte la geomorfología presentó un valor promedio de 3 puntos en un máximo de

5, ubicándolo como el factor mejor representado en el paisaje en términos de su calidad. El factor agua se encontró en un rango de representación media en los sitios de muestreos, se pudieron observar algunos cuerpos de agua pequeños, que realzaron la calidad visual a lo largo del trazo del proyecto, únicamente mostrando ligeros signos de contaminación orgánica por las heces del ganado.



Gráfica 34. Comparación de los diferentes valores promedio de calidad para los factores evaluados.

En general, la situación actual del paisaje visual a nivel del eje del proyecto y zonas aledañas, muestra un paisaje fragmentado con aspectos homogéneos de conservación y deterioro. A lo largo del proyecto, el eje cruza a través de zonas de origen antropogénico como son las tierras de cultivo y asentamientos humanos dispersos, pastizales inducidos, terrenos desprovistos de vegetación y vegetación secundaria. En los siguientes grupos de imágenes se pueden observar tantos sitios integrados por algunos elementos relevantes para la calidad visual como es la vegetación forestal y la presencia de agua. Por otro lado, están los espacios ampliamente abiertos, donde dominan los pastizales inducidos y pequeños fragmentos de vegetación secundaria herbácea y arbustiva.



Figura 85. Imágenes panorámicas de sitios relativamente conservados a lo largo del eje del proyecto.



Figura 86. Imágenes panorámicas de sitios altamente impactados para la ganadería a lo largo del eje del proyecto.

Básicamente la ejecución del proyecto no representa mayor impacto respecto a problemas ambientales, tanto por la dimensión en el ancho de la carretera existente como por el derecho de vía delimitado a lo largo de todo el trazo, que en su mayoría corresponde a zonas abiertas donde se desarrollan pastizales inducidos para fines ganaderos. No obstante, es fundamental que se cumplan en tiempo y forma todas las medidas ambientales propuestas en esta MIA-R.

4.3 Diagnóstico ambiental

Todas aquellas metodologías que se usen para determinar el estado de vulnerabilidad o conservación en el que se encuentre un sistema ambiental de cualquier tipo, se definen como Diagnóstico Ambiental.

Estas metodologías deben conllevar a propuestas que den la pauta para garantizar la conservación, protección, recuperación o rehabilitación de los recursos naturales en un sistema ambiental, sin intervenir con el desarrollo propio de una región.

México, al igual que muchos países del mundo, se enfrenta al reto de atender y resolver una serie de problemas ambientales que podrían ser obstáculos importantes para alcanzar la sustentabilidad en el futuro. El cambio climático, la pérdida de los ecosistemas y de su biodiversidad, así como la escasez y contaminación de los recursos hídricos son, quizá, algunos de los más importantes, pero no los únicos. La necesidad de actuación se vuelve más urgente si se toma en cuenta que estos problemas han trascendido la esfera ambiental para afectar aspectos sociales y económicos (INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO, SEMARNAT, 2015).

Las secuelas que puede dejar la construcción de infraestructura, así como la mala gestión de las tierras son muy variadas de acuerdo a la obra de la que se trate, no obstante, se pueden citar los siguientes (SEMARNAT, 2012):

1. Pérdida de la diversidad biológica
2. Fragmentación y pérdida de hábitats
3. formación de obstáculos para la migración de algunas especies de fauna silvestre con una alta susceptibilidad de atropellamientos.
4. Incremento en los niveles de erosión (principalmente hídrica)

5. Problemas de desertificación
6. Alteración de los caudales y riberas de arroyos y ríos
7. Contaminación de las aguas superficiales y freáticas
8. Contaminación del aire y los suelos

Bajo este contexto, para determinar el estado en el que se encuentra el sistema ambiental a lo largo de la vía de comunicación la cual será sometida a una modernización, se llevó a cabo una metodología la cual se basa en la ponderación *in situ* de ocho factores ambientales representativos del entorno inmediato a la vía de comunicación.

4.3.1 Ponderación de factores ambientales.

4.3.1.1 Metodología

Con fines de estimar la calidad ambiental se llevó a cabo un procedimiento de ponderación *in situ* de ocho factores ambientales seleccionados de manera tal, que representaran las condiciones actuales en que se encuentra el área del proyecto a lo largo de la vía de comunicación. Previamente a la salida de campo se generó una matriz de evaluación con el objetivo de guiar al ponderador durante el proceso de evaluación y obtener resultados más confiables. La matriz está compuesta por los ocho factores ambientales con una breve descripción sobre las características o condiciones que se sugiere evaluar, además incluye un rango de cinco niveles de calidad ambiental con los que finalmente se asignan los valores a cada factor en cada punto de muestreo.

Tabla 67. Matriz para la evaluación de la calidad ambiental.

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Geoformas <i>Características o condición a evaluar:</i> Cortes en el terreno, terraplenes, extracción o agregación de material, túneles, minería subterránea y a cielo abierto, etc.	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo <i>Características o condición a evaluar:</i> Evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto de desmontes o incendios, pastoreo, etc.	Sin erosión aparente	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Calidad del agua <i>Características o condición a evaluar:</i> Evaluar visual y olfativamente cuerpos y corrientes de agua. Poner atención en el crecimiento excesivo de plantas o algas acuáticas. De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias.	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4
	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
Cubierta vegetal <i>Características o condición a evaluar:</i>	Mayor al 100 %	5
	75 – 100 %	4

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Evaluar visualmente el porcentaje aproximado que cubre la vegetación leñosa en una superficie determinada, siempre en relación al tipo de vegetación que se trate. Los valores porcentuales varían mucho en ecosistemas áridos y pastizales naturales. En ecosistemas tropicales o bosques templados el porcentaje de cobertura suele superar naturalmente el 100%, mientras que en matorrales naturales el porcentaje máximo puede llegar apenas al 50%. Los valores serán relativos.	50 – 75 %	3
	25 – 50 %	2
	Menor al 25 %	1
Naturalidad de la vegetación <i>Características o condición a evaluar:</i> Buscar evidencias de desmontes, incendios, crecimiento de vegetación secundaria, malezas o plantaciones con estructura antinatural, monosiembras o reforestaciones con especies alóctonas.	Vegetación original	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre <i>Características o condición a evaluar:</i> Analizar el estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., además de elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios.	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Diversidad biológica observable <i>Características o condición a evaluar:</i> De acuerdo al tipo y condición de los ecosistemas se evaluarán en función de lo observable en términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos.	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1
Evidencia de penetración antropogénica <i>Características o condición a evaluar:</i> Presencia de asentamientos humanos, caminos, brechas, basura, actividades de aprovechamiento de recursos naturales, pastoreo, agricultura, etc.	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

Se seleccionaron seis sitios de muestreo de forma aleatoria a lo largo del eje del proyecto y se tomaron las coordenadas UTM para una mejor ubicación y representación cartográfica.

En cada sitio se evaluaron las condiciones actuales de los ocho factores ambientales considerando un radio de muestreo de alrededor de 50 metros analizando con detalle las características del lugar, poniendo particular atención en todos los elementos de degradación que repercuten en la calidad original de los componentes naturales.

Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con el fin de obtener resultados confiables.

Tabla 68. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental *in situ*.

Sitio	Coordenadas	
	X	Y
1	765616.5	1979973.4
2	766421.8	1979989.5
3	768158.3	1980079.4
4	769945.9	1979231.1
5	770880.5	1978502.8
6	770638.8	1977029.3



Figura 87. Ubicación espacial de los sitios de evaluación para el diagnóstico ambiental.

El procesamiento y evaluación de los datos obtenidos en cada uno de los muestreos realizados a lo largo del eje del proyecto para diagnosticar el estado ambiental, se realizaron una vez concluidos los trabajos de campo.

El procedimiento realizado consistió en generar una escala de calidad ambiental basada en el número de factores ambientales utilizados y en la escala numérica de calidad según la matriz diseñada.

A través de la escala de calidad ambiental se procedió a la interpretación de los datos obtenidos en campo dando como resultado las condiciones ambientales de cada uno de los sitios de muestro y del eje del proyecto en su totalidad.

Tabla 69. Escala de calidad ambiental y rango de valores

Calidad ambiental	Rango de valores
Muy alta	33.7 -- 40
Alta	27.3 -- 33.6
Media	20.9 -- 27.2

Baja	14.5 -- 20.8
Muy baja	8 -- 14.4

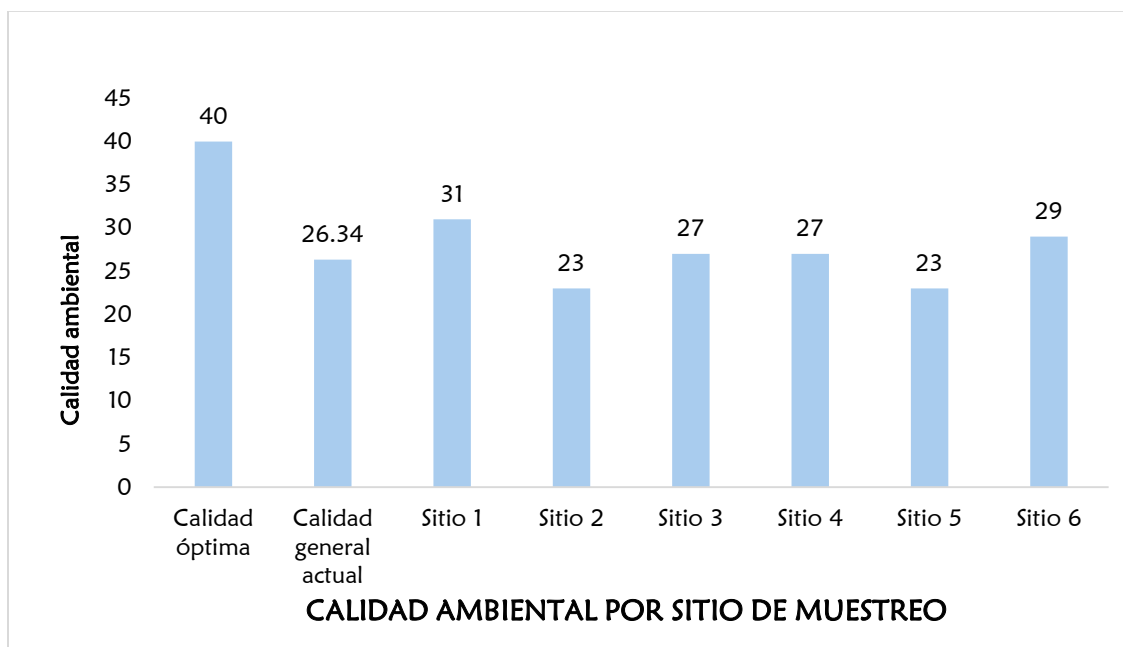
4.3.1.2 Resultados

Con base en los resultados obtenidos se estima que la calidad ambiental promedio para el eje del proyecto es de 26.34 puntos equivalentes a una calidad media según la escala de calidad establecida. Podemos observar niveles de calidad por sitio de muestreo que van desde 23 puntos (sitios 2 y 5) correspondientes a una calidad baja, hasta valores de 31 puntos (sitio 1) que equivalen a una calidad alta.

Los valores obtenidos nos reflejan un estado de conservación bastante elevado para el factor de las Geoformas, un estado de conservación medio para los factores de Vegetación, Agua, Hábitat y Diversidad, mientras que el factor Antropogénico es el de mayor susceptibilidad a lo largo de todo el proyecto.

Tabla 70. Resultados obtenidos de la evaluación ambiental por sitio de muestreo

Factor	Sitios de muestreo						Calidad ambiental por factor
	1	2	3	4	5	6	
Geoformas	4	4	4	4	4	4	4.00
Suelo	5	4	4	4	4	4	4.17
Calidad del agua	4	5	5	5	5	4	4.67
Cubierta vegetal	3	2	3	3	2	4	2.83
Naturalidad de la vegetación	4	2	3	3	2	4	3.00
Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre	4	2	3	3	2	3	2.83
Diversidad biológica observable	4	2	3	3	2	3	2.83
Evidencia de penetración antropogénica	3	2	2	2	2	3	2.33
<i>Calidad ambiental por sitio</i>	31	2 3	2 7	2 7	2 3	2 9	CA: Media (26.34)



Gráfica 35. Comparativa de la calidad ambiental por sitio de muestreo.

La homogeneidad representada en la mayor parte de los factores analizados durante el recorrido de campo se deriva principalmente de la actividad ganadera propia de la región, la cual ha traído como consecuencia la eliminación de amplias superficies de vegetación natural para promover el desarrollo de pastizales inducidos. En otras palabras, esta actividad representa el desplazamiento de la vegetación nativa de modo sistemático, para ampliar la productividad de las zonas de pastoreo y siembra de forrajes, que es la principal actividad productiva de la región.

A lo largo del trazo se pudieron observar algunas áreas forestales principalmente alejadas de la vía de comunicación, donde se inserta el proyecto, mientras que las zonas para el pastoreo y siembra de forraje dominan las zonas adyacentes a la misma.

Los sitios 1 y 3 que fueron de los mejor representados en términos de su calidad ambiental, presentan elementos naturales interesantes que proveen valor visual al paisaje local, además de microambientes para la fauna silvestre, misma que fue posible observar en franca actividad, principalmente el grupo de las aves.



Figura 88. Sitio 1 y 3.- Áreas en estado de conservación significativa adyacentes al camino actual.

Caso contrario, se pueden citar a los sitios 2 y 5, donde fue evidente el deterioro de los elementos naturales, la vegetación natural reducida a pastizales para fines ganaderos, reduciendo la cantidad de hábitats disponibles para la vida silvestre. En las siguientes imágenes se observa un panorama poco alentador en términos de conservación, pues resulta evidente la dominancia de los pastizales y la tumba y quema de la vegetación forestal.



Figura 89. Sitio 2 y 5.- Áreas modificadas para actividades agropecuarias, donde aplican el derribo y quema de la vegetación.

Con base en los resultados se puede inferir que, en caso de autorizarse las obras de modernización de la vía de comunicación actual, las afectaciones ambientales que se generarían en el proyecto serían afectaciones parciales a los componentes naturales conservados de la zona, sin embargo, para las zonas que ya representan un grado elevado de degradación, estas obras no representarían alteraciones significativas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto se considera viable en términos ecológicos, siempre y cuando se apliquen y respeten las medidas de mitigación y/o compensación propuestas en el presente estudio.

4.3.1.3 Conclusión

Actualmente el área de estudio presenta diversos niveles de calidad ambiental. Podemos describir la zona del proyecto como una superficie homogénea compuesta de elementos de origen antropogénico, así como elementos de origen natural que se han estado degradando a través de los años por las actividades propias de la región. El valor más alto obtenido en el procesamiento de la información es de 31 puntos para el sitio 1, mientras que para los sitios 2 y 5 el valor es de 23 puntos, sitios que presentan un contraste bien definido en cuanto a la calidad ambiental para el eje del proyecto y sus áreas aledañas.

CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	2
5.1 Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales	3
5.1.1 Matriz de identificación de impactos	3
5.1.2 Matriz de evaluación de impactos	4
5.2 Identificación de impactos	7
5.3 Valoración de los impactos	11
5.3.1 Valoración con proyecto y sin medidas de mitigación	11
5.3.2 Valoración con proyecto y con medidas de mitigación	21
5.3.3 Impactos residuales	28
5.4 Resultados	28

Índice de gráficas

Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría	10
Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa	10
Gráfica 3. Comparación de escenarios en la etapa de preparación del sitio	29
Gráfica 4. Comparación de escenarios para la etapa de construcción.	30
Gráfica 5. Comparación de escenarios para la etapa de operación y mantenimiento.	30

Índice de tablas

Tabla 1. Componentes e indicadores	3
Tabla 2. Etapas y actividades del proyecto.	4
Tabla 3. Clasificación de la significancia.	6
Tabla 4. Escala de evaluación para los criterios seleccionados.	6
Tabla 5. Escala de evaluación para el criterio de mitigación.	7
Tabla 6. Matriz de identificación de impactos	8
Tabla 7. Valoración sin medidas al medio biótico – Preparación del sitio	12
Tabla 8. Valoración sin medidas al medio abiótico – Preparación del sitio	13
Tabla 9. Valoración sin medidas al medio social – Preparación del sitio	14
Tabla 10. Valoración sin medidas al medio biótico – Construcción	14
Tabla 11. Valoración sin medidas al medio abiótico – Construcción	15
Tabla 12. Valoración sin medidas al medio social – Construcción	17
Tabla 13. Valoración sin medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento	18
Tabla 14. Valoración sin medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento	19
Tabla 15. Valoración sin medidas al medio social – Operación y mantenimiento	20
Tabla 16. Valoración con medidas al medio biótico – Preparación del sitio	21
Tabla 17. Valoración con medidas al medio abiótico – Preparación del sitio	22
Tabla 18. Valoración con medidas al medio social – Preparación del sitio	23
Tabla 19. Valoración con medidas al medio biótico – Construcción	23
Tabla 20. Valoración con medidas al medio abiótico – Construcción	24
Tabla 21. Valoración con medidas al medio social – Construcción	25
Tabla 22. Valoración con medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento	26
Tabla 23. Valoración con medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento	26
Tabla 24. Valoración con medidas al medio social – Operación y mantenimiento	28

CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

5.1 Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y valorar 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 evalúa dichos impactos y los caracteriza de acuerdo al beneficio o perjuicio ejercido tanto sobre el área de influencia como el SAR del proyecto.

5.1.1 Matriz de identificación de impactos

Con esta matriz se identifican los impactos en base a la interacción entre componentes del sistema ambiental regional, para los cuales se eligen elementos indicadores de la calidad ambiental del lugar, así como indicadores de la calidad de vida (elementos básicos para conocer el estado de desarrollo de una comunidad) y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

- ❖ Se definen los elementos indicadores para cada categoría a evaluar: Medio biótico y servicios ambientales, Medio abiótico y Medio social.
- ❖ Se enlistan las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo al programa de trabajo presentado en el capítulo 2 y a la información proporcionada por el promotor.

La matriz quedó integrada por tres categorías, ocho subcategorías, 20 componentes y 31 indicadores, mostrados en las tablas siguientes:

Tabla 1. Componentes e indicadores.

Medio biótico		
Subcategoría	Componente	Indicador
Vegetación	Forestal No forestal	Afectación a la cobertura
Fauna	Herpetofauna Ornitofauna Mastofauna	Calidad de hábitat
Servicios ambientales	Captura de carbono Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal
	Protección de la biodiversidad y ecosistemas Protección del suelo	Afectación al suelo por erosión e Intemperismo
Medio abiótico		
Agua	Cauces Calidad del agua	Modificación de cauces Arrastre de sólidos Filtración de sustancias

Suelo	Degradación Calidad del suelo	Modificación del relieve Estabilidad de taludes Erosión Generación de RSU Generación de RME Generación de RP´s
Atmósfera	Calidad perceptible del aire Ruido	Emisión de polvo Emisión de GEI Intrusión lumínica Emisión de ruido diurno Emisión de ruido nocturno
Medio social		
Paisaje	Elementos bióticos Elementos abióticos Elementos humanos	Flora y Fauna Agua y suelo Color Actuaciones humanas
Socioeconómico	Social	Disponibilidad de servicios urbanos Seguridad de los trabajadores Seguridad de los usuarios
	Economía	Actividades comerciales Generación de empleos

Tabla 2. Etapas y actividades del proyecto.

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Instalación de obras provisionales Desmonte Despalme (áreas de modernización)	Excavación para OD menor Instalación de OD menor Acarreos Alineaciones Terracerías Pavimentación Limpieza general	Operación Conservación rutinaria Conservación periódica

5.1.2 Matriz de evaluación de impactos

La metodología de evaluación de impactos es denominada Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1990) está basada en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental.

Este método considera que el valor del impacto ambiental (VIA), generado por una acción es producto de las siguientes variables:

Tipo de actividad que genera el cambio.

Carácter del impacto. Se establece si el cambio en relación al estado previo de cada actividad del proyecto es positivo o negativo.

Intensidad. Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto. Basado en una calificación subjetiva se estableció la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto.

Extensión o influencia espacial. Es la superficie afectada por las actividades del proyecto tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambiental.

Duración del cambio. Establece el período de tiempo durante el cual las actividades propuestas involucran cambios ambientales.

Magnitud. Es un indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M_i = \sum [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Dónde:

M_i = índice de magnitud del efecto o impacto i

I_i = intensidad del efecto o impacto i; W_I = peso del criterio intensidad

E_i = extensión del efecto o impacto i; W_E = peso del criterio extensión

D_i = duración del efecto o impacto i; W_D = peso del criterio duración

Peso de los criterios: $W_I + W_E + W_D = 1$

Reversibilidad. Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.

Riesgo. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre el componente.

El índice integral de impacto ambiental (VIA). El desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamamiento, mediante una expresión matemática que integra los criterios anteriormente explicados. Su formulación es la siguiente:

$$VIA_i = (R_i * W_R) + (Rg_i * W_{Rg}) + (M_i * W_M)$$

Dónde:

VIA_i = Índice integral de impacto ambiental para el componente o variable i.

R_i = reversibilidad del efecto o impacto i; W_R = peso del criterio reversibilidad

Rg_i = riesgo del efecto o impacto i; W_{Rg} = peso del criterio riesgo

M_i = índice de magnitud del efecto o impacto i; W_M = peso del criterio magnitud

Además: $W_R + W_{Rg} + W_M = 1$

Los pesos relativos asignados a cada uno de los criterios corresponden a los siguientes:

- W intensidad (W_I) = 0.40
- W extensión (W_E) = 0.40

- W_{D} duración (W_D) = 0.20
- W_M magnitud (W_M) = 0.61
- W_R reversibilidad (W_R) = 0,22
- W_{Rg} riesgo (W_{Rg}) = 0.17

Significado. Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el VIA obtenido, según las siguientes categorías:

Tabla 3. Clasificación de la significancia.






Índice (VIA)	Nivel o significado
> 8,0	Muy alto 
6,0 - 8,0	Alto 
4,0 - 6,0	Medio 
2,0 - 4,0	Bajo 
< 2,0	Muy bajo 

Tabla 4. Escala de evaluación para los criterios seleccionados.

Criterios	Nivel de impacto				Peso (W)
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Intensidad	Baja La afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes	Media La afectación cubre del 10% al 30% de los recursos existentes	Alta La afectación cubre del 30% al 60% de los recursos existentes	Muy alta La afectación cubre más del 60% de los recursos existentes	W_I
I	1 -2	3 -5	6 - 8	9 - 10	0.40
Extensión	Puntual, , afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 100 m.	Parcial, si el efecto ocurre a una distancia entre los 100 m y los límites de la unidad ecológica	Extenso, efecto que se extiende hacia el AI	Generalizado o total	W_E
E	1 -2	3 -5	6 - 8	9 - 10	0.40
Duración	Fugaz (< 1 año)	Temporal (1 -2 años)	Persistente (2 - 5 años)	Permanente (> 5 años)	W_D
D	1 -2	3 -5	6 - 8	9 - 10	0.20
Magnitud	$M_i = \sum [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i + W_D)]$				W_M
M					0.61
Reversibilidad	Corto plazo (< 1 año)	Mediano plazo (1 - 5 años)	Largo plazo (5 - 10 años)	Irreversible (> 10 años)	W_R
R	1 -2	3 -5	6 - 8	9 - 10	0.22

Criterios	Nivel de impacto				Peso (W)
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Riesgo	10 %	10% - 30%	30% - 60%	>60%	W_{Rg}
Rg	1 -2	3 -5	6 - 8	9 - 10	0.17
Índice integral de impacto ambiental	$VIA_i = (R_i * W_R) + (Rg_i * W_{Rg}) + (M_i * W_M)$				
VIA					

Finalmente, es importante poder contar con un escenario que represente el índice de impacto ambiental que puede obtener cada componente considerando la aplicación y efectividad de las actividades de prevención y mitigación. De esta forma se tendrán dos escenarios para el proyecto uno con valores de impactos ambientales calculados “sin medidas” y otro “con medidas”.

Para obtener este último escenario se considera al criterio de Reversibilidad como una capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial pero con ayuda de la intervención humana, es decir con ayuda de las actividades de mitigación. Por lo tanto para este escenario con medidas, se sustituye el criterio de Reversibilidad por el de Mitigación (Mi), considerando la siguiente escala.

Tabla 5. Escala de evaluación para el criterio de mitigación.

Criterios	Nivel de impacto				Peso (W)
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Mitigación	No hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 10% del impacto ambiental identificado.	Existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 10 al 30% del impacto ambiental identificado.	Existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) más del 60% del impacto ambiental identificado.	W_{Mi}
Mi	1 -2	3 -5	6 - 8	9 - 10	0.22

5.2 Identificación de impactos

Se observa que de los 31 indicadores utilizados en la matriz de identificación, 27 de ellos serán afectados por el proyecto en cierta forma y magnitud, lo cual se determinará con la metodología complementaria desarrollada en el inciso siguiente.

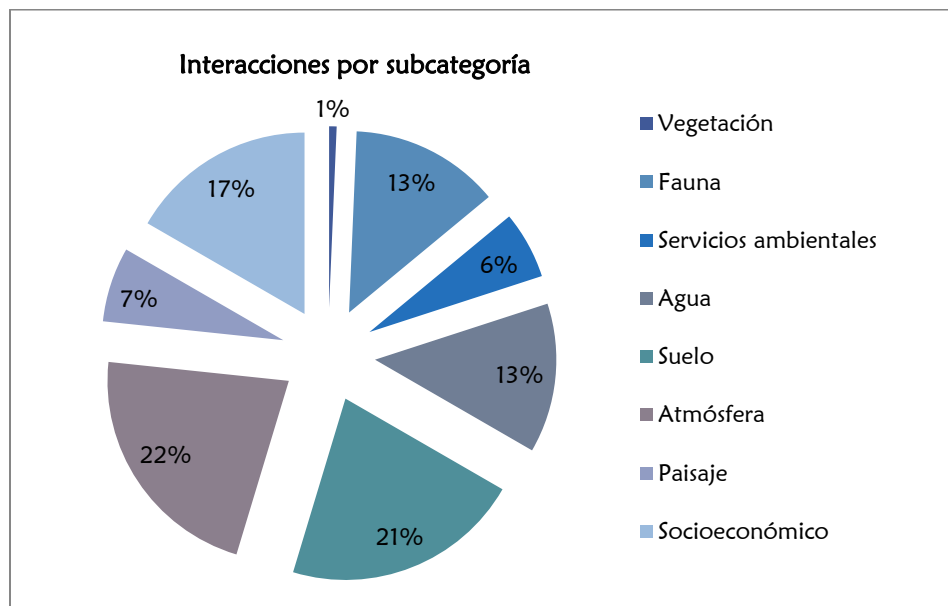
De estos 27 indicadores afectados, se desprende un total de 150 interacciones o impactos, los cuales se identifican con un “1” en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 6. Matriz de identificación de impactos

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS				ACTIVIDADES DE INSTALACIÓN DEL PROYECTO														
CATEGORIAS	SUB CATEGORIA	COMPONENTES	INDICADOR	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN							OP Y MTT0				
				Obras provisionales	Desmante	Despalme	Excavaciones para OD menor	Instalación de OD menor	Excavaciones en cortes	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica	
MEDIO BIOTICO	VEGETACIÓN	Vegetación forestal	Afectación a la cobertura	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vegetación no forestal	Afectación a la cobertura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FAUNA	Herpetofauna	Modificación de la calidad del hábitat	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	
		Ornitofauna	Modificación de la calidad del hábitat	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	
		Mastofauna	Modificación de la calidad del hábitat	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	
	SERVICIOS AMBIENTALES	Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		Protección de biodiversidad y ecosistemas	Afectación la cobertura vegetal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Protección del suelo	Afectación por erosión e Intemperismo	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEDIO ABIOTICO	AGUA	Cauces	Modificación al cauce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del agua			Arrastre de sólidos	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
			Filtración de sustancias	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
SUELO		Degradación	Compactación	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
			Erosión	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
			Estabilidad de taludes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad del suelo	Generación de RSU	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1

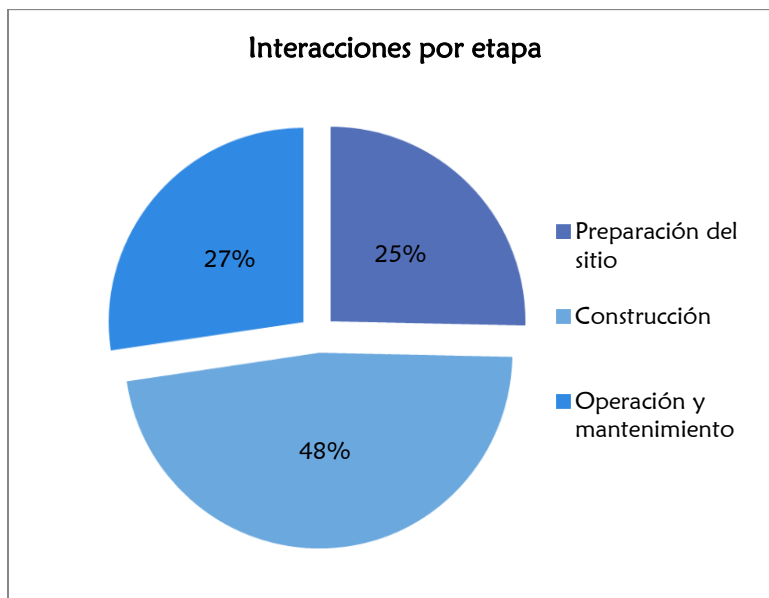
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS				ACTIVIDADES DE INSTALACIÓN DEL PROYECTO													
CATEGORIAS	SUB CATEGORIA	COMPONENTES	INDICADOR	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN							OP Y MTTTO			
				Obras provisionales	Desmante	Despalme	Excavaciones para OD menor	Instalación de OD menor	Excavaciones en cortes	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica
ATMÓSFERA			Generación de RP's	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	
			Generación de RME	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
	Calidad perceptible	Emisión de polvo	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
		Emisión de GEI	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
		Ruido	Emisión de ruido diurno	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
Emisión de ruido nocturno	0		0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1		
MEDIO SOCIAL	PAISAJE	Elementos bióticos	Flora y fauna	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Elementos abióticos	Calidad de agua y suelo	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
		Elementos humanos	Actuaciones humanas	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
			Color	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SICIO ECONOMICO	Elementos sociales	Disponibilidad de servicios urbanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
			Seguridad de los trabajadores	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
			Seguridad de los usuarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		Elementos económicos	Actividades comerciales	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
			Generación de empleo	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1

Al agrupar los 150 impactos identificados en base a la subcategoría en la que se presentan, se obtiene la gráfica siguiente donde se observa que la mayor parte se presentará en la subcategoría de Atmósfera (22 %), Suelo (21%), Agua (13 %), Fauna (13 %) donde en general se puede considerar que los impactos serán negativos; por otra parte, en los elementos Socioeconómicos (17%) donde se esperan generalmente impactos positivos.



Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría

De acuerdo a la etapa en que se espera su generación, la distribución queda de la forma siguiente:



Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa

Se observa que en las diferentes etapas del proyecto se pueden esperar impactos de diferente naturaleza y significado cuya valoración se desarrolla en el inciso siguiente; sin embargo, en este ejercicio de identificación se puede observar que la etapa de Preparación del sitio genera el 25 % de los impactos: desde la generación de empleos temporales hasta la modificación del hábitat para la fauna debido a las actividades de desmonte y despalme.

En la etapa de Construcción se prevén la mayor parte de los impactos (48 %), asociados a las emisiones al aire, agua o suelo como son los residuos tanto urbanos como peligrosos (contenedores de aceite, gasolina, pintura, piezas mecánicas, etc.), la emisión de gases de combustión y de ruido, movimiento de material, polvo, etc.

La etapa de Operación y mantenimiento generará el 27 % de los impactos esperados, tanto positivos como negativos. Entre los primeros se encuentra la generación de empleos temporales, una vía de comunicación adecuada a la topografía de la zona, segura para sus usuarios, mientras que entre los segundos se puede considerar la generación de residuos urbanos durante su operación y conservación, así como los efectos en la fauna silvestre al convertirse en una barrera física, creando en efecto de borde para su desplazamiento natural en busca de refugio y alimento.

5.3 Valoración de los impactos

5.3.1 Valoración con proyecto y sin medidas de mitigación

5.3.1.1 Preparación del sitio sin medidas

5.3.1.1.1 Medio biótico

En un escenario sin medidas de mitigación adecuadas se observa que los impactos debido a las actividades de preparación del sitio presentan un Significado Medio y Alto. En esta etapa se realizan las actividades de movimiento de material, desde la remoción de vegetación en las superficies de ampliación, así como el movimiento de material para realizar las alineaciones pertinentes. Si bien las actividades de desmonte y despalme, son puntuales y temporales, su efecto es carácter permanente, en este caso la superficie requerida para la modernización de camino es de 5.185 Ha de las cuales sólo 0.423 Ha presentan vegetación forestal.

Las 0.423 ha con vocación forestal dentro de la Línea de cerros establecida para el proyecto, se compone de vegetación secundaria de selva mediana subperenifolia, esta superficie representa el 4.59% del total ocupado por la LC.

La pérdida de cobertura vegetal para las áreas de modernización, implica la pérdida de fuentes de alimento y refugio, y en general una modificación del hábitat de la fauna presente en el Área de influencia del proyecto, por lo que se observan impactos altos y medios dependiendo del grupo faunístico considerado. Dentro del área de proyecto se observaron 42 especies, 1 un anfibio, 4 reptiles, 36 aves y un mamífero; y de acuerdo a las observaciones en campo esos números aumentan en zonas dentro del SAR con mejor grado de conservación y relativamente lejanas al camino, esto permite suponer que las comunidades faunísticas serán afectadas por la creciente fragmentación del hábitat, tanto por el proyecto como por actividades humanas previas presentes en la región.

Dentro del SAR se registraron *Lithobates brownorum*, *Rhinoclemmys areolata*, *Iguana iguana*, *Cathartes burrovianus*, *Geranospiza caerulescens*, *Leptodon cayanensis*, *Rostrhamus sociabilis*, *Mycteria americana*, y *Eupsittula nana* con alguna categoría de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 7. Valoración sin medidas al medio biótico – Preparación del sitio.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Vegetación forestal	Afectación a la cobertura	Desmante	-	1	2	9	3	9	9	5.34	Medio
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmante	-	7	5	8	6.4	9	9	7.41	Alto
		Despalme	-	6	5	8	6	9	9	7.17	Alto
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Obras provisionales	-	5	4	5	4.6	5	8	5.27	Medio
		Desmante	-	6	5	8	6	7	8	6.56	Alto
		Despalme	-	6	5	8	6	7	8	6.56	Alto
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmante	-	6	5	8	6	8	9	6.95	Alto
		Despalme	-	5	6	8	6	8	9	6.95	Alto
Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	2	2	8	3.2	9	9	5.46	Medio
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	2	2	8	3.2	9	8	5.29	Medio
Protección de la biodiversidad	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	2	2	9	3.4	9	9	5.58	Medio
Protección del suelo	Afectación por erosión e intemperismo	Desmante	-	4	3	5	3.8	9	9	5.83	Alto
		Despalme	-	6	4	5	5	9	9	6.56	Alto

5.3.1.1.1 Medio abiótico

Como se muestra en la siguiente tabla, la valorización de los componentes del medio abiótico en un escenario sin medidas de mitigación presenta impactos negativos con significado Medio, en la mayor parte de los casos. Los impactos para el medio abiótico se deben a las emisiones que las actividades de preparación del sitio puedan generar al agua, aire y suelo.

En el caso el agua se contempla cualquier tipo de residuos sólidos, (material de despalme o de instalación de obras provisionales) que pueda ser arrastrado a los escurrimientos cercanos.

Para el suelo se considera la erosión temporal por viento o lluvia al perder la protección de la cubierta vegetal, lo cual se vincula con la emisión de polvo a la atmósfera y el arrastre de material a los escurrimientos. También se contempla la emisión de residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores, y residuos peligrosos (de ser requeridos aceites y combustibles para el equipo para desmante y despalme).

La calidad perceptible de la atmósfera se verá afectada por la emisión de gases de efecto invernadero, ya que podrá ser utilizado equipo a diésel o gasolina para la remoción de la vegetación, así como para el transporte de personal y materiales. De igual forma se contempla la generación de ruido y el uso de luminarias en las áreas de almacenes y frentes de trabajo.

Tabla 8. Valoración sin medidas al medio abiótico – Preparación del sitio.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Desmante	-	5	4	4	4.4	8	9	5.97	Medio
		Despalme	-	5	4	4	4.4	8	8	5.80	Medio
	Filtración de sustancias	Instalación de obras provisionales	-	2	2	5	2.6	5	8	4.05	Medio
Degradación	Compactación	Instalación de obras provisionales	-	3	2	5	3	5	8	4.29	Medio
		Despalme	-	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
	Erosión	Despalme	-	4	5	5	4.6	6	9	5.66	Medio
Calidad del suelo	Generación de RSU	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	7	9	4.90	Medio
	Generación de RP's	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	7	8	4.73	Medio
		Despalme	-	4	4	5	4.2	7	8	5.46	Medio
	Generación de RME	Instalación de obras provisionales	-	3	4	5	3.8	6	7	4.83	Medio
		Despalme	-	4	4	5	3.8	6	7	4.83	Medio
	Calidad perceptible	Emisión de polvo	Desmante	-	5	4	5	4.6	5	8	5.27
Despalme			-	2	2	4	2.4	4	8	3.70	Bajo
Emisión de GEI		Desmante	-	5	3	9	5	9	9	6.56	Medio
		Despalme	-	5	3	5	4.2	9	9	6.07	Medio
Ruido	Emisión de ruido diurno	Despalme	-	2	2	5	2.6	5	8	4.05	Medio
	Emisión de ruido nocturno	Despalme	-	5	3	5	4.2	9	9	6.07	Alto

5.3.1.1.3 Medio social

El área del proyecto se encuentra modificada previamente por la presencia del camino actual, áreas de cultivo, pastizales para ganado, etc., por lo que las actividades de preparación del sitio sólo generan un impacto Alto mientras que el resto es catalogado como Medio.

Como impacto con Significado Alto se encuentra la modificación de elementos bióticos del paisaje visual como la vegetación, la cual aporta color, y fauna. En esta etapa se observan impactos de carácter positivo para los elementos económicos del Medio social, ya que se prevé la generación de actividades comerciales dentro de la región por la compra-venta de materiales e insumos, así como renta de servicios. De igual manera se promueve el empleo temporal para estas actividades.

Tabla 9. Valoración sin medidas al medio social – Preparación del sitio.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos	Flora y fauna	Desmante	-	4	4	9	5	7	9	6.12	Alto
Elementos abióticos	Agua y suelo	Despalme	-	5	4	3	4.2	6	8	5.24	Medio
Elementos humanos	Actuaciones humanas	Instalación de obras provisionales	-	2	9	3	5	3	8	5.07	Medio
		Desmante	-	2	2	5	2.6	5	9	4.22	Medio
Elementos sociales	Seguridad de los trabajadores	Desmante	-	2	2	5	2.6	8	8	4.71	Medio
Elementos económicos	Actividades comerciales	Instalación de obras provisionales	+	2	5	5	3.8	7	9	5.39	Medio
	Generación de empleos	Desmante	+	2	5	5	3.8	7	9	5.39	Medio

5.3.1.2 Construcción sin medidas

5.3.1.2.1 Medio biótico

En un escenario sin aplicar las medidas de mitigación adecuadas, se observa una modificación de hábitat para la herpetofauna al realizar las actividades que implican movimiento de material como las excavaciones para la instalación de obras de drenaje menor. Dentro de este grupo faunístico se ubicaron especies asociadas a los cuerpos de agua como la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) y la tortuga mojina de monte (*Rhinoclemys areolata*) por mencionar algunos, este grupo faunístico además acostumbra permanecer enterrados como forma de sobrevivencia a las perturbaciones, lo que lo hace especialmente vulnerables a los movimientos de material y construcción.

Para la ornitofauna y mastofauna también se contempla que la presencia de maquinaria y ruido ahuyentaría a las poblaciones en busca de refugio en áreas mejor conservadas del SAR, sin embargo, la presencia de arroyo las Golondrinas en la cercanía del proyecto promueve el retorno de fauna en busca de una fuente de agua.

Tabla 10. Valoración sin medidas al medio biótico – Construcción.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Excavaciones para OD	-	5	2	6	4	9	10	6.12	Alto
		Excavaciones en cortes	-	5	2	5	3.8	9	9	5.83	Medio
		Acarreos	-	5	5	6	5.2	8	9	6.46	Alto
		Alineaciones	-	5	2	6	4	8	9	5.73	Medio
		Terracerías	-	5	2	5	3.8	8	9	5.61	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	5	5	5	3.8	8	9	5.61	Medio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	6.341	Alto
		Terracerías	-	5	5	5	5	9	6	6.05	Alto
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Pavimentación	-	5	2	5	3.8	8	9	5.61	Medio
Protección del suelo	Afectación por erosión e intemperismo	Excavaciones para OD	-	6	2	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Excavaciones en cortes	-	6	2	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	6.34	Alto

5.3.1.2.2 Medio abiótico

Nuevamente se consideran todas las emisiones contaminantes que puedan ser generadas hacia el agua, suelo o aire, pero esta vez debido a las actividades de construcción.

Como emisión al agua se contempla cualquier tipo de material o residuos sólido que pueda ser arrastrado a los escurrimientos cercanos incluido el arroyo las Golondrinas, cabe mencionar que el proyecto no incluye la construcción de ninguna obra hidráulica en el punto de cruce con este arroyo, pero como para cualquier otro tipo de cuerpo de agua se deberán contemplar las medidas necesarias para su protección. Se debe considerar también la posibilidad de derrames accidentales (fugas) de aceites o combustibles por parte de la maquinaria o equipo utilizado.

Entre los efectos al suelo considera que las actividades que involucran el movimiento de material dejarán el suelo expuesto al intemperismo y erosión por la acción de viento y lluvia, provocando arrastre a los cuerpos de agua y/o generación de polvo. Por otra parte, se tiene la generación de residuos sólidos urbanos por los trabajadores (restos de material de construcción, material de embalaje, etc.) y la generación de residuos peligrosos entre los que se contempla, estopa o trapo impregnado con aceite lubricante, contenedores y piezas de refacción impregnadas con aceite lubricante o combustible.

La contaminación que se puede identificar al componente de la calidad perceptible del aire y ruido incluyen la ya mencionada generación de polvo, gases de combustión y ruido originados por la maquinaria y equipo utilizado para las diferentes actividades. Finalmente se considera el uso de luminarias para la ejecución de ciertas actividades durante la noche, afectando a la fauna cercana al sitio, e implicando una gestión inadecuada de la energía y combustibles.

Tabla 11. Valoración sin medidas al medio abiótico – Construcción.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Excavaciones para OD	-	2	2	10	3.6	8	9	5.49	Medio
		Excavaciones en cortes	-	4	4	5	4.2	7	9	5.63	Medio
		Acarreos	-	3	5	5	4.2	7	9	5.63	Medio
		Alineaciones	-	3	5	5	4.2	7	9	5.63	Medio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
		Terracerías	-	4	3	5	3.8	6	9	5.17	Medio
		Pavimentación	-	3	4	5	3.8	6	9	5.17	Medio
		Limpieza general	-	4	4	5	4.2	6	9	5.41	Medio
		Excavaciones para OD	-	5	6	5	5.4	7	9	6.36	Alto
	Filtración de sustancias	Acarreos	-	6	5	5	5.4	7	9	6.36	Alto
		Alineaciones	-	6	5	5	5.4	8	9	6.58	Alto
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	5.61	Medio
		Limpieza general	-	5	5	5	5	8	9	6.34	Alto
Degradación del suelo	Compactación	Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	6.34	Alto
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	6	9	5.41	Medio
	Erosión	Excavaciones para OD	-	3	4	5	3.8	6	9	5.17	Medio
		Excavaciones en cortes	-	3	5	5	4.2	6	9	5.41	Medio
		Alineaciones	-	3	5	5	4.2	6	9	5.41	Medio
Calidad del suelo	Generación de RSU	Acarreos	-	4	5	5	4.6	7	9	5.88	Medio
		Terracerías	-	4	4	5	4.2	7	9	5.63	Medio
		Pavimentación	-	3	3	4	3.2	2	9	3.92	Bajo
		Limpieza general	-	3	3	4	3.2	2	9	3.92	Bajo
	Generación de RP's	Acarreos	-	3	5	4	4	2	9	4.41	Bajo
		Alineaciones	-	4	3	4	3.6	2	9	4.17	Medio
		Pavimentación	-	4	3	4	3.6	2	9	4.17	Medio
		Limpieza general	-	4	3	4	3.6	2	9	4.17	Medio
	Generación de RME	Acarreos	-	4	5	3	4.2	8	9	5.85	Medio
		Terracerías	-	5	5	3	4.6	8	9	6.10	Alto
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	8	9	6.22	Alto
Calidad perceptible del aire	Emisión de polvo	Acarreos	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
		Terracerías	-	9	5	9	7.4	9	9	8.02	Alto
	Emisión de GEI	Excavación en cortes	-	7	2	9	5.4	9	9	6.80	Alto
		Acarreos	-	9	5	9	7.4	9	9	8.02	Alto
		Alineaciones	-	5	3	9	5	9	9	6.56	Alto
		Terracerías	-	6	5	9	6.2	9	9	7.29	Alto
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	8	9	6.22	Alto
Ruido	Emisión de ruido diurno	Acarreos	-	7	5	9	6.6	9	9	7.54	Alto
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	8	9	6.10	Alto
		Terracerías	-	3	6	5	4.6	8	9	6.10	Alto
		Pavimentación	-	3	6	5	4.6	9	9	6.32	Alto
		Excavación en cortes	-	3	6	5	4.6	9	9	6.32	Alto

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
	Emisión de ruido nocturno	Acarreos	-	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	8	9	6.10	Alto
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	8	8	5.68	Medio

5.3.1.2.3 Medio social

Como se menciona anteriormente, la región donde se encuentra el tramo a modernizar está compuesta por grandes áreas de pastizales dedicadas a la ganadería, así como otros usos humanos previos incluido el camino actual, por lo tanto, la calidad paisajística actual del sitio se clasifica como media de acuerdo a la evaluación presentada en el capítulo IV. Considerando esto como línea base de comparación, la modificación al paisaje que genera el proyecto es clasificada como Media; localmente y temporalmente se contempla la presencia de maquinaria, material de construcción, instalaciones temporales e incluso la generación de residuos temporal que afectaría el paisaje visual inmediato.

En esta etapa los impactos Altos se asocian a la subcategoría socioeconómica, donde de forma similar a los observados en la etapa de preparación del sitio, se generarán actividades económicas en la región y empleo temporal. También se observa el impacto positivo de contar con un camino en mejores condiciones para la seguridad y confort de los usuarios.

Por último, se considera la seguridad de los trabajadores al realizar actividades propias de la construcción, ya que se contempla que pueda permanecer un carril en funcionamiento mientras se realizan las actividades de modernización.

Tabla 12. Valoración sin medidas al medio social – Construcción.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos del paisaje	Fauna y flora	Excavaciones para OD	-	3	5	5	4.2	8	8	5.68	Medio
Elementos abióticos del paisaje	Calidad del agua y suelo	Excavaciones para OD	-	4	3	5	3.8	8	8	5.44	Medio
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	8	8	5.93	Medio
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	5.60	Medio
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Pavimentación	-	2	3	9	3.8	9	9	5.82	Medio
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Pavimentación	+	3	4	9	4.6	9	9	6.31	Alto
	Seguridad de los trabajadores	Excavaciones en cortes	-	3	4	5	3.8	8	9	5.60	Medio
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	8	9	6.09	Alto
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	5.60	Medio
Elementos económicos	Actividades comerciales	Acarreos	+	3	5	5	4.2	8	9	5.85	Medio
		Terracerías	+	3	6	5	4.6	8	9	6.09	Alto
		Pavimentación	+	3	6	9	5.4	9	9	6.80	Alto
		Excavaciones	+	3	6	5	4.6	8	9	6.09	Alto

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
	Generación de empleo	Acarreos	+	3	6	5	4.6	8	9	6.09	Alto

5.3.1.3 Operación y mantenimiento sin medidas

5.3.1.3.1 Medio biótico

Durante la visita de campo se observaron varios individuos de fauna atropellados en el camino actual, considerando que la cantidad de especies observadas a nivel del SAR, que existen fragmentos de vegetación con buen estado de conservación y con buena conexión entre ellos y que se encuentra una fuente de agua perene (arroyo las Golondrinas) cercana al proyecto, es de esperarse que la cantidad de atropello de fauna se incremente al modernizar el camino y permitir una velocidad de circulación mayor. La herpetofauna y los mamíferos son los grupos más afectados, el primero debido a que son atraídos por el calor que mantiene el pavimento provocando atropellos, sumado a que son de lento desplazamiento, el segundo debido a que son deslumbrados por las luces, en el caso de eventos nocturno, o simplemente son alcanzados por los vehículos que se desplazan a gran velocidad.

Tabla 13. Valoración sin medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	6.63	Alto
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	6.63	Alto
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	3	6	9	5.4	9	9	6.80	Alto

5.3.1.3.2 Medio abiótico

En esta etapa la generación de residuos o emisiones al agua, aire o suelo por las actividades de conservación, son temporales y puntuales. Se podrán generar residuos sólidos como embalaje de material de construcción utilizado, pedacería de cartón, de madera, etc., así como residuos urbanos generados por los trabajadores, e incluso residuos de manejo especial, en el caso de reparaciones mayores de la superficie de rodamiento, señalamientos, u obras de drenaje. En esta actividad de conservación se contempla cualquier derrame de combustible, los cuales eventualmente siguen el camino de las obras de drenaje menor, hasta los escurrimientos naturales

La generación de emisiones con la operación es básicamente debido a los usuarios y en menor medida al desgaste del camino. Entre los residuos sólidos urbanos que los usuarios suelen arrojar al camino son plástico, papel, aluminio, etc., y por otra será material pétreo erosionado de la carpeta asfáltica, así como polvo o piedras arrastrados por los vehículos o el viento. En el caso de la atmósfera se considera el ruido emitido por los vehículos tanto en horario diurno como nocturno.

Como se observa en la tabla la mayor parte de los impactos se clasifican con un Significado Alto debido a la duración de las actividades, por ejemplo, en el caso de la conservación periódica realizada durante un lapso de tiempo de 30 años o más.

Tabla 14. Valoración sin medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	7.29	Alto
		Conservación periódica	-	5	6	9	6.2	9	9	7.29	Alto
	Filtración de sustancias	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	7.29	Alto
		Conservación periódica	-	4	5	9	5.4	9	8	6.63	Alto
Calidad del suelo	Generación de RSU	Operación	-	6	5	9	6.2	9	8	7.12	Alto
		Conservación rutinaria	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
		Conservación periódica	-	5	5	9	5.8	9	9	7.05	Alto
	Generación de RPs	Operación	-	3	5	9	5	9	9	6.56	Alto
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	9	9	6.56	Alto
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	9	9	6.56	Alto
	Generación de RME	Conservación rutinaria	-	5	4	9	5.4	8	9	6.58	Alto
		Conservación periódica	-	5	2	9	4.6	9	8	6.14	Alto
Calidad perceptible del aire	Emisión de polvo	Operación	-	3	2	9	3.8	9	8	5.68	Medio
		Conservación rutinaria	-	3	2	9	3.8	9	7	5.48	Medio
		Conservación periódica	-	3	2	9	3.8	9	7	5.48	Medio
	Emisión de GEI	Operación	-	5	5	9	5.8	8	9	6.82	Alto
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
Ruido	Emisión de ruido diurno	Operación	-	5	2	9	4.6	8	9	6.09	Alto
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	8	9	5.85	Medio
	Emisión de ruido nocturno	Operación	-	3	6	9	5.4	8	9	6.58	Alto
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	8	9	6.34	Alto
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	8	9	6.34	Alto

5.3.1.3.3 Medio social

Si bien el camino representa una ampliación de la actuación humana lineal, como se menciona antes, se ubica en una zona donde se observa previamente la evidencia humana y donde la calidad ambiental y paisajística tiene un valor Medio de acuerdo a las metodologías utilizadas, por ello como elemento humano del paisaje, no representa un cambio significativo.

Por otro lado, se observan impactos de carácter positivo en los elementos socioeconómicos, ya que la modernización del camino cumple con el objetivo de lograr una vía de comunicación que cuente con las características adecuadas para la seguridad del usuario. Como consecuencia se contará directamente con una mejor disponibilidad de servicios de infraestructura, y a mediano y largo plazo las localidades cercanas observarán una mejor interconexión para el acceso a servicios comerciales, educativos y de salud.

Como parte de la seguridad de los trabajadores se considera que, al requerirse las actividades de conservación, los trabajadores deberán realizar sus actividades mientras el camino sigue en operación, por lo que no se descartan los riesgos de trabajar en estas condiciones, aunado a cualquier riesgo vinculado a utilizar maquinaria y/o equipo para realizar estas reparaciones.

Tabla 15. Valoración sin medidas al medio social – Operación y mantenimiento.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	R	Rg	Índice	Significado
Elementos humanos	Actuaciones humanas	Operación	-	3	4	9	4.6	8	8	5.92	Medio
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Operación	+	7	5	9	6.6	9	9	7.53	Alto
		Conservación rutinaria	+	5	5	9	5.8	7	9	6.60	Alto
		Conservación periódica	+	5	5	9	5.8	7	9	6.60	Alto
	Seguridad de los trabajadores	Conservación rutinaria	-	5	4	5	4.6	8	8	5.92	Medio
		Conservación periódica	-	5	4	5	4.6	8	8	5.92	Medio
	Seguridad de los usuarios	Operación	+	5	5	9	5.8	8	9	6.82	Alto
		Conservación rutinaria	+	5	3	9	5	8	9	6.34	Alto
		Conservación periódica	+	5	3	9	5	8	9	6.34	Alto
	Elementos económicos	Actividades comerciales	Operación	+	5	6	9	6.2	8	9	7.07
Conservación rutinaria			+	5	6	9	6.2	8	9	7.07	Alto
Conservación periódica			+	5	6	9	6.2	8	9	7.07	Alto
Generación de empleo		Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.07	Alto

5.3.2 Valoración con proyecto y con medidas de mitigación

En esta valoración se contempla el criterio de Mitigación (Mi) el cual indica la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos son los impactos residuales provocados por el proyecto, dentro de un escenario “Con medidas de mitigación”.

5.3.2.1 Preparación del sitio con medidas de mitigación

5.3.2.1 Medio biótico

Como se puede observar en la tabla, todos los componentes muestran impactos residuales de significado Medio y Bajo, cuando en un escenario “sin medidas” eran Altos y Medios. Este escenario se logra siempre que las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI sean aplicadas en tiempo y forma.

Entre las medidas propuestas se tiene el rescate de germoplasma de especies de importancia ecológica, y la adecuación de dos obras de drenaje menor como pasos para fauna, entre otras.

Tabla 16. Valoración con medidas al medio biótico – Preparación del sitio.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Vegetación forestal	Afectación a la cobertura	Desmante	-	1	2	9	3	7	9	3.62	Bajo
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmante	-	7	5	8	6.4	9	9	5.56	Medio
		Despalme	-	6	5	8	6	9	9	5.31	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Obras provisionales	-	5	4	5	4.6	7	8	4.35	Medio
		Desmante	-	6	5	8	6	7	8	5.24	Medio
		Despalme	-	6	5	8	6	7	8	5.24	Medio
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Desmante	-	6	5	8	6	9	9	5.31	Medio
		Despalme	-	7	6	8	6.8	9	9	5.81	Medio
Captura de carbono	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	2	2	8	3.2	9	9	3.54	Bajo
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	2	2	8	3.2	7	8	3.47	Bajo
Protección de la biodiversidad	Afectación a la cobertura vegetal	Desmante	-	2	2	9	3.4	7	9	3.87	Bajo
Protección del suelo	Afectación por erosión e intemperismo	Desmante	-	5	5	5	5	7	9	4.88	Medio
		Despalme	-	6	4	5	5	7	9	3.76	Bajo

5.3.2.2 Medio abiótico

Tratándose de emisiones al aire, agua o suelo, una vez ubicado el origen de la emisión es posible proponer medidas preventivas y de mitigación efectivas; si además son ejecutadas en tiempo y forma, se logrará un escenario como el que se muestra en la tabla, donde los impactos negativos residuales tienen un valor Bajo o Muy bajo. Entre las actividades

propuestas se encuentra el correcto y estricto manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) peligrosos (RP´s) y de manejo especial (RME), evitando dispersión o arrastre a cuerpos de agua, control de polvo, mantenimiento de maquinaria y equipo, etc.

Tabla 17. Valoración con medidas al medio abiótico – Preparación del sitio.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Desmante	-	5	4	4	4.4	8	8	3.01	Bajo
		Despalme	-	5	4	4	4.4	8	8	3.01	Bajo
	Filtración de sustancias	Instalación de obras provisionales	-	2	2	5	2.6	8	8	1.87	Muy bajo
Degradación	Compactación	Instalación de obras provisionales	-	3	2	5	3	9	8	1.96	Muy bajo
		Despalme	-	3	5	5	4.2	9	9	2.91	Bajo
	Erosión	Despalme	-	4	5	5	4.6	9	9	3.16	Bajo
Calidad del suelo	Generación de RSU	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	9	9	2.16	Bajo
	Generación de RP´s	Instalación de obras provisionales	-	2	3	5	3	9	8	1.96	Muy bajo
		Despalme	-	4	4	5	4.2	9	8	2.71	Bajo
	Generación de RME	Instalación de obras provisionales	-	3	4	5	3.8	9	7	2.26	Bajo
		Despalme	-	3	4	5	3.8	9	7	2.26	Bajo
Calidad perceptible	Emisión de polvo	Desmante	-	5	4	5	4.6	9	8	2.96	Bajo
		Despalme	-	2	2	4	2.4	9	8	1.58	Muy bajo
	Emisión de GEI	Desmante	-	5	3	9	5	9	9	3.42	Bajo
		Despalme	-	5	3	5	4.2	9	9	2.91	Bajo
Ruido	Emisión de ruido diurno	Despalme	-	2	2	5	2.6	9	8	1.70	Muy bajo
	Emisión de ruido nocturno	Despalme	-	5	3	5	4.2	9	9	2.91	Bajo

5.3.2.3 Medio social

Si bien la modernización de proyecto en su etapa de preparación no genera impactos al paisaje que se consideren permanentes o significativos, las medidas de mitigación y prevención enfocada a la vegetación y fauna, colaboran en el control del impacto general al paisaje.

En cuanto a los elementos socioeconómicos, sólo se encuentra un impacto negativo, que es la seguridad de los trabajadores, por una parte, contemplando que el camino continúe en operación mientras se realizan las actividades de modernización, y por otra debido al propio riesgo de trabajo en este tipo de actividades constructivas. Considerando las medidas preventivas necesarias (ver capítulo VI) este impacto queda valorado como Muy bajo. Los

elementos económicos con impactos positivos no requieren medidas de mitigación por lo que los valores no cambian.

Tabla 18. Valoración con medidas al medio social – Preparación del sitio.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos del paisaje	Flora y fauna	Desmante	-	4	4	9	5	7	9	3.76	Bajo
Elementos abióticos del paisaje	Agua y suelo	Despalme	-	5	4	3	4.2	7	8	3.05	Bajo
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Instalación de obras provisionales	-	2	9	3	5	3	8	4.24	Medio
		Desmante	-	2	2	5	2.6	3	9	2.92	Bajo
Elementos sociales	Seguridad de los trabajadores	Desmante	-	2	2	5	2.6	8	8	1.87	Muy bajo
Elementos económicos	Actividades comerciales	Instalación de obras provisionales	+	2	5	5	3.8	7	9	3.00	Bajo
	Generación de empleos	Desmante	+	2	5	5	3.8	7	9	3.00	Bajo

5.3.2.2 Construcción con medidas de mitigación

5.3.2.2.1 Medio biótico

Entre las actividades propuestas como medidas de mitigación se incluye la adaptación de dos obras de drenaje menor como pasos de fauna, entre otras. Otras medidas que aporta mejoras en esta categoría es la programación de actividades de movimientos de material, a manera de evitar que el suelo permanezca expuesto por periodos largos.

Tabla 19. Valoración con medidas al medio biótico – Construcción.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Excavaciones para OD	-	5	2	6	4	9	10	4.32	Medio
		Excavaciones en cortes	-	5	2	5	3.8	9	9	3.92	Bajo
		Acarreos	-	5	5	6	5.2	8	9	4.90	Medio
		Alineaciones	-	5	2	6	4	7	9	4.25	Medio
		Terracerías	-	5	2	5	3.8	7	9	4.12	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	5	5	5	5	7	9	4.88	Medio
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Acarreos	-	5	5	5	5	8	9	4.78	Medio
		Terracerías	-	5	5	5	5	8	6	3.97	Bajo
Regulación climática	Afectación a la cobertura vegetal	Pavimentación	-	5	2	5	3.8	7	9	4.12	Medio
Protección del suelo		Excavaciones para OD	-	6	2	5	4.2	7	9	4.376	Medio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
	Afectación por erosión e intemperismo	Excavaciones en cortes	-	6	2	5	4.2	7	9	4.376	Medio
		Acarreos	-	5	5	5	5	7	9	4.88	Medio

5.3.2.2.2 Medio abiótico

En el caso de las emisiones, como se menciona en párrafos anteriores, son puntuales en los frentes de trabajo, son temporales, y una vez ubicando su origen, es posible proponer y aplicar las medidas de mitigación en tiempo y forma, de manera que se espera que estos impactos reduzcan su valor hasta ser identificados como Bajos o Medios en este escenario.

Tabla 20. Valoración con medidas al medio abiótico – Construcción.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado	
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Excavaciones para OD	-	2	2	10	3.6	9	9	3.13	Bajo	
		Excavaciones en cortes	-	4	4	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
		Acarreos	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
		Alineaciones	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
		Terracerías	-	4	3	5	3.8	9	9	3.25	Bajo	
		Pavimentación	-	3	4	5	3.8	9	9	3.25	Bajo	
		Limpieza general	-	4	4	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
		Filtración de sustancias	Excavaciones para OD	-	5	6	5	5.4	9	9	4.24	Medio
			Acarreos	-	6	5	5	5.4	9	9	4.24	Medio
			Alineaciones	-	6	5	5	5.4	9	9	4.24	Medio
	Terracerías		-	3	4	5	3.8	9	9	3.25	Bajo	
	Limpieza general	-	5	5	5	5	9	9	4.00	Medio		
Degradación del suelo	Compactación	Acarreos	-	5	5	5	5	9	9	4.00	Medio	
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
	Erosión	Excavaciones para OD	-	3	4	5	3.8	9	9	3.25	Bajo	
		Excavaciones en cortes	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
	Alineaciones	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo		
Calidad del suelo	Generación de RSU	Acarreos	-	4	5	5	4.6	9	9	3.75	Bajo	
		Terracerías	-	4	4	5	4.2	9	9	3.50	Bajo	
		Pavimentación	-	3	3	4	3.2	9	9	2.88	Bajo	
		Limpieza general	-	3	3	4	3.2	9	9	2.88	Bajo	
	Generación de RP's	Acarreos	-	3	5	4	4	9	9	3.38	Bajo	
		Alineaciones	-	4	3	4	3.6	9	9	3.13	Bajo	
		Pavimentación	-	4	3	4	3.6	9	9	3.13	Bajo	
	Limpieza general	-	4	3	4	3.6	9	9	3.13	Bajo		
	Acarreos	-	4	5	3	4.2	9	9	3.50	Bajo		

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
	Generación de RME	Terracerías	-	5	5	3	4.6	9	9	3.75	Bajo
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	9	9	3.87	Bajo
Calidad perceptible del aire	Emisión de polvo	Acarreos	-	5	5	9	5.8	9	9	4.49	Medio
		Terracerías	-	9	5	9	7.4	9	9	5.48	Medio
	Emisión de GEI	Excavación en cortes	-	7	2	9	5.4	9	9	4.24	Medio
		Acarreos	-	9	5	9	7.4	9	9	5.48	Medio
		Alineaciones	-	5	3	9	5	9	9	4.00	Medio
		Terracerías	-	6	5	9	6.2	9	9	4.74	Medio
		Pavimentación	-	5	5	4	4.8	8	9	4.00	Medio
Ruido	Emisión de ruido diurno	Acarreos	-	7	5	9	6.6	9	9	4.99	Medio
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	8	9	3.88	Bajo
		Terracerías	-	3	6	5	4.6	8	9	3.88	Bajo
		Pavimentación	-	3	6	5	4.6	9	9	3.75	Bajo
	Emisión de ruido nocturno	Excavación en cortes	-	3	6	5	4.6	9	9	3.75	Bajo
		Acarreos	-	3	5	5	4.2	9	9	3.50	Bajo
		Alineaciones	-	3	6	5	4.6	9	9	3.75	Bajo
		Terracerías	-	3	5	5	4.2	9	8	3.27	Bajo

5.3.2.2.3 Medio social

Para los efectos al Paisaje por las actividades de construcción se considera que las medidas de prevención y mitigación sugeridas como correcto manejo de los residuos, minimizar o acotar la afectación a la vegetación sólo a las áreas requeridas por el proyecto, el rescate de herpetofauna, la reforestación, etc., tendrán un efecto positivo en los componentes visuales del paisaje.

En la parte económica los impactos son positivos por lo que no requieren medidas de mitigación; mientras que en la parte social se plantean impactos negativos hacia la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, este riesgo es prevenible con la capacitación y supervisión del uso de equipo de protección personal para las diferentes actividades de construcción.

Tabla 21. Valoración con medidas al medio social – Construcción.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos bióticos del paisaje	Fauna y flora	Excavaciones para OD	-	3	5	5	4.2	7	8	3.53	Bajo
Elementos abióticos del paisaje	Calidad del agua y suelo	Excavaciones para OD	-	4	3	5	3.8	7	8	3.28	Bajo
		Acarreos	-	4	3	5	3.8	7	8	3.28	Bajo
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	7	9	3.51	Bajo
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Pavimentación	-	2	3	9	3.8	7	9	3.51	Bajo

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Pavimentación	+	3	4	9	4.6	9	9	3.75	Bajo
	Seguridad de los trabajadores	Excavaciones en cortes	-	3	4	5	3.8	8	9	3.38	Bajo
		Acarreos	-	4	5	5	4.6	8	9	3.88	Bajo
		Terracerías	-	3	4	5	3.8	8	9	3.38	Bajo
Elementos económicos	Actividades comerciales	Acarreos	+	3	5	5	4.2	8	9	3.63	Bajo
		Terracerías	+	3	6	5	4.6	8	9	3.88	Bajo
		Pavimentación	+	3	6	9	5.4	9	9	4.24	Medio
	Generación de empleo	Excavaciones	+	3	6	5	4.6	8	9	3.88	Bajo
		Acarreos	+	3	6	5	4.6	8	9	3.82	Bajo

5.3.2.3 Operación y mantenimiento con medidas de mitigación

5.3.2.3.1 Medio biótico

Durante la etapa de operación se buscará prevenir los impactos a la fauna por medio el acondicionamiento de dos obras de drenaje menor como pasos, sin embargo, no se puede descartar el atropello de fauna, por lo que el impacto residual se valora como Medio.

Tabla 22. Valoración con medidas al medio biótico – Operación y mantenimiento.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Herpetofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	5.10	Medio
Ornitofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	4	5	9	5.4	9	8	5.10	Medio
Mastofauna	Modificación a la calidad del hábitat	Operación	-	3	6	9	5.4	9	9	5.210	Medio

5.3.2.3.2 Medio abiótico

En la etapa de operación se considera que la emisión de residuos que puedan afectar a los escurrimientos de agua, suelo e incluso a la atmósfera depende del tránsito y de los usuarios; por lo que además de seguir las actividades de conservación rutinaria, es importante contar con un programa de limpieza permanente del camino.

En el caso de las actividades de conservación se plantean actividades de prevención y mitigación similares a las propuestas en la etapa de construcción: correcto manejo de residuos, mantenimiento de maquinaria y equipo, prohibir trabajos en horario nocturno, etc.

Tabla 23. Valoración con medidas al medio abiótico – Operación y mantenimiento.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Calidad del agua	Arrastre de sólidos	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	5.39	Medio
		Conservación periódica	-	5	6	9	6.2	9	9	5.39	Medio

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
	Filtración de sustancias	Conservación rutinaria	-	5	6	9	6.2	9	9	5.39	Medio
		Conservación periódica	-	4	5	9	5.4	9	8	4.80	Medio
Calidad del suelo	Generación de RSU	Operación	-	6	5	9	6.2	8	8	5.06	Medio
		Conservación rutinaria	-	5	5	9	5.8	9	9	5.15	Medio
		Conservación periódica	-	5	5	9	5.8	9	9	5.15	Medio
	Generación de RPs	Operación	-	3	5	9	5	8	9	4.45	Medio
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	9	9	4.67	Medio
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	9	9	4.67	Medio
	Generación de RME	Conservación rutinaria	-	5	4	9	5.4	8	9	4.69	Medio
		Conservación periódica	-	5	2	9	4.6	9	8	4.32	Medio
	Calidad perceptible	Emisión de polvo	Operación	-	3	2	9	3.8	8	8	3.62
Conservación rutinaria			-	3	2	9	3.8	9	7	3.73	Bajo
Conservación periódica			-	3	2	9	3.8	9	7	3.73	Bajo
Emisión de GEI		Operación	-	5	5	9	5.8	8	9	4.93	Medio
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	9	9	4.19	Medio
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	9	9	4.19	Medio
Ruido	Emisión de ruido diurno	Operación	-	5	2	9	4.6	8	9	5.51	Medio
		Conservación rutinaria	-	4	2	9	4.2	9	9	5.49	Medio
		Conservación periódica	-	4	2	9	4.2	9	9	5.49	Medio
	Emisión de ruido nocturno	Operación	-	3	6	9	5.4	8	9	5.99	Medio
		Conservación rutinaria	-	3	5	9	5	9	9	5.97	Medio
		Conservación periódica	-	3	5	9	5	9	9	5.97	Medio

5.3.2.3.3 Medio social

Considerando nuevamente que la calidad paisajística y ambiental es valorada como Media de acuerdo a las metodologías aplicadas en este estudio, la modificación al paisaje que se crea con la modernización del camino no es significativa; sin embargo, a lo largo de las etapas de instalación se han propuesto medidas preventivas para elementos que forman parte de un paisaje inmediato y que en conjunto podrán mitigar en cierta forma el efecto visual de la modernización en cada una de ellas, en esta etapa se toman en cuenta las actividades de conservación, donde se incluye la limpieza (recolecta de RSU) a manera de mejorar un paisaje ya urbanizado.

En el caso de las actividades de conservación, se contempla que el camino siga en operación mientras éstas son realizadas, por lo que se prevé un riesgo tanto para los usuarios como para los trabajadores. Las medidas preventivas propuestas en el capítulo VI comprenden: señalamiento adecuado para indicar que se están realizando obras y límites de velocidad adecuados; por su parte para los trabajadores se indica capacitación y vigilancia de las medidas de seguridad e higiene.

Se observa que en el elemento de Economía no se requieren de medidas de mitigación pues los impactos son de tipo positivo, y se refieren a la generación de actividades económicas, empleos temporales y a la disponibilidad y mejora de los servicios urbanos.

Tabla 24. Valoración con medidas al medio social – Operación y mantenimiento.

Componente	Indicador	Actividad	C	I	E	D	M	Mi	Rg	Índice	Significado
Elementos humanos del paisaje	Actuaciones humanas	Operación	-	3	4	9	4.6	8	8	5.40	Medio
		Operación	+	7	5	9	6.6	9	9	7.47	Alto
Elementos sociales	Disponibilidad de servicios	Conservación rutinaria	+	5	5	9	5.8	7	9	6.55	Alto
		Conservación periódica	+	5	5	9	5.8	7	9	6.55	Alto
		Conservación rutinaria	-	5	4	5	4.6	9	8	3.62	Bajo
	Seguridad de los trabajadores	Conservación periódica	-	5	4	5	4.6	9	8	3.62	Bajo
		Operación	+	5	5	9	5.8	8	9	6.77	Alto
	Seguridad de los usuarios	Conservación rutinaria	+	5	3	9	5	8	9	6.29	Alto
		Conservación periódica	+	5	3	9	5	8	9	6.29	Alto
	Elementos económicos	Actividades comerciales	Operación	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01
Conservación rutinaria			+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto
Conservación periódica			+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto
Generación de empleo		Conservación periódica	+	5	6	9	6.2	8	9	7.01	Alto

5.3.3 Impactos residuales

De acuerdo a la metodología aplicada, el escenario Con proyecto y con medidas de mitigación presenta los impactos residuales esperados por el proyecto de modernización y, como se ha observado en las tablas anteriores los impactos residuales son valorados como Medios, Bajos y hasta Muy bajo. Por lo anterior no se considera necesario incluir otras medidas de mitigación y prevención adicionales a las ya mencionadas en el capítulo VI.

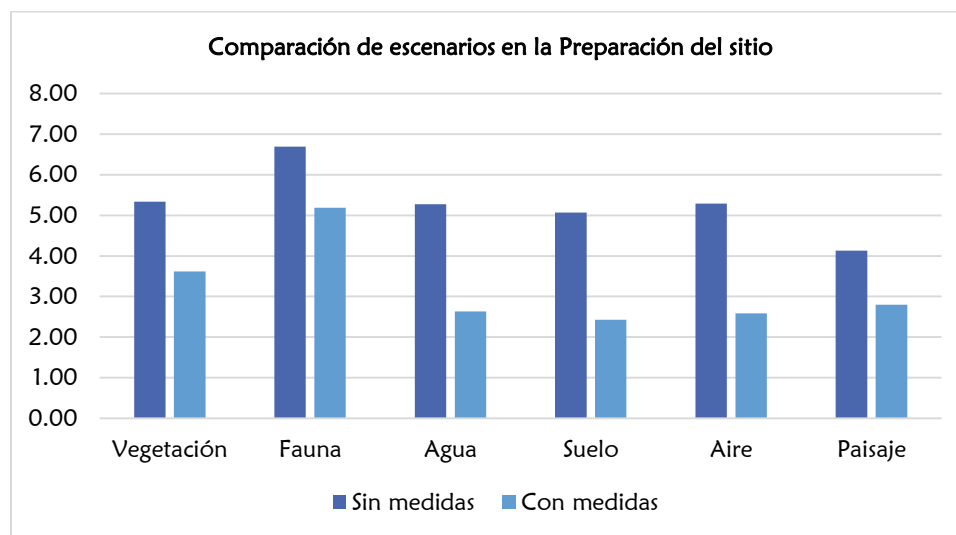
5.4 Resultados

De los 31 elementos indicadores considerados para el SAR, son 27 los que se identifica que, sin implementar medidas de ningún tipo, serán afectados por el proyecto, generando un total de 150 impactos ambientales.

Los impactos negativos en un escenario sin medidas de mitigación de ningún tipo, se valoran en general como Medio y Altos, y se esperan en todas las etapas del proyecto afectando a casi todos los indicadores. Por su parte, los impactos positivos identificados en un escenario “sin medidas” se ubican en los elementos sociales y económicos, ya que el mismo proyecto promueve el desarrollo de la región; en este caso se espera un incremento temporal de actividades económicas (compra/venta y renta de material y equipos) y generación de empleos.

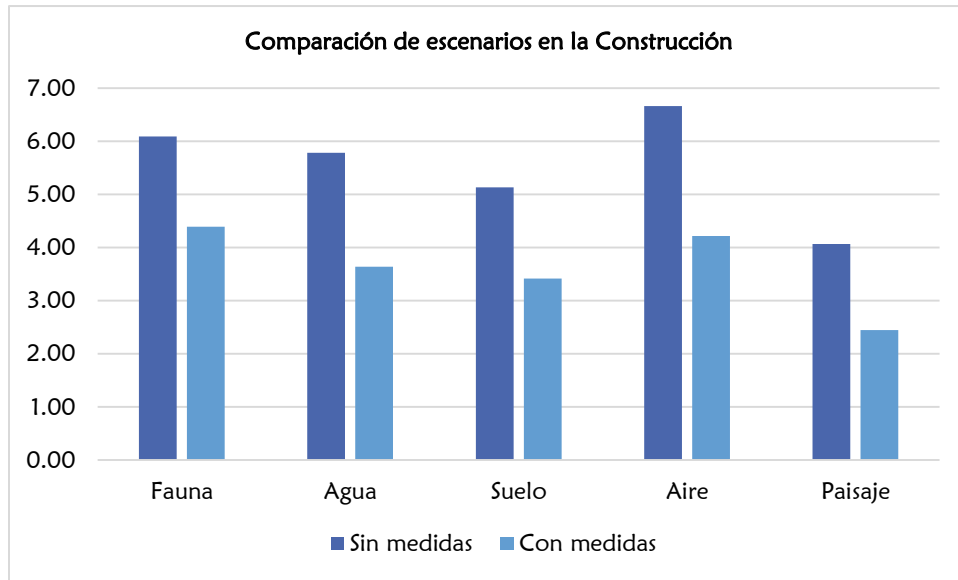
Cuando se considera en la evaluación de los impactos las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el capítulo VI, se logra reducir el valor de todos los impactos negativos, lo cual se muestra en la gráfica siguiente donde se seleccionan algunas subcategorías afectadas negativamente para mostrar la reducción de la magnitud al contemplar las medidas de mitigación.

En la gráfica se puede observar que los impactos negativos que en un escenario “sin medidas” obtuvieron un índice de impacto de Medio a Alto, dentro de un escenario “con medidas” obtienen valores de Bajo y Medio.



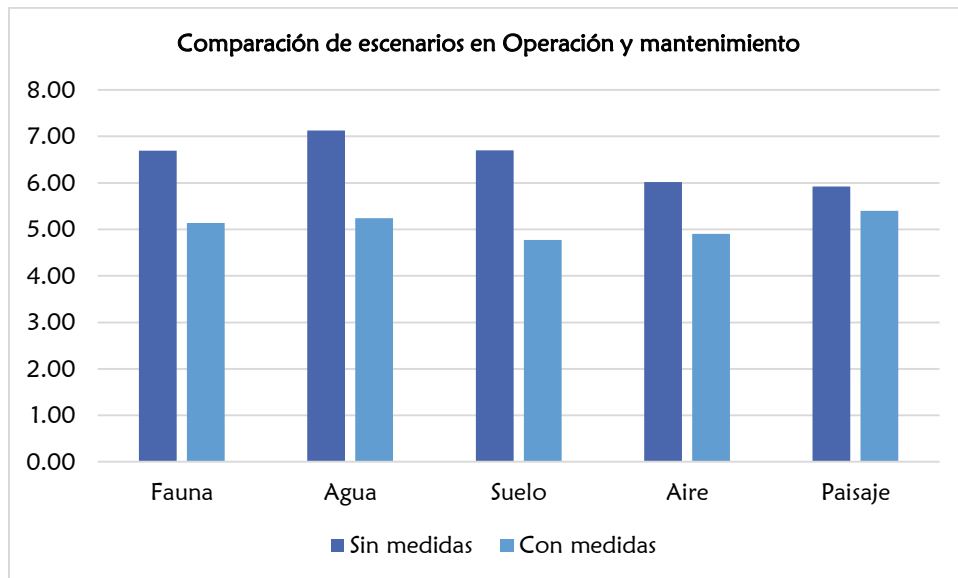
Gráfica 3. Comparación de escenarios en la etapa de preparación del sitio

La siguiente gráfica, referente a la etapa de construcción, presenta una situación similar, donde se puede observar la reducción del índice de impacto al considerar las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente MIA-R.



Gráfica 4. Comparación de escenarios para la etapa de construcción.

Finalmente, el comportamiento del índice de impacto para la etapa de operación y mantenimiento considerando las medidas de mitigación, es similar a los casos anteriores, con una reducción en el significado del impacto.



Gráfica 5. Comparación de escenarios para la etapa de operación y mantenimiento.

CAPITULO 6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 2

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental	3
6.1.1 Medio biótico	4
6.1.2 Medio abiótico	7
6.1.3 Medio social	10
6.2 Programa de vigilancia ambiental	12
6.2.1 Cronograma	13
6.2.1 Responsables	18
6.2.3 Seguimiento y monitoreo	18
6.2.4 Plan de contingencia	20
6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	25

Índice de tablas

Tabla 1. Acciones de mitigación para la subcategoría de Vegetación	4
Tabla 2. Acciones de mitigación para la subcategoría de Fauna.	6
Tabla 3. Medidas de mitigación para el Agua	7
Tabla 4. Medidas de mitigación para la Atmósfera.	8
Tabla 5. Medidas de mitigación para el Suelo.	9
Tabla 6. Actividades de mitigación para elementos de Paisaje	10
Tabla 7. Medidas de mitigación para elementos socioeconómicos	12
Tabla 8. Cronograma general para la vigilancia ambiental	14
Tabla 9. Calendario de trabajo para el rescate de germoplasma forestal.	17
Tabla 10. Calendario de actividades para llevar a cabo este programa	17
Tabla 11. Personal requerido.	18
Tabla 12. Lista de chequeo para Seguimiento y monitoreo.	19
Tabla 13. Resumen de las actividades y costo estimado	25
Tabla 14. Resumen de las actividades y costo estimado en la reforestación.	25
Tabla 15. Resumen de actividades y costo estimado para la protección de la fauna	26
Tabla 16. Costo estimado para el programa de vigilancia ambiental.	26
Tabla 17. Información para fijar montos de fianza.	27

CAPITULO 6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirán en las diferentes etapas del proyecto para la modernización del camino, realizado en el capítulo V, en este capítulo se presentan las medidas y acciones a seguir para prevenir, mitigar o compensarlos.

Las medidas propuestas a continuación, se basan en el diagnóstico ambiental realizado en el capítulo IV y en la identificación y evaluación de impactos realizada en el capítulo V; donde se obtuvieron impactos negativos para el suelo, la fauna, la vegetación, y el paisaje. Además, se verificó que estas actividades fueran compatibles con criterio y lineamientos de los instrumentos de planeación aplicables y vigentes, como son Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 Gobierno del Estado de Campeche y en Plan municipal de Desarrollo de Candelaria, entre otros.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, define en el artículo 3, dos tipos de medidas: las de prevención y las de mitigación:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

XIV. Medidas de mitigación: 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;

Por su parte la Guía para la presentación de la MIA Regional de la SEMARNAT utiliza cuatro categorías:

- *Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.*
- *Medidas de mitigación: 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.*
- *Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se*

incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

- *Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.*

De lo anterior se eligen los siguientes criterios para darle una clasificación a las actividades propuestas como medidas de mitigación o correctivas:

- ♣ Medida de prevención: son aquellas encaminadas a evitar que un impacto ambiental previsible se presente.
- ♣ Medida de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor.
- ♣ Medida de restablecimiento o rehabilitación: Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del SAR.

6.1.1 Medio biótico

Se recomienda realizar las siguientes acciones durante el desarrollo y operación del camino.

Tabla 1. Acciones de mitigación para la subcategoría de Vegetación.

Vegetación
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de la LC del proyecto, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas requeridas para la modernización del camino. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> La vegetación deberá ser retirada preferentemente en épocas de secas, esto con el fin de evitar el arrastre de suelo por lluvias. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación. <u>Actividad:</u> Rescate de germoplasma forestal de árboles de cedro que serán afectados dentro de la LC. Para mayor detalle consultar el anexo 11 correspondiente al capítulo 8 de la MIA-R. <u>Etapas del proyecto:</u> Esta actividad podrá realizarse antes o durante las primeras actividades de Preparación del sitio. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p>

Vegetación
<p><u>Recursos:</u> Material para manejo de germoplasma a recolectar (ver anexo 11). <u>Vinculación:</u> LGEEPA y su reglamento.</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación. <u>Actividad:</u> Reforestación funcional y estratégica en áreas bien seleccionadas, en una proporción de 3:1, misma que corresponderá a un total de (1.269 ha) con especies nativas Para mayor detalle consultar el anexo 12 correspondiente al capítulo 8 de la MIA-R. <u>Etapas del proyecto:</u> Esta actividad puede realizarse a la par que las actividades de modernización del proyecto <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> Material y equipo para cuidado y siembra, ejemplares a sembrar <u>Vinculación:</u> LGEEPA y su reglamento</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la LC establecida para el proyecto. <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales. <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Preventiva. <u>Actividad:</u> Pláticas ambientales. Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna y en general. Dicha sensibilización se realizará difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra. <u>Recursos:</u> Material para capacitación. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Preventiva. <u>Actividad:</u> Se instruirá al personal a pie de obra para que evite en todo momento encender fogatas o quemar basura o vegetación. El uso del fuego quedará prohibido para el personal y no se utilizará para ninguna etapa ni actividad del proyecto. <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra. <u>Recursos:</u> Material para la capacitación. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Afectación a la cobertura forestal. <u>Tipo de medida:</u> Preventiva. <u>Actividad:</u> Se instruirá al personal a pie de obra indicando como actividad no permitida en el proyecto la colecta o introducción de cualquier tipo de espécimen vegetal o animal. <u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas. <u>Responsables:</u> Supervisor ambiental. <u>Recursos:</u> Material para capacitación.</p>

Vegetación
Vinculación: ---

Tabla 2. Acciones de mitigación para la subcategoría de Fauna.

Fauna
<p><u>Indicador:</u> Modificación del hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Actividad:</u> Adaptación de obras de drenaje como pasos de fauna.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. OD 41+583 = 21+583 2. OD 35+383 = 15+383 <p>La adaptación consiste en la creación de refugios en los alrededores de las obras, instalación de vallas y realizar una plantación con especies de la región en los alrededores de las obras de drenaje para favorecer la creación de las condiciones microambientales, sin embargo, no se debe olvidar la principal función de las obras de drenaje, conducir el agua de los escurrimientos de forma rápida y controlada hasta su disposición final, por lo tanto, se debe realizar un mantenimiento periódico para evitar que plantas o materiales orgánicos e inorgánicos reduzcan el diámetro de las obras de drenaje. (Ver anexo 13).</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Esta actividad puede emprenderse a finales de la etapa de construcción, una vez instalas las OD menor.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Material y equipo para monitoreo de fauna, material y equipo para mantenimiento de las obras de drenaje, material y especies a sembrar. (Ver anexo 13).</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la herpetofauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Rescate y reubicación de herpetofauna (Ver anexo 13).</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Material y equipo para manejo y transporte de herpetofauna.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Capacitación del personal involucrado en la construcción del proyecto en todas sus fases, para que dicho personal conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Capacitación ambiental, material para la capacitación.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción.</p> <p><u>Actividad:</u> Los vehículos automotores y maquinaria en general utilizada en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, circularán a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegara a transitar por el sitio del proyecto, y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Capacitación ambiental (material para la capacitación), señalética y supervisión.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>

Fauna
<p><u>Indicador:</u> Modificación de hábitat para la fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Colocación de señalética ambiental de presencia y cruce de fauna silvestre, así como reductores de velocidad en los tramos cercanos a los pasos propuestos para fauna, (Ver anexo 13).</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo), residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Señalética requerida.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGVS.</p>

6.1.2 Medio abiótico

Tabla 3. Medidas de mitigación para el Agua.

Agua
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a escurrimientos cercanos.</p> <p><u>Etapas de proyecto:</u> programación previa al inicio de obras.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar arrastre a corrientes de agua.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Durante la actividad de retiro de vegetación y despalme.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Filtración de sustancias.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa arrendadora de sanitarios.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996.</p>
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Capacitación al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, lodos, residuos o desechos en el suelo, así como en cualquier lugar no autorizado para ello. Lo anterior para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos o residuos contaminen algún cauce o cuerpo de agua en la zona.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo).</p> <p><u>Recursos:</u> Capacitación ambiental.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR y su Reglamento. NOM-001-SEMARNAT-1996</p>
<p><u>Indicador:</u> Arrastre de sólidos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Mantenimiento de las zonas aledañas a las entradas y salidas de las obras de drenaje para un mejor desempeño hidráulico de las mismas</p>

Agua
<p><u>Etapa del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> Capacitación ambiental. <u>Vinculación:</u>--</p>
<p><u>Indicador:</u> Calidad general. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> 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 <u>Etapa del proyecto:</u> Todas las etapas del proyecto. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo). <u>Recursos:</u> Capacitación ambiental. <u>Vinculación:</u>--</p>

Tabla 4. Medidas de mitigación para la Atmósfera.

Calidad de la atmósfera
<p><u>Indicador:</u> Emisión de GEI. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> 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. <u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018 y NOM-167-SEMARNAT-2017.</p>
<p><u>Indicador:</u> Emisión de polvo. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Evitar llenar los camiones de acarreo de material hasta su máxima capacidad y de ser necesario cubrirlos con lona y humedecer el material. <u>Etapa del proyecto:</u> Construcción, durante las actividades de movimiento de material. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> ---</p>
<p><u>Indicador:</u> Emisión de ruido diurno. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo vehículos de acarreo, para reducir la emisión de ruido mayor a los límites permitidos en la normatividad correspondiente; en caso de otra maquinaria o equipo se tomaría como base esta misma normatividad. <u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental, residente de maquinaria. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> NOM-080-SEMARNAT-1994.</p>
<p><u>Indicador:</u> Emisión de ruido nocturno. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción horario nocturno (22:00 p. m. a 6:00 a. m.). <u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p>

Calidad de la atmósfera
<p><u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> Cap. VIII de la LGEEPA.</p>
<p><u>Indicador:</u> Intrusión lumínica. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> De ser requerida la iluminación en las áreas de instalaciones provisionales se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> Cap. VIII de la LGEEPA.</p>

Tabla 5. Medidas de mitigación para el Suelo.

Suelo
<p><u>Indicador:</u> Erosión. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Realizar despalme únicamente en la superficie requerida para la modernización del camino. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio. Actividad de despalme. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Erosión. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Limitar el área de tránsito de la maquinaria y vehículos al ancho de la Línea de ceros a fin de evitar un aumento en el área afectada por compactación y erosión por desgaste. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> ---</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Las instalaciones para el almacén de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos deben contar con piso impermeable y extintor. Colocar estas instalaciones en áreas sin vegetación, se sugiere localizar espacios para este fin en las áreas con asentamiento humanos cercanos. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra. <u>Recursos:</u> Ninguno. <u>Vinculación:</u> Art 82 del Reglamento de la LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RSU. <u>Tipo de medida:</u> Prevención. <u>Actividad:</u> Colocar contenedores con tapa y rotulados para la disposición separada de residuos urbanos en los frentes de trabajo, área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio. Se recomienda la separación de los residuos reciclables, de forma que se facilite su disposición final. <u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental. <u>Recursos:</u> Contenedores con tapa para residuos urbanos. <u>Vinculación:</u> LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s. <u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p>

Suelo
<p><u>Actividad:</u> Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo.</p> <p><u>Vinculación:</u> art. 82 del Reglamento de la LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Los RP´s como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal por un periodo menor a 6 meses, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor, la contratación de una empresa autorizada para su manejo.</p> <p><u>Vinculación:</u> art 83 del Reglamento de la LGPGIR, NOM-054-SEMARNAT-1993.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RME.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> contratación de empresa autorizada para su transporte y disposición final.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Generación de RP´s.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Evitar realizar reparaciones mayores de maquinaria y vehículos en el área del proyecto, para esto se recomienda localizar talleres mecánicos propiamente instalados en las localidades cercanas a los frentes de trabajo.</p> <p><u>Etapa del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.</p>

6.1.3 Medio social

Tabla 6. Actividades de mitigación para elementos de Paisaje

Paisaje
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p>

Paisaje
<p><u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> supervisión de las actividades ya que el mantenimiento mayor debe ser realizado en talleres establecidos en las localidades cercanas y no en el sitio del proyecto.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006.</p>
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación.</p> <p><u>Actividad:</u> En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Construcción (limpieza general).</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor (palas, carretilla).</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Manejo adecuado de residuos urbanos y residuos peligrosos (sólidos y líquidos).</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor, contenedores, almacenes.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR.</p>
<p><u>Indicador:</u> Agua y suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa arrendadora de sanitarios.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996.</p>
<p><u>Indicador:</u> Flora.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación</p> <p><u>Actividad:</u> Rescate de germoplasma forestal de algunos árboles y arbustos que serán afectados dentro de la LC.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.</p> <p><u>Recursos:</u> Material para manejo de germoplasma e individuos a sembrar.</p> <p><u>Vinculación:</u> LGEEPA y su reglamento.</p>
<p><u>Indicador:</u> Fauna.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Rescate y reubicación de herpetofauna, adaptación de OD como pasos de fauna, capacitación al personal sobre el cuidado y respeto a flora y fauna.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> material para capacitación, material y equipo para rescate.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>

Tabla 7. Medidas de mitigación para elementos socioeconómicos

Socioeconómico
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra, así como las rutas de más accesibles a él o ellos.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Recursos:</u> Botiquín, teléfonos de emergencia.</p> <p><u>Vinculación:</u> Reglamento federal de seguridad e higiene y medio ambiente del trabajo.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Proveer al personal con equipo de protección personal.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-017-STPS-2001.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Instalación de sanitarios portátiles.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa local para este servicio.</p> <p><u>Vinculación:</u> Reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente del trabajo.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores y de los usuarios.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de construcción (modernización), ya que se contempla que el camino actual siga en uso mientras sean ejecutadas las actividades de modernización.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Material para instalación de señales.</p> <p><u>Vinculación:</u> NCSB.CAR.1.07.016/00 Señalamientos y dispositivos para protección en obras.</p>
<p><u>Indicador:</u> Seguridad de los trabajadores y de los usuarios.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención.</p> <p><u>Actividad:</u> Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto.</p> <p><u>Etapas del proyecto:</u> Preparación del sitio y construcción.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra.</p> <p><u>Recursos:</u> Material para instalación de señales.</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p>

6.2 Programa de vigilancia ambiental

Dentro de las estrategias de mitigación y prevención de impactos, se considera indispensable que durante la ejecución 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 de germoplasma forestal (frutos y semillas), reforestación, las actividades de rescate y reubicación de herpetofauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad e higiene, 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, tal y como se describe en el capítulo 7.

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.

6.2.1 Cronograma

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base para la organización de actividades a realizar de acuerdo a la calendarización de la instalación del proyecto y de acuerdo a lo establecido en las diferentes actividades de mitigación propuestas. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada.

Tabla 8. Cronograma general para la vigilancia ambiental.

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ESTAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	PREP. DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN							OP. Y MTTO		
	Instalación de obras provisionales	Desmante	Despalme	Excavación (OD y alineaciones)	Instalación de OD menor	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica	
Medio biótico														
Evitar afectar áreas fuera de la LC del proyecto	[Barra de mitigación]													
Realizar el desmante en época de secas		[Barra de mitigación]												
Rescate de germoplasma de cedro				Ver calendario específico										
Reforestación funcional y estrategica				Ver calendario específico										
Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la LC	[Barra de mitigación]													
Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales	[Barra de mitigación]													
El uso del fuego quedará prohibido	[Barra de mitigación]											[Barra de mitigación]		
Capacitación ambiental para el personal de la obra	[Barra de mitigación]													
Adaptación de obras de drenaje como pasos de fauna					[Barra de mitigación]									
Rescate y reubicación de herpetofauna	[Barra de mitigación]													
Colocación de señalética de presencia y cruce de fauna silvestre, así como reductores de velocidad								[Barra de mitigación]						
Medio abiótico														
Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales		[Barra de mitigación]												
Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.	[Barra de mitigación]													
Capacitación al personal respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes	[Barra de mitigación]													
Mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para los vehículos y maquinaria	[Barra de mitigación]													
Evitar llenar los camiones de acarreo de material hasta su máxima capacidad, de ser necesario cubrirlos con lona y humedecer el material					[Barra de mitigación]									

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ESTAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	PREP. DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN							OP. Y MTTO		
	Instalación de obras provisionales	Desmante	Despalme	Excavación (OD y alineaciones)	Instalación de OD menor	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche													
De ser requerida la iluminación en las áreas de instalaciones provisionales se recomienda la iluminación localizada													
Realizar despalme únicamente en la superficie requerida para la modernización													
Limitar el área de tránsito de la maquinaria y vehículos al ancho de la LC													
Colocar contenedores para la disposición separada de residuos urbanos en los frentes de trabajo													
Contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 83 del Reglamento de la LGPGIR.													
Los RP´s como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal													
Prohibir la disposición de RME sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial													
Evitar realizar reparaciones mayores de maquinaria y vehículos en el área del proyecto, se recomienda localizar talleres mecánicos en las localidades cercanas													
Medio social													
Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria													
Descompactar suelo donde se ubicaron obras provisionales													
Disposición y manejo adecuado de RSU y RPs													
Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo													
Contratar personal de la región													
Contar con botiquín de emergencias													
Contar con equipo de protección personal													

<p><i>PERIODOS DE ACUERDO A LAS ESTAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS</i></p>	PREP. DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN						OP. Y MTTO		
	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme	Excavación (OD y alineaciones)	Instalación de OD menor	Acarreos	Alineaciones	Terracerías	Pavimentación	Limpieza general	Operación	Conservación rutinaria	Conservación periódica
Instalación de señalamiento preventivo													
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo													

La siguiente tabla muestra el calendario de trabajo propuesta para la actividad de rescate de germoplasma forestal.

Tabla 9. Calendario de trabajo para el rescate de germoplasma forestal.

ACTIVIDAD	AÑO 1											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACTIVIDADES DE RESCATE DE GERMOPLASMA FORESTAL, MANTENIMIENTO, GERMINACIÓN E INSTALACIÓN DEL VIVERO TEMPORAL												
Contratación del personal	■											
Capacitación del personal	■											
Ubicación de sitios de rescate de germoplasma		■	■									
Implementación del vivero (albergue temporal)	■	■										
Rescate de frutos y semillas		■	■	■	■							
Germinación de semillas, mantenimiento de plántulas en área de confinamiento (vivero temporal)		■	■	■	■	■						
Seguimiento y monitoreo de actividades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes de actividades	■					■					■	■

La siguiente tabla muestra el calendario de trabajo propuesta para la actividad de reforestación funcional.

Tabla 10. Calendario de actividades para llevar a cabo este programa.

ACTIVIDAD	AÑO 1											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN (PLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO)												
Construcción de vivero	■											
Adquisición de la planta	■											
Selección de las áreas	■	■										
Obtención de permisos y acuerdos	■	■										
Mantenimiento de plantas	■	■										
Preparación del terreno		■	■									
Establecimiento de la plantación			■	■	■							
Fertilización			■	■		■						■
Control de maleza	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento, monitoreo y seguimiento					■	■	■	■	■	■	■	■
Entrega de informes	■		■			■				■		■

6.2.1 Responsables

Existen dos niveles de responsabilidad de la implementación y ejecución del programa de vigilancia, estas son:

♣ *De Ejecución*

El responsable de la implementación y ejecución de la vigilancia ambiental es el promovente, quien deberá exigir a sus contratistas y subcontratistas el cumplimiento estricto de las medidas adoptadas tanto para cada etapa del proyecto.

♣ *De Supervisión y Cumplimiento*

La SEMARNAT es la entidad responsable de recibir los informes producto del cumplimiento de las medidas y acciones establecidas en el programa de vigilancia. Deberá exigir al promovente que las medidas establecidas en el mismo, se realicen de manera adecuada durante todas las fases que el proyecto implica a través de la supervisión de dichas acciones. De no cumplirse, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA será la encargada de realizar las acciones legales correspondientes.

Es por esto que dentro del personal debe existir el supervisor ambiental, como se menciona anteriormente, quien será el encargado de llevar a cabo la supervisión y acciones mencionadas, de tal forma que se trabaje de manera conjunta con los responsables de la obra civil y especialista requeridos. El personal requerido para las acciones que conforman este sistema vigilancia ambiental se indica a continuación.

Tabla 11. Personal requerido.

Acciones	Personal
Rescate de germoplasma	1 especialista Ingeniero forestal/biólogo/botánico 1 auxiliar técnico 4 ayudantes
Programa de Reforestación	1 especialista, ingeniero forestal/biólogo botánico 1 auxiliar técnico 4 ayudantes
Protección de fauna silvestre	1 coordinador 2 especialistas
Vigilancia ambiental	1 Supervisor ambiental: biólogo, ingeniero ambiental y el personal ocupado en las acciones para fauna y flora.

6.2.3 Seguimiento y monitoreo

En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo del mismo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables.

Por otra parte, el programa permitirá cuantificar 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.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmentemente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el derribo de árboles y reforestación.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

Se plantea una lista de chequeo base, la cual deberá ser adaptada a cada etapa de la obra de acuerdo a las necesidades que se presenten en campo.

Tabla 12. Lista de chequeo para Seguimiento y monitoreo.

PROG.	ACCIÓN	CUMPLIDO	NO CUMPLIDO	ACCIÓN CORRECTIVA
FLORA	Capacitación del personal			
	Ubicación de sitios de rescate de germoplasma			
	Instalación del vivero temporal			
	Rescate de frutos y semillas			
	Monitoreo			
REFORESTACIÓN	Ubicación de superficies a reforestar			
	Selección de especies vegetales nativas a utilizar en la reforestación			
	Obtención de plantas de viveros cercanos			
	Acciones previas a la plantación			
	Siembra			
FAUNA	Monitoreo			
	Identificar las especies a reubicar			

PROG.	ACCIÓN	CUMPLIDO	NO CUMPLIDO	ACCIÓN CORRECTIVA
	Recorrido del trazo para búsqueda de especies de herpetofauna a rescatar y reubicar			
	Elección de sitios para reubicación			
	Reubicación de individuos y monitoreo			
	Ubicación de sitios para señalética			
	Instalación de señalética			
	Selección de OD a adecuar			
	Adecuación de OD			
CAPACITACIÓN	Plática sobre fauna silvestre			
	Plática sobre flora silvestre			
	Plática sobre ciclos naturales			
	Plática sobre seguridad e higiene			
	Total de trabajadores capacitados			
SEGURIDAD E HIGIENE	Identificación de condiciones inseguras			
	Identificación de actividades riesgosas			
	Limpieza y orden en frentes de trabajo			
	Limpieza y orden de almacenes			
	Disposición adecuada de RSU, RME y RP 's			
	Ubicación de extintores en almacenes			
	Uso de equipo de protección personal			

6.2.4 Plan de contingencia

6.2.4.1 Acciones generales

Para el funcionamiento de un plan de atención a contingencias se debe contar con:

- Personal capacitado para atender la emergencia.
- Botiquín y equipo de primeros auxilios.
- Las instrucciones de seguridad para atender la emergencia.
- Ubicación y teléfonos de los centros de salud, hospitales y servicios de ambulancia más cercanos.
- Ubicación estratégica de las zonas en que se deban colocar señales (preventivas, restrictivas, informativas).
- Procedimiento de regreso a condiciones normales.
- Directorio de organizaciones, empresas y entidades gubernamentales que puedan proporcionar ayuda en situaciones de emergencia (Bomberos, estación de policía, hospitales, etc.).
- Formato para realizar un reporte del acontecimiento ocurrido, incluyendo fecha, evento, causa, acción de respuesta, personal involucrado, con el fin de analizar la emergencia y determinar posibles medios de prevención a futuro.

Se deberán programar por lo menos dos simulacros de atención de emergencias, dirigidos por personal capacitado, uno antes de comenzar las actividades del proyecto y otro aproximadamente a la mitad del tiempo programado para terminar el proyecto. Los simulacros realizados de deben registrar en una bitácora anotando, tipo de simulacro, fechas de ejecución y resultados.

Servicio médico

Es importante contar con un botiquín de primeros auxilios y personal médico capacitado para atender emergencias, así como realizar exámenes médicos a todos los trabajadores de admisión o contar con su historial médico.

Es importante también la información siguiente:

- Hacer una correcta detección, control y eliminación de áreas insalubres; estas áreas se refieren a sanitarios, comedores, campamentos, almacenes, si existe cuerpo de agua alledaño, etcétera.
- Contar con un listado de hospitales cercanos donde se brinde atención médica adecuada.
- Para poder prevenir los posibles riesgos a la salud a los que están expuestos los trabajadores, además de cumplir con los lineamientos anteriormente mencionados es necesario conocer de manera más específica cuáles son esos riesgos.

6.2.4.2 Identificación de condiciones inseguras y/o actividades peligrosas

Se deberán realizar recorridos en los frentes de trabajo, previo al inicio de cualquier actividad y durante el desarrollo de las mismas, identificando los sitios de posible riesgo para el trabajador. Una vez identificados los sitios de posibles riesgos, serán marcados en un mapa de la instalación.

Para determinar las actividades adecuadas para la prevención de los riesgos encontrados se recomienda elaborar un “Diagrama de salud en el trabajo”, describiendo brevemente las características de ese concepto y cubriendo los siguientes puntos:

- ♣ Diagrama de flujo de trabajo (Diagrama de bloques): En este diagrama serán plasmadas las actividades que se desarrollan o desarrollarán en cada etapa dentro de la obra.
- ♣ Descripción del flujo de proceso de trabajo: Para este punto se deberán contestar, como guía, las siguientes preguntas aplicables a cualquier área o lugar de trabajo: ¿Qué se hace en el área de trabajo?, ¿Con qué se hace? y ¿Cómo se hace?

El resultado de estas acciones será expresado a través de un Cuadro Resumen del Diagrama conteniendo además: Fases o etapas del proceso de trabajo, Riesgos y exigencias, Probables daños a la salud, Número de trabajadores expuestos, Medidas preventivas actuales, Propuesta de acciones preventivas.

Este procedimiento se efectuará desde el inicio de las actividades de preparación del sitio continuando durante la operación y mantenimiento de la obra. Los resultados obtenidos

identifican los puntos de mejora continua a aplicarse de forma inmediata en las diferentes áreas de trabajo, previo análisis de recursos y aprobación del personal responsable.

6.2.4.3 Acciones de prevención por área de trabajo y actividad

Centro de trabajo

Las áreas que contempla la obra, tales como: frentes de trabajo, zonas de circulación de personas y vehículos, áreas de almacén y servicios para los trabajadores, se deben delimitar de tal manera que se disponga de espacios seguros para la realización de las actividades.

Oficina de campo

En la oficina de campo se requerirá una planta de energía eléctrica para la operación del equipo de cómputo y de comunicación. Las instalaciones eléctricas deben ser colocadas por personal capacitado.

Las medidas de seguridad para dar mantenimiento a estas instalaciones deben considerar lo siguiente:

- En el equipo eléctrico, los interruptores deben estar envueltos, evitando contacto accidental con personas y objetos y protegidos del sol, lluvia y polvo; cuando se conecte a líneas o a un circuito energizado por medio de un cable o dispositivo de conexión, éste se conectará primero a la parte desenergizada, inversamente cuando se desconecte, la parte del lado de la fuente de desconectará primero.
- La planta de energía eléctrica debe contar con la información que identifique sus características eléctricas y la distancia de seguridad para los voltajes presentes. Debe evitarse instalar cables desnudos y otros elementos descubiertos energizados de una instalación a menos de 3 m del suelo o de cualquier otro lugar de trabajo o de paso, salvo si están protegidos eficazmente mediante cercas o pantallas de protección.
- El mantenimiento sólo podrá realizarse por personal autorizado y capacitado, evitando en la medida de lo posible el trabajo en conductores o equipo energizados. Se deberá verificar que se interrumpe el flujo de energía, conectar a tierra y en cortocircuito los conductores y equipo y proteger los elementos energizados cercanos contra el contacto accidental, después de realizarse el trabajo de mantenimiento, sólo se debe energizar por orden de una persona autorizada.

Almacén de materiales

Las áreas de trabajo y pasillos deben estar limpios y libres de obstáculos, en caso de estibar material, no se debe obstaculizar la iluminación y ventilación en los lugares donde éstas se requieran. Se debe colocar un extintor en un área visible y de fácil acceso.

El personal debe contar con el equipo de protección necesario en caso de realizar el levantamiento y transporte de carga y evitar cargar más de 50 kg. Cuando se carguen objetos de más de 4 m de largo se empleará un trabajador por cada 4 m, por otra parte los tambos

de hasta 200 L deben ser inclinados y trasladados rotándolos por la orilla de su base, en caso de objetos más pesados se debe optar por carretillas, diablos o maquinaria.

Patio de maquinaria

Este debe mantenerse libre de obstáculos, grietas y protuberancias, debe contar con tambos para la disposición de residuos tanto no peligrosos como peligrosos, así como señalamientos indicando la velocidad de circulación permitida. También se debe señalar el área de tránsito para los trabajadores.

Sanitarios

Será responsabilidad de la empresa contratada para proveer los sanitarios, el mantenimiento y limpieza de los mismos, no obstante el encargado de la obra o de la vigilancia deberá realizar chequeos de su estado, así como de concientizar a los trabajadores de su correcto uso.

Almacén de combustibles

No se recomienda el almacenaje de combustibles en el sitio, sin embargo, de ser requerido se deberán considerar lo siguiente: el área del almacén debe estar delimitada por malla gallinero, techada, con piso de concreto y ventilado. Debe contar también con extintor en un lugar visible y accesible, además del equipo necesario para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.

Almacén de residuos peligrosos

El almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se generen, previo a su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto; deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Maquinaria y equipo

- El equipo y herramienta menor debe almacenarse ordenadamente en el almacén mientras no se utilicen.
- Se debe realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo y llevar un registro mensual donde se reporten sus condiciones.
- El personal que realice el mantenimiento debe estar capacitado para esta actividad.
- Las reparaciones mayores no deberán realizarse en el área de proyecto a fin de evitar derrames de aceites o combustible, en el caso de requerirse se acudirá a un taller especializado.

Equipo de protección personal

La constructora debe proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal (EPP) requerido en cada puesto de trabajo y de acuerdo a los riesgos a los que estén expuestos. También deberá capacitar a los trabajadores sobre el uso del equipo y verificar que sea utilizado durante la jornada de trabajo.

El uso del equipo de protección personal debe realizarse de acuerdo a las recomendaciones, instructivos o manuales del fabricante, en caso de no contar con ellos, se debe considerar al menos lo siguiente:

- El uso correcto del EPP, considerando sus limitaciones o restricciones.
- El reemplazo del EPP cuando produzca alguna reacción alérgica al trabajador, o tomar las medidas para minimizar la reacción.
- El reemplazo cuando su vida útil llegue a su fin o se detecte un deterioro que ponga en peligro la salud del trabajador.
- Revisar el EPP antes y después de usarlo y reportar al supervisor cualquier daño o malfuncionamiento.
- Almacenar el EPP después de su uso y limpieza, separado de los equipos nuevos, y alejado de áreas contaminadas, protegido de la luz solar, polvo, calor o frío extremos, humedad o sustancias químicas, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Cuando un EPP esté contaminado con sustancias químicas peligrosas o agentes biológicos y no sea posible descontaminarlo, se procederá a darle disposición como residuo peligroso.

Prevención y combate de incendios

Se deben colocar extintores en las instalaciones de acuerdo a lo siguiente:

- Colocarse en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios (si es que los hay para llegar a uno de ellos) no exceda de 15 m desde cualquier lugar ocupado dentro de la obra.
- Fijarse entre una altura del piso no menor de 10 cm, medido del piso a la parte más baja del extintor y una altura máxima de 1.50 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.
- Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de – 5 °C.
- El acceso y señalamiento del extintor no estén obstruidos.
- Las instrucciones de operación sobre la placa del extintor sean legibles.
- Los sellos de inviolabilidad estén en buenas condiciones.
- Mantener en buen estado los extintores además de dar mantenimiento cuando menos una vez al año y durante su mantenimiento deben ser sustituidos por equipo para el mismo tipo de fuego y por lo menos de la misma capacidad.

- Mantener alejadas instalaciones eléctricas de sustancias flamables.
- El extintor deberá contar con la fecha de vigencia y recarga.
- En todas las zonas deberán existir extintores tipo ABC de 9 kg. de acuerdo a su ubicación.

Se deberá instruir a los trabajadores en el uso de los extintores, tipos de incendio y métodos para controlarlos.

6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Esta información busca establecer de forma objetiva un monto que sirva como garantía de que las estrategias de prevención, mitigación y compensación de impactos al ambiente que puedan presentarse por la ejecución del proyecto sean realizadas en el periodo requerido, así como utilizando los métodos más adecuados y personal capacitado para que éstas cumplan con los objetivos de protección y conservación propuestos.

En base a las actividades a realizar para cada propuesta, se realiza en cada uno de los anexos correspondientes, la estimación de la inversión requerida, la cual se muestra en la siguiente tabla. Además, se indican los montos estimados asociados para la ejecución y supervisión del general de medidas de mitigación propuestas en este capítulo, así como un monto por reparación de daños ambientales en su caso.

♣ *Acciones de rescate de germoplasma forestal*

Tabla 13. Resumen de las actividades y costo estimado.

Concepto	Importe
Ejecución, evaluación y seguimiento de las acciones de rescate de germoplasma forestal	\$ 421,010.50
Instalación y operación del vivero temporal en alcance a las acciones de rescate y germinación de semillas	\$ 89,521.30
SUBTOTAL	\$ 510,531.80
IVA (16%)	\$ 81,685.09
Total	\$ 592,216.89

♣ *Acciones de reforestación*

Tabla 14. Resumen de las actividades y costo estimado en la reforestación.

Descripción	Importe
Programa de reforestación, actividades de plantación.	\$ 587,676.20
Programa de reforestación, actividades de mantenimiento y monitoreo.	\$ 75,271.20
SUBTOTAL	\$ 662,947.40
IVA (16%)	\$ 106,071.58
TOTAL	\$ 769,018.98

♣ *Programa de protección a la fauna silvestre*

Tabla 15. Resumen de actividades y costo estimado para la protección de la fauna.

Concepto	Importe
Personal y equipo	\$ 20, 020.00
Adecuación de obras de drenaje	\$ 11, 500.00
Señal reflejante	\$ 16, 200.00
Reductores de velocidad	\$ 31, 500.00
Subtotal	\$ 79, 220.00
IVA (16%)	\$ 12, 675.20
Total	\$ 91, 895.20

♣ *Programa de vigilancia ambiental*

Tabla 16. Costo estimado para el programa de vigilancia ambiental.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
MATERIALES				
Componente suelo				
Señalética provisional se seguridad industrial y vial	pza	10	\$1,000.00	\$10,000.00
Manejo de desechos sólidos no peligrosos, incluye traslado a sitio autorizado	lote	1	\$1,000.00	\$1,000.00
Riego cotidiano de vías internas para control de material participado, incluye pipa, operador y un ayudante	pipa	6	\$800.00	\$4,800.00
Almacenamiento de desechos sólidos. incluye instalación de almacén temporal con techado con piso impermeable, contenedores con tapa para separación de residuos	lote	1	\$10,000.00	\$10,000.00
Componente agua				
Renta de sanitarios portátiles	mes	12	\$2,000.00	\$24,000.00
Componente atmósfera				
lona multiusos 4.6x7.11 work force	pza	10	\$1,055.00	\$10,550.00
Componente socioeconómico				
Capacitación y educación ambiental. incluye material	lote	1	\$3,000.00	\$3,000.00
Capacitación en seguridad e higiene. incluye material	lote	1	\$5,000.00	\$5,000.00
			Suma de Materiales	\$68,350.00
Personal y mano de obra				
Ayudantes (2)	mes	12	\$1000.00	\$24,000.00
Biólogo/Ing. ambiental	mes	12	\$7000.00	\$84,000.00
Herramienta menor	%	2		\$2,160.00
			Suma de Personal y Mano de Obra	\$110,160.00
EQUIPO				
Cámara canon Eos rebel xs 10.1 megapíxeles	hora	300	\$1.88	\$564.00
Camioneta pick up	hora	300	\$219.42	\$65,826.00
			Suma de Equipo	\$ 66,390.00

	Subtotal	\$ 244,900.00
	IVA (16%)	\$ 39,184.00
	Total	\$ 282,084.00

La siguiente tabla muestra el monto base para establecer una fianza de acuerdo a las actividades propuestas como medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales que la instalación del proyecto puede ocasionar.

Tabla 17. Información para fijar montos de fianza.

Concepto	Monto (M.N.)
Programa de vigilancia ambiental	\$ 244, 900.00
Programa de Reforestación	\$ 662, 947.40
Acciones de rescate de germoplasma forestal	\$ 510, 531.80
Programa de protección a la fauna silvestre	\$ 79, 220.00
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales.	\$ 149, 759.92
Subtotal	\$ 1, 647, 359.12
IVA (16%)	\$ 263, 577.46
Total	\$ 1, 910, 936.58

CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
7.1 Introducción	3
7.2 Descripción y análisis de los escenarios	4
7.2.1 Metodología	4
7.2.2 Resultados	6
7.3 Conclusiones finales	9

Índice de gráficas

Gráfica 1. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario sin proyecto.	7
Gráfica 2. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.	8
Gráfica 3. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y con medidas de mitigación.	9

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de evaluación ambiental.	4
Tabla 2. Valores asignados para los distintos escenarios ambientales.	6

CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 Introducción

La diversidad de problemas ambientales que se han manifestado a lo largo de la historia, pero sobre todo en la historia reciente de la humanidad, a lo largo de los últimos 50 años, los ecosistemas han sufrido cambios de manera más rápida y extensa que en ningún otro periodo de la historia moderna del hombre, como el calentamiento global, la disminución de la capa de ozono, la pérdida de la biodiversidad, la sobre explotación de recursos, han tenido por respuesta diversas manifestaciones de interés en diferentes instancias en el ámbito internacional, cuya evolución se evidencia en el surgimiento de algunos organismos de control multilateral, la expresión de políticas internacionales, y regulaciones de las actividades de desarrollo industrial proporcionales al desempeño ambiental mediante la generación de marcos normativos e institucionales para la solución de este problema.

Los seres humanos, sin duda, son los más poderosos perturbadores de su propio medio natural, no obstante que su salud y quizá su supervivencia sobre la Tierra depende de las condiciones del mismo. Es claro que este daño corresponde a dos razones fundamentales. La primera es que no hay más opción que explotar el medio natural para la obtención de alimento, minerales, cobijo, y tantas otras necesidades de la vida y del desarrollo humano. Y la segunda razón es el descuido, o la destrucción sin sentido. Demasiadas ciudades continúan vertiendo sus desechos en el aire o el agua, la agricultura suele ser innecesariamente destructiva del suelo, y todos somos culpables en diferentes proporciones como individuos consumidores (Henry y Heinke, 1999).

En las últimas décadas los problemas ambientales se han convertido en complejos escenarios a partir de los cuales se despliega un sinnúmero de reflexiones en torno a las circunstancias que enfrenta la sociedad moderna. Los efectos adversos potenciales derivados de la inserción de eventos tecnológicos y de un modelo de desarrollo cada vez más dependiente del consumo y uso de los recursos naturales han generado un panorama de insostenibilidad que pone en peligro la propia base material de la vida humana, dando con ello paso a la denominada sociedad del riesgo (Beck 1998).

La construcción de infraestructura (que incluye, además de caminos y carreteras, la ampliación del tendido eléctrico y la construcción de presas) también puede afectar la superficie remanente y la continuidad de la vegetación natural. Produce, entre sus efectos más significativos y dependiendo de la magnitud y tipo de obra, la pérdida y alteración de los ecosistemas, la fragmentación de las áreas remanentes de vegetación y, en el caso de caminos y carreteras, pueden constituir obstáculos para la migración de ciertas especies de animales y ocasionar su muerte por atropellamiento. (SEMARNAT, 2013)

Los proyectos de vialidad, al igual que pueden generar efectos o cambios en el medio socioeconómico, pueden también tener alteraciones significativas, tanto positivas como negativas, en numerosos aspectos del medio físico-natural.

En este contexto los problemas ambientales son igualmente numerosos según la magnitud, naturaleza y ubicación de los mismos. Entre las principales secuelas que va dejando la

construcción de una carretera son: mortalidad de fauna a causa de atropellos; pérdida y degradación de hábitats; contaminación del suelo, agua y aire; creación de microclimas no siempre favorables; condiciones hidrológicas alteradas y el aumento de actividades humanas en las zonas adyacentes a los cuerpos carreteros (Luell y col., 2003). A este respecto, es necesario implementar metodologías de aplicación rápida, que permitan pronosticar daños potenciales ante la ejecución de proyectos carreteros con visión de desarrollo económico y social, que ayuden a re-direccionar el sentido lógico de las medidas de mitigación y/o compensación adecuadas para contrarrestar los daños ambientales.

7.2 Descripción y análisis de los escenarios

7.2.1 Metodología

Con la finalidad de estimar los posibles impactos ante la ejecución del proyecto de ampliación de la carretera actual, se llevó a cabo un método de ponderación de factores ambientales utilizado como parte del diagnóstico ambiental del capítulo IV del presente estudio.

Dada la naturaleza de esta metodología se tomaron algunas consideraciones básicas para realizar este procedimiento, las cuales se indican a continuación:

1. Como información básica y guía para la evaluación se utilizó la misma matriz generada para el diagnóstico ambiental del capítulo IV.

Tabla 1 Matriz de evaluación ambiental.

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Geoformas (Evaluar cortes en el terreno, terraplenes, extracción de material, etc.)	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo (Buscar evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto del hombre, pastoreo, etc.)	Sin erosión aparente	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Calidad del agua (De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias)	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4
	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
Cubierta vegetal (Los valores de cobertura cambian en ecosistemas áridos)	Mayor al 100 %	5
	75 - 100 %	4
	50 - 75 %	3
	25 - 50 %	2
	Menor al 25 %	1
	Vegetación original	5

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Naturalidad de la vegetación (Se puede catalogar una zona desmontada como antinatural)	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Presencia o rastros de pastoreo (Si no se observa el ganado directamente, se deben buscar rastros como excretas, veredas de tránsito continuo, huellas, etc.)	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Presencia o rastros de cultivos (Evaluar la presencia directa de cultivos o terrenos en desuso que hayan sido utilizados para actividades claramente agrícolas)	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Hábitats para la fauna silvestre (Analizar el estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., además de elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios)	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Diversidad biológica observable (De acuerdo al tipo de ecosistema se evaluará en función de lo observable en términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos)	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1
Evidencia de penetración antrópica (Asentamientos humanos, caminos, brechas, basura, actividades de aprovechamiento de recursos naturales, etc.)	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

- Se plantearon tres escenarios con tres períodos de tiempo distintos: 1) Pronósticos del escenario sin proyecto; 2) Pronósticos del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación; 3) Pronósticos del escenario con proyecto y con medidas de mitigación.
- Para realizar las evaluaciones en estos tres escenarios se conformó un equipo multidisciplinario, con conocimientos suficientes en cada uno de los factores ambientales empleados. Asimismo, se mantuvo un alto grado de objetividad en el momento de la asignación de los valores.
- Como información adicional y de gran relevancia, se analizó tanto el diagnóstico ambiental (capítulo IV) como las medidas de mitigación propuestas (capítulo VI) para

tener un panorama más claro de los posibles impactos y obtener así resultados más confiables y certeros.

- Finalmente se optó en manejar valores fraccionarios, si fuera necesario, para calificar los diferentes escenarios, pero utilizando como guía la matriz antes mencionada.

7.2.2 Resultados

Panorama general

En términos generales, el área de estudio presenta algunas variantes entre los tres escenarios planteados en este análisis. Partiendo de los valores ambientales actuales, según el diagnóstico ambiental (ver capítulo IV), en un escenario sin proyecto, la situación ambiental no se vería alterada de ninguna manera en este sentido. Con la ejecución del proyecto y sin medidas de mitigación la situación cambia de manera mínima en la mayoría de los factores ambientales. En cambio, para un escenario donde se ejecute el proyecto, pero aunado a un conjunto de medidas de mitigación la situación cambia de manera positiva en algunos factores, sin embargo, dadas las circunstancias y el estado actual en que se encuentra la zona de estudio, las variantes no parecen ser significativas.

Tabla 2. Valores asignados para los distintos escenarios ambientales.

Factor ambiental/social/antrópico	Diagnóstico ambiental	Sin proyecto			Con proyecto/sin medidas			Con proyecto/con medidas de mitigación		
	Línea base	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	4	4	4	4	3.5	3.5	3.5	4	4	4
Suelo	4.1	4	4	4	3.5	3.4	3.3	3.8	3.8	4
Calidad del agua	4.6	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.3	4.6	4.6	4.6
Cubierta vegetal	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.5	2.6	2.6	2.8
Naturalidad de la vegetación	3	3	3	3	3	2.9	2.7	3	3	3
Presencia o rastros de pastoreo	2	2	2	1.9	2	2	1.5	2	2	2.2
Presencia o rastros de cultivos	3	3	3	2.5	3	3	3	3	3	3
Hábitats para la fauna silvestre	2.3	2.3	2.3	2.1	2.3	2.4	2.5	2.2	2.3	2.5
Diversidad biológica observable	2.8	3.75	3.75	3.75	2.8	2.7	2.5	2.6	2.6	2.8
Evidencia de penetración antrópica	2.3	2.3	2.3	2	2.3	2	1.5	2.3	2.3	2.5

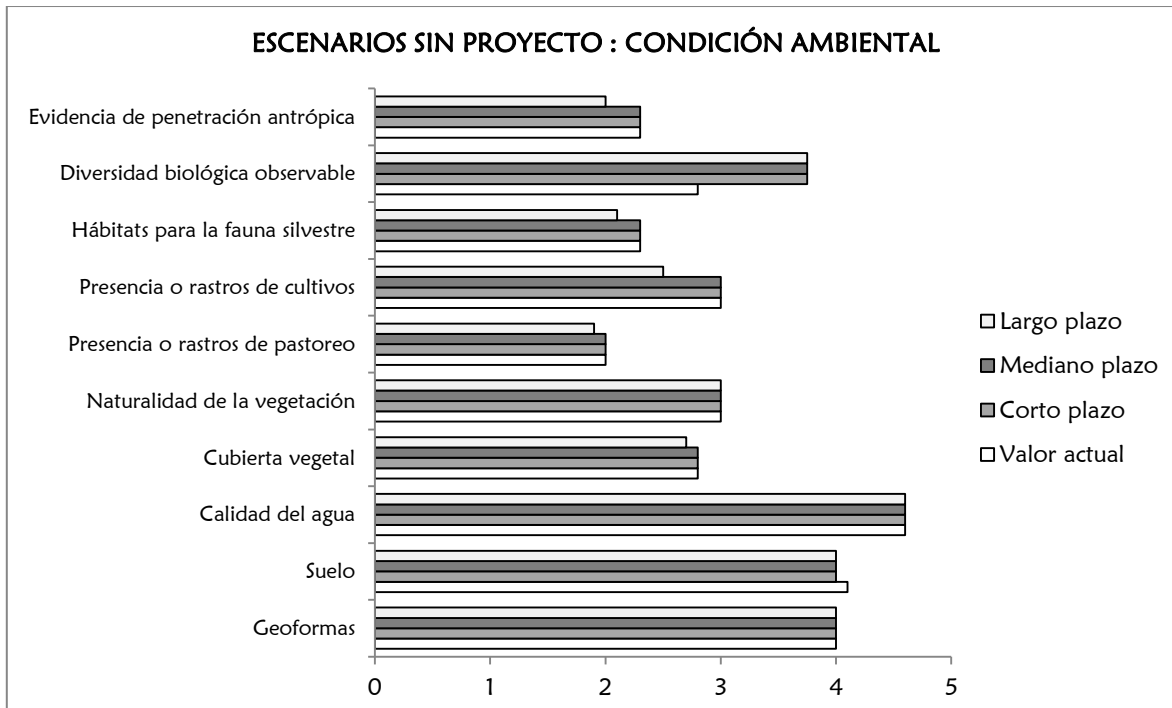
Plazos: 1) Corto: 5 años; 2) Mediano: 10 años; 3) Largo: >10 años

Escenario sin proyecto

Cuando hablamos de la ausencia de proyecto se entiende que los valores y la calidad del medio ambiente no sufrirían algún tipo de alteración, sin embargo, no por ello las condiciones se mantendrían estables a lo largo del tiempo, puesto que existen factores naturales y antrópicos que conllevan a la degradación y fragmentación ambiental.

Algunos ejemplos de degradación ambiental sería el crecimiento inadecuado de las zonas urbanas, la expansión de zonas agrícolas, la tala y desmonte para la generación de

monocultivos, tal como los pastizales inducidos para uso de actividades ganaderas propias de la región.



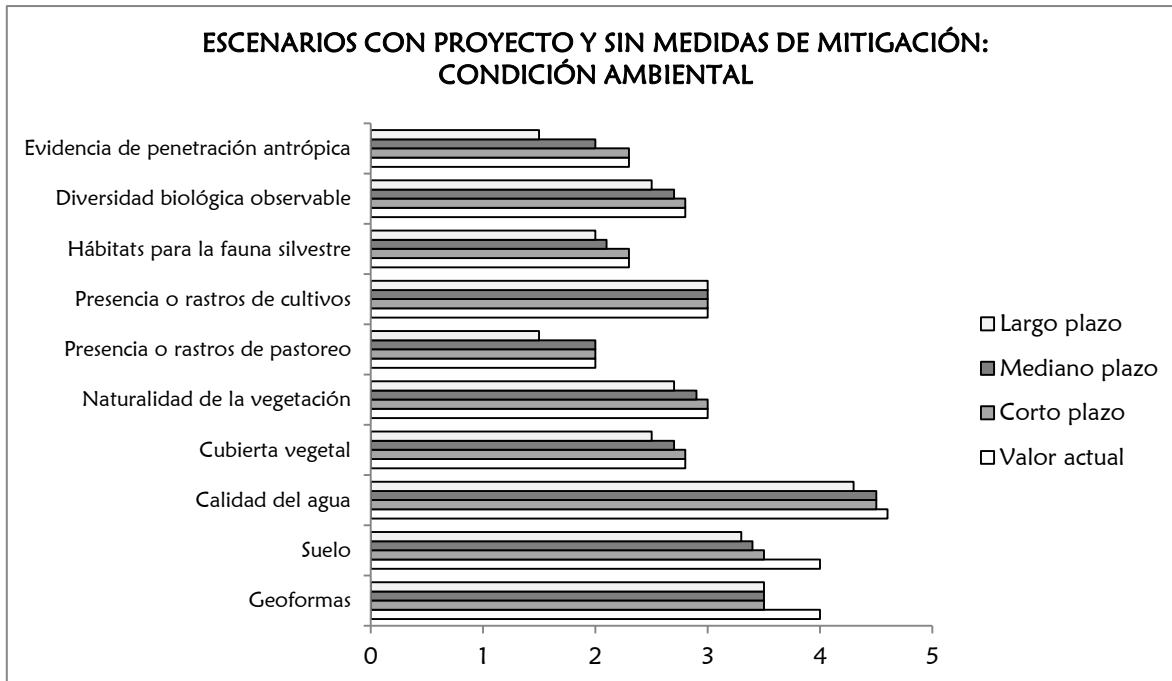
Gráfica 1. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario sin proyecto.

Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Un proyecto ejecutado bajo ningún tipo de medida de compensación o mitigación, se considera como el escenario de mayor impacto al ambiente, independientemente de la calidad o el grado de perturbación en el que se encuentre dicho escenario.

Así entonces, de los diez factores planteados, se presentó cierta variabilidad en sus valores en los diferentes tiempos. En este proyecto, los hábitats para la fauna silvestre, la diversidad biológica observable y la naturalidad de la vegetación serían los mayormente afectados, aunque los valores no representen un cambio significativo.

Los factores que aparentemente no tendrían ningún efecto, tanto negativo como positivo, son los relativos a las actividades de pastoreo o agrícolas, puesto que su crecimiento es directamente proporcional al crecimiento antrópico. En el caso del pastoreo, la modernización de la carretera actual no presenta relación con la actividad ganadera pues en la actualidad existen enormes extensiones de pastizales inducidos donde se desarrolla dicha actividad.



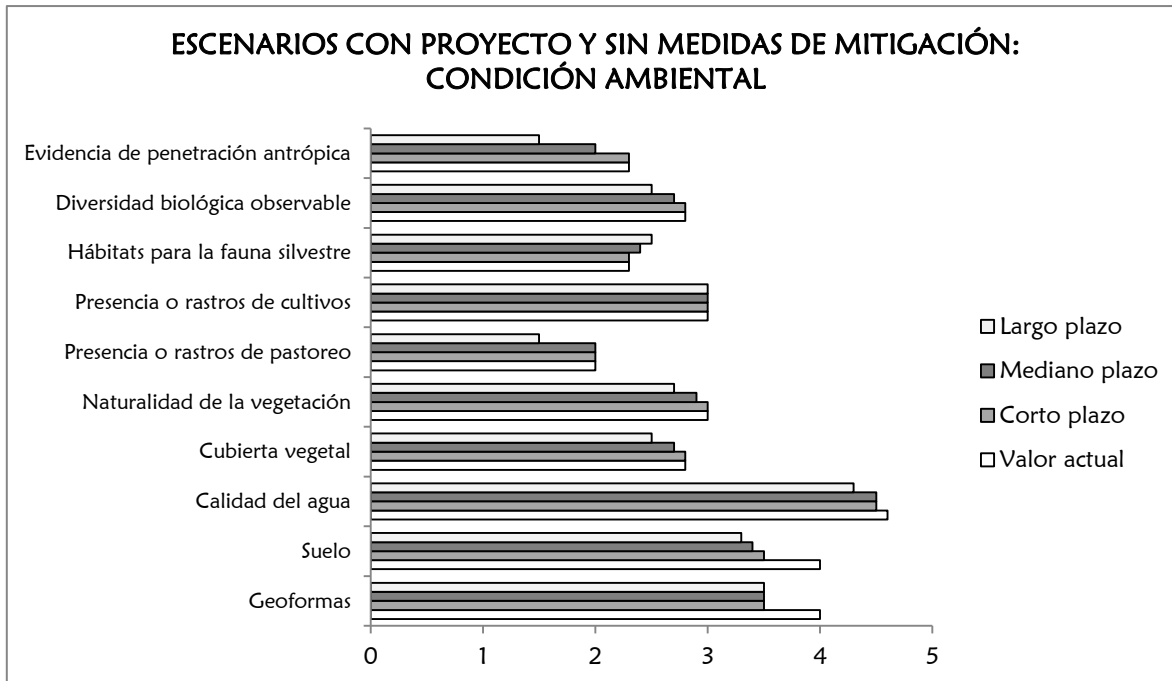
Gráfica 2. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.

Escenario con proyecto y con medidas de mitigación

En un escenario con proyecto y con sus respectivas medidas de mitigación, la situación se tornaría diferente y más variable que los anteriores escenarios. Los factores de presencia o rastros de cultivos y pastoreo se mantendrían inalterados principalmente por cuestiones de las actividades económicas propias de la región, como ya se comentó anteriormente. Las Geoformas y el suelo serían las únicas que mostrarían daños que aparentemente no son significativos por el relieve suave del terreno y porque el suelo orgánico se usaría para fines de reforestación.

La cubierta vegetal, la disponibilidad de hábitats para la fauna silvestre y la diversidad biológica observable presentarían un daño moderado durante la ampliación de la carretera, pero a corto plazo bajo la aplicación de las medidas de mitigación planteadas, se vería cierta recuperación hasta recuperar los valores actuales a largo plazo. Por su parte, la naturalidad de la vegetación tendría un detrimento inicial, pero se verían recuperados a mediano plazo, e incluso a largo plazo tendrían un incremento ligero sobre los valores actuales.

Finalmente, los elementos que evidencian la penetración del hombre sobre los ambientes naturales no mostrarían cambios significativos en los periodos de tiempo establecidos respecto a las condiciones actuales.



Gráfica 3. Comparación de la calidad ambiental en tres periodos de tiempo para el escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

7.3 Conclusiones finales

El presente estudio corresponde a la modernización de 7.80 km del camino Cerro Las Águilas – El Desengaño, en el tramo comprendido del km 15+000=35+000 al km 22+800=42+800, está ubicado en el municipio de Candelaria en el estado de Campeche.

El tramo actualmente presenta las características de un camino tipo D, con un ancho de corona que varía de los 5 a 6.5 m, por lo que el proyecto de modernización plantea homogenizar el ancho del camino y realizar las alineaciones pertinentes para que cumpla con las características de un camino tipo B.

Ubicado en la Provincia fisiográfica Península de Yucatán y Subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, el proyecto se ubica en una región con clima cálido subhúmedo con lluvia de verano, y sobre una llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado, predominan las redzinas con sus características de alto contenido de arcilla y materia orgánica.

Como referencias espaciales para el análisis del proyecto se definen una SAR de 84, 499.032 ha, un Área de influencia de 292.224 ha y una Línea de ceros de 12 m de ancho y superficie de 9. 360 ha donde se realizarán las actividades de modernización y por lo tanto donde se prevé que ocurran los principales impactos debido a ellas.

Una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental, así como con los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial que resultaron aplicables; se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, así como de las características y condiciones del ecosistema en que se inserta; la ejecución de este no contraviene estrategia o criterio alguno establecido en los citados instrumentos. Por otro lado, el proyecto presenta coincidencias con el Plan Nacional de

Desarrollo, así como con el Programa de Trabajo 2019 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2021 del Gobierno del Estado de Campeche y el Plan de Desarrollo Municipal de Candelaria, Campeche. Asimismo, el proyecto presenta vinculación positiva con la acción específica A051 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, la cual busca *Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.*

En función de su ubicación, características y alcances, se encontró que la ejecución del proyecto contribuiría a la modernización de los caminos rurales de las zonas marginadas del país, mejorando de manera particular la seguridad de los usuarios del camino que se pretende modernizar, y haciendo más eficiente el transporte de personas bienes y servicios en la zona, al tiempo de impulsar la integración logística de las localidades de Cerro Las Águilas y El Desengaño, en el municipio de Candelaria, Campeche; contribuyendo finalmente a que México cuente con una red carretera más segura y eficiente. Cabe mencionar que, de acuerdo con estimaciones hechas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015), el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de rezago social Alto. Asimismo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016) señala que el municipio de Candelaria en el estado de Campeche presenta un grado de marginación Alto.

En relación con los objetivos de conservación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas, regiones prioritarias para la conservación y demás instrumentos de conservación y protección de los ecosistemas y la biodiversidad que resultaron aplicables, se encontró que, en función tanto de las características, ubicación y alcances del proyecto, así como del estado actual que guardan los ecosistemas de la zona en que se inserta, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente que se prevé sean generados por el proyecto, la ejecución del mismo no representa un incremento significativo en la fragmentación que presenta actualmente el ecosistema, así como tampoco representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica ni para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la generación de servicios ambientales.

Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables, de los tres niveles de gobierno, se encontró que el mismo no presenta controversia alguna con la normatividad aplicable, siempre y cuando se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de 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.

Se obtuvo información cartográfica mediante la consulta de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie VI, 2016), para conocer la distribución, y superficie que ocupa el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG), dentro del sistema ambiental regional (SAR), área de Influencia (AI) y Línea de ceros (LC) del proyecto.

Algunas zonas asignadas a un USVEG para INEGI, de hecho corresponden a otro donde la densidad, dominancia y frecuencia a nivel de especies es muy clara partiendo de los estratos

a la composición; por otro lado, la escala del mapa de USVEG ha impedido que se represente un gran número de pequeños manchones de comunidades vegetales con diferentes categorías y usos de suelo muy marcados en la zona, cuya situación y extensión se conoció con más o menos exactitud debido a los recorridos realizados dentro y fuera de las AP, a menudo esto ha obligado a recurrir a generalizaciones de INEGI que no concuerdan con lo observado en campo.

Respecto a la vegetación a afectar por las distintas actividades pretendidas dentro de la LC, fue sumamente importante realizar un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de Fotointerpretación (FI) a partir de un ortomosaico generado por medio de un levantamiento fotográfico aéreo tomado con un Drone, la caracterización de la vegetación en campo a través de los recorridos realizados, fotografías terrestres y muestreos de la vegetación en áreas del proyecto; con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); en este sentido, la (FI) se realizó a un solo nivel de proyecto que abarca la LC.

En la zona de estudio se presenta un incremento de los diferentes usos del suelo, mismo que ha modificado la vegetación natural remitiendo al crecimiento de VS/SMQ, donde el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, resultan ser coberturas no forestales dominantes dentro de la LC (8.937 ha). El área requerida para el proyecto en la totalidad de la LC contempla una superficie de (9.360 ha) de las cuales considerando la cobertura forestal que ahí se desarrolla en áreas sujetas a CUSTF, únicamente se tendrá una afectación puntual de la vegetación forestal de (0.423 ha), aquí vale la pena mencionar, de que INEGI reporta vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia; sin embargo, muchas veces por la escala de los datos vectoriales que se manejan se generalizan muchas coberturas que en campo no corresponden; por ello fue sumamente importante los trabajos de campo y la FI, ya que la vegetación que logra su desarrollo en la zona corresponde a la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En este caso la VS/SMQ es la cobertura que resultara afectada por las distintas obras y/o actividades pretendidas.

A grandes rasgos, las dimensiones del ancho del camino actual a lo largo del eje del proyecto presentan valores promedio que van de 5.0 a 6.5 metros. La superficie total dentro de la LC corresponde a (9.360 ha), mismas que solo (5.185 ha) forman parte de superficies de afectación adicional que serán requeridas para la modernización del proyecto y el resto (4.175 ha) se encuentran formando en su gran parte por el camino actual. Entre las coberturas asignadas se encuentran: Camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido. Cabe destacar, que del total considerado dentro de la LC solo (0.423 ha) son coberturas forestales con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

A pesar de que, dentro del SAR y AI se observan paisajes con buen estado de conservación, aunque bastante fragmentados en sus coberturas, los cambios de origen antropogénico son notables en algunas áreas dentro de la LC, mismos que han reflejado a través de los años la disminución de superficies que presentaban vegetación para dar paso a otro uso de suelo, donde la cobertura forestal ha sufrido reducciones sustanciales en sus áreas naturales. El cambio de uso del suelo o en general el cambio de tipos de cobertura del terreno es, en

mayor medida, consecuencia de la interacción de las actividades humanas con el medio natural; dichos cambios indican el impacto de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades humanas sobre el territorio y una mayor demanda por los recursos, lo que está generando cambios importantes en los ecosistemas locales.

La composición florística de las especies observadas en los sitios de muestreo y durante los recorridos realizados de un sitio a otro en las áreas del proyecto y SAR, se logró obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, dando como resultado 45 familias, 113 géneros y 132 especies; destacan las dicotiledóneas en cuanto a las familias (82.2%), géneros (86.7%) y especies (87.1%) seguido de las monocotiledóneas en su representación con (17.8%, 13.3% y 12.9%) respectivamente. El origen florístico arroja que 114 especies son de origen nativo o de distribución natural para México, representando el (86.4%) del total de especies identificadas y el resto (18) son introducidas (13.6%). En los sitios de muestreo y durante los recorridos realizados de un sitio a otro, en el SAR y áreas del proyecto (AI/DDV/LC) se identificó a *Cedrela odorata* (Cedro), especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr).

Así mismo, se llevaron a cabo 26 sitios de muestreo (13=MP y 13=MSAR), información que fue recabada en campo y que sirvió para realizar un análisis para identificar las diferentes dinámicas e interacciones bióticas que se presentasen en AP y SAR, mediante la obtención de diferentes índices de diversidad biológica que permitiera poder realizar una comparación cuantitativa y cualitativa de las especies que caracterizan a la estructura de la vegetación en las dos unidades de análisis consideradas; por un lado, sitios de muestreo dentro de las áreas del proyecto (MP), con respecto a sitios de muestreo fuera de las áreas del proyecto (MSA).

A grandes rasgos para el caso del estrato (AR) se presenta una mayor riqueza obtenida para los MSAR; los índices de diversidad muestran valores más altos, aunque ligeramente en los MSAR; para el caso del estrato (AB) existe una mayor riqueza de especies y diversidad dentro de los MSAR, superando a los MP con una riqueza de 4 especies, superficies que incluyen el SAR, lo que denota áreas con mayor grado de conservación. Por otro lado, para el estrato (HI) de igual forma se registraron los mayores valores para los MSAR; lo anterior, pone de manifiesto que a pesar de las distintas actividades que pretenden realizarse dentro de la LC no se pondrá en riesgo la dinámica ecológica de la VS/SMQ, ya que a nivel de SAR y AI existen amplias y extensas superficies que presentan este mismo tipo de vegetación.

Tomando en cuenta la riqueza de especies registrada en los sitios de muestreo, se puede decir que dentro del AP=MP aún existen áreas con presencia de (VS/SMQ); sin embargo, presentan distintos grados de conservación, con respecto a la estructura, riqueza y composición de especies. Además, se observó que el impacto de la perturbación a través de los años ha incrementado la riqueza de especies a nivel local, modificando la composición florística dentro de la selva mediana, ya que muchas especies identificadas forman parte de fases iniciales e intermedias de la sucesión secundaria, mismas que han logrado su establecimiento en la zona formando parte de especies dominantes.

Por lo anterior, el análisis estadístico justifica el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, así como la representatividad de la muestra evaluada, en función de las características del tipo de vegetación observado dentro y fuera de las AP, incluye superficies del SAR y AI; indicando la intensidad de muestreo, tamaño de la muestra, número de sitios de muestreo y su distribución, así como se logró determinar el tamaño de muestra con niveles de confianza altos por encima del 95% de la vegetación por afectar asociada al VS/SMQ.

Después de consultar los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto, vale la pena mencionar, que dentro de la LC en áreas sujetas a CUSTF se presenta vegetación “forestal” asociada a la VS/SMQ, lo anterior; de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 7, y las fracciones VI, XXIII, XLVI, XLVII, LXIX, LXX, LXXI, LXXIV y LXXX citadas en la LGDFS y lo dispuesto en el Artículo 1 y 2, fracción XXXI citada en el RLGDFS.

Así mismo, dentro de la LC también se encuentra superficies que fueron consideradas como “no forestales”, donde prácticamente se encuentran coberturas asociadas al camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido, en este último caso de igual forma se revisaron los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto.

En este sentido, la superficie total requerida dentro de la LC corresponde a 9.360 ha, de las cuales únicamente para las áreas sujetas a CUSTF se requiere una superficie de 0.423 ha, polígonos que fueron delimitados con presencia de vegetación “Forestal” asociada a la VS/SMQ y el resto corresponde a 8.937 ha dentro de la LC “No Forestales”, entre las que destacan el camino actual, árboles y arbustos aislados y dispersos, cercos vivos, malezas herbáceas pioneras al disturbio, áreas sin vegetación, pastizal cultivado y urbano construido.

Cabe aclarar, que dentro de las áreas sujetas a CUSTF se identificó 1 especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo anterior, se deberá llevar a cabo un programa de “rescate de germoplasma forestal”, rescatando frutos y semillas, para evitar su afectación como una medida de prevención y mitigación; además, es importante llevar a cabo un “programa de reforestación funcional y estratégico”, donde se incluya esta especie entre las más importantes.

Si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” dentro de la totalidad de las áreas consideradas, el proyecto únicamente se deberá ajustar a la superficie obtenida de los análisis realizados (0.423 ha) del total (9.360 ha), sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas para llevar a cabo CUSTF. No obstante, los impactos ambientales a la vegetación y su flora dentro de las (0.423 ha) que serán generados por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser prevenidos y compensados a través de diversas estrategias y acciones como el rescate de germoplasma y acciones de reforestación en sitios bien seleccionados, instalación de señalética ambiental, pláticas de educación ambiental, con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, esto logrará incrementar la calidad y funcionalidad ecológica a través de la protección y conservación de especies. Además, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen en el capítulo VI de la MIA-R, promoviendo un proyecto lo mayormente amigable con el medio ambiente.

En el aspecto de la fauna, durante los muestreos a lo largo del eje del proyecto se lograron registrar 42 especies de vertebrados divididas en un anfibio, cuatro reptiles, 36 aves y un mamífero. Para el SAR los registros fueron ampliamente superiores a los obtenidos en el eje del proyecto, registrando una riqueza de vertebrados terrestres de 90 especies, de los cuales, tres son anfibios, ocho reptiles, 74 aves y cinco mamíferos. Nueve especies se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo, un anfibio, dos

reptiles y seis aves. El impacto de las carreteras hacia la fauna silvestre es muy variable y depende de distintos factores, por ejemplo, el flujo vehicular, la longitud y anchura del cuerpo carretero, la velocidad con la que transitan los vehículos y por supuesto la ubicación o por donde se proyecta la carretera, es decir, a través de una zona forestal o a través de campos agrícolas o pastizales inducidos. . Dentro de la extensión del proyecto, se registraron tres especies afectadas por atropellamientos y colisiones: el sapo costero (*Incilius valliceps*), el semillero brincador (*Volatinia jacarina*) y el chotacabras pauraque (*Nyctidromus albicollis*). Se generó un listado de especies de probable ocurrencia, obteniéndose 75 especies de las cuales ocho son anfibios, 19 reptiles, 23 aves y 25 mamíferos.

Con la metodología para identificación y valoración de impactos por las distintas actividades a realizar para la modernización del camino se tiene que, de los 31 elementos indicadores considerados, son 27 los que se identifica que, sin implementar medidas de ningún tipo, serán afectados por el proyecto, generando un total de 150 impactos ambientales.

Los impactos negativos en un escenario sin medidas de mitigación de ningún tipo, se valoran en general como Medio y Altos, y se esperan en todas las etapas del proyecto afectando a casi todos los indicadores. Por su parte, los impactos positivos identificados en un escenario “sin medidas” se ubican en los elementos sociales y económicos, ya que el mismo proyecto promueve el desarrollo de la región; en este caso se espera un incremento temporal de actividades económicas (compra/venta y renta de material y equipos) y generación de empleos. Cuando se considera en la evaluación de los impactos las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el capítulo VI, se logra reducir el valor de todos los impactos negativos.

Los resultados obtenidos de los pronósticos ambientales indican que las condiciones ambientales del área del proyecto no se verían afectadas drásticamente durante la ejecución del mismo, sin embargo los efectos que pudieran suscitarse a través de la ejecución serían parcialmente reestablecidos a través de periodos de mediano y largo plazos, así como con la adecuada aplicación de las medidas de mitigación, y bajo un esquema de responsabilidad ambiental, además de las medidas de compensación correspondientes que se plantean en presente proyecto, los efectos negativos al ambiente no sólo se reducirían, sino también se revertirían para algunos de los factores a nivel puntual.

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

En este apartado se muestra la numeración correspondiente a los anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), mismos que muestran la información orientada al soporte y coherencia de los diferentes capítulos descritos en la MIA-R; los resultados incluidos se obtuvieron mediante la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible en la literatura especializada. En la siguiente tabla se muestra la numeración de los anexos correspondientes.

Tabla 1. Numeración de los anexos que integran la MIA-R, mismos que se presentan impresos y digital.

Número de anexo	Documento
1	Cartografía temática (Impreso y digital)
2	Cartografía especializada (impreso y digital)
	2.1. Ubicación de áreas forestales dentro de la LC 2.2. Flora 2.3. Fauna
3	KMZ del proyecto (digital)
	3.1. Proyecto 3.2. Polígonos forestales dentro de la LC 3.3. Flora 3.4. Fauna 3.5. Ortomosaico generado
4	Tablas coordenadas UTM (digital)
	4.1. Coordenadas cadenamientos cada 250 m 4.2. Coordenadas ubicación obras de drenaje 4.3. Coordenadas polígonos forestales dentro de la LC 4.4. Coordenadas UTM de la especie de flora registrada en la NOM-059
5	Memorias de cálculo (Curvas de acumulación de especies), (Digital)
	5.1. Flora 5.2. Fauna
6	Literatura citada y bibliografía consultada (Impreso y digital)
7	Listado de flora (Impreso y digital)
8	Listado de fauna (Impreso y digital)
9	Catálogo de flora (Impreso y digital) <i>(Guía práctica de identificación florístico – taxonómico)</i>
10	Catálogo de fauna (Impreso y digital) <i>(Guía práctica de identificación faunístico – taxonómico)</i>
11	Acciones de rescate de germoplasma forestal (Impreso y digital)

Número de anexo	Documento
12	Programa de reforestación (Impreso y digital)
13	Programa de protección de fauna silvestre (Impreso y digital)
14	Reporte fotográfico del proyecto (Impreso y digital) <i>(Guía práctica de ubicación)</i>
15	Resumen ejecutivo (Impreso y digital)