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

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL, PROYECTO “CAMINO ARTESANAL “PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO, Q. ROO”.

CAPITULO I

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



ÍNDICE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3

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 3

1.2 Datos generales del Promovente 7
1.2.1 Nombre o razón social 7
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 7
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal 7
1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 7
1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 7



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

Camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico (en delante el Proyecto).

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica al este del municipio de Felipe Carrillo Puerto El proyecto se ubica en la localidad de Vigía Chico al este del municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado de Quintana Roo, México. Tiene una superficie de construcción de 36.992 ha cuyas coordenadas se indican la siguiente tabla. Se incluye KML en los anexos.



Figura 1.1. Ubicación del proyecto

1.1.3 Duración del proyecto

La rehabilitación y modernización del camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico y la instalación de infraestructura turística de bajo impacto de bajo impacto se pretende

desarrollar en 18 meses; periodo en el cual se minimizarán y mitigarán los efectos negativos de estas actividades.



Tabla 1.1. Cronograma de trabajo

Etapa	Actividad	Descripción	Meses																		Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	5	30
Preparación	Delimitación del Trazo del Proyecto.	Levantamiento topográfico.	x	x	x																	
		Señalización, Marcaje y delimitación del área del Proyecto.	x	x	x																	
	Actividades del CUSTF.	Desmonte.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Despalme.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Limpieza del terreno.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Instalación de las obras provisionales.	Oficinas/Sanitarios portátiles/Almacenes.	x	x	x																	
Construcción	Movimiento de tierras.	Cortes.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
		Acarreos.		x	x	x	x	x	x	x	x	x										
	Compensación de terra-cerías	Nivelación.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Compactación.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Pavimentos	Sub-Base y Base Hidráulica.						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Carpeta de Concreto Hidráulico.						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Riego de impregnación.								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Emulsiones.												x	x	x	x	x	x			
		Carpeta del camino artesanal.								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Obras Complementarias	Cunetas revestidas de concreto hidráulico.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Señalización	Colocación de señalética.	x	x	x	x	x	x														
	Cimentación	Cimentación de infraestructura turística de bajo impacto (Estación de transferencia)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Edificación Palafitos	Edificación de infraestructura turística de bajo impacto sobre pilotes (Área de Playa Vigía-el Chico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

Etapa	Actividad	Descripción	Meses																	Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	5	30
Operación y mantenimiento	Retiro de obra y limpieza.	Retiro de obras provisionales.																x	x	x		
		Retiro de maquinaria.																x	x	x		
		Limpieza del sitio.																x	x	x		
	Operación y mantenimiento	Circulación vehicular.																			x	x
		Mantenimiento y conservación.																			x	x

1.2 Datos generales del Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Secretaria de la Defensa Nacional (SEDENA)

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

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

[redacted]

1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

1.2.5.1 *Nombre o razón social.*

[redacted]

1.2.5.2 *Registro Federal de Contribuyentes.*

[redacted]

1.2.5.3 *Dirección del responsable técnico del estudio.*

[redacted]

1.2.5.4 *Participantes*

[redacted]



Se declara, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Se anexa escrito).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, PROYECTO “CAMINO ARTESANAL “PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO, Q. ROO”.

CAPITULO II

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5

2.1 Introducción 5

2.2 Información General del Proyecto 5
2.2.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa 5

2.3 Justificación 6

2.4 Objetivos 7
2.4.1 Objetivos particulares 8

2.5 Ubicación física y dimensiones del proyecto 8
2.5.1 Superficie Requerida para el Proyecto (Hectáreas). 41

2.6 Usos de Suelo y Vegetación en el Área del Proyecto (AP) 42
2.6.1 Superficie del proyecto y tipo(s) de vegetación 42

2.7 Inversión requerida 50

2.8 Ubicación del proyecto con respecto al territorio de los pueblos indígenas 51

2.9 Características particulares del proyecto 53

2.10 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 58
2.10.1 Descripción General de Obras y Actividades del Proyecto 59
2.10.2 Obras y Actividades Provisionales y Asociadas 77

2.11 Programa de Trabajo 79

2.12 Representación gráfica regional 81

2.13 Representación gráfica local 82

2.14 Selección del sitio o trayectorias 83

2.15 Descripción por etapas del proyecto 83
2.15.1 Etapa de Preparación 83
2.15.2 Etapa de Construcción 86
2.15.3 Etapa de Operación y Mantenimiento 93
2.15.4 Etapa de Abandono. 96
2.15.5 Requerimiento de personal, maquinaria y herramientas 96

2.16 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 97
2.16.1 Generación y Manejo de Residuos en las Etapas de Preparación del Sitio y Construcción 97

2.16.2 Generación y Manejo de Residuos en la Etapa de Operación y Mantenimiento 100
2.16.3 Generación de gases efecto invernadero 101

Índice Tablas

Tabla 2.1. *Coordenadas UTM, del cadenamiento inicial y final del Proyecto (DATUM WGS 1984 UTM Zona 16Q).* 10
Tabla 2.2. Coordenadas del trazo del Proyecto de acuerdo con el cadenamiento 11
Tabla 2.3. Superficies de las obras del Proyecto 41
Tabla 2.4. Superficies del proyecto por obra y si contienen o no superficie forestal 42
Tabla 2.5. Superficies por tipo de vegetación 42
Tabla 2.6. Superficies del Proyecto 42
Tabla 2.7. Tipos de Uso de Suelo y Vegetación en el área del proyecto (INEGI Serie VII) 43
Tabla 2.8. Inversión requerida para la ejecución del Proyecto 50
Tabla 2.9. Pueblos indígenas más cercanos al polígono del proyecto. 52
Tabla 2.10. Programa arquitectonico 54
Tabla 2.11. Cuadro de tipos de iluminación 72
Tabla 2.12. Cuadro total de iluminarias 72
Tabla 2.13. Cronograma del Proyecto 79
Tabla 2.14. Coordenadas de ubicación de las ODT 91
Tabla 2.15. Requerimiento estimado de mano de obra para el Proyecto en sus distintas etapas 96
Tabla 2.16. Personal de obra (etapa de preparación y construcción) 96
Tabla 2.17. Principales equipos y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del Proyecto 97
Tabla 2.18. Incompatibilidad de Residuos 99
Tabla 2.19. Reactividad entre residuos generados en la construcción del Proyecto. 99
Tabla 2.20. Código de reactividad. 99
Tabla 2.21. Clasificación de carreteras 101

Índice Figuras

Figura 2.1. Ubicación del Proyecto 10
Figura 2.2. Ubicación municipal del proyecto 11
Figura 2.3. Tipos de Uso de Suelo y Vegetación en el área del proyecto (INEGI Serie VII) 45
Figura 2.4. Superficie de Cambio de Uso de Suelo 50
Figura 2.5. Pueblos indígenas del estado de Quintana Roo. 51
Figura 2.6. Pueblos indígenas cercanos al área del proyecto 52
Figura 2.7. Croquis de referencia de obras 56
Figura 2.8. Conjunto de Masas Estación de Transferencia. 57
Figura 2.9. Conjunto de Playa Vigía Chico. 58
Figura 2.10. Sección tipo camino de asfalto. 59
Figura 2.11. Ejemplo de vista en planta camino de asfalto. 60
Figura 2.12. Sección tipo de vialidad Camino Artesanal 60
Figura 2.13. Vista en planta Camino Artesanal 61
Figura 2.14. Muro de bienvenida 61
Figura 2.15. Vista en planta de estacionamiento en Área de Transferencia. 62
Figura 2.16. Módulos 62
Figura 2.17. Locales comerciales 63

Figura 2.18. Vista del Área de Administración y primeros auxilios. 63
Figura 2.19. Vista en planta de contenedor de basura y almacén 64
Figura 2.20. Vista en planta de módulo de renta de bicicletas y vehículos 64
Figura 2.21. Vista fachada frontal de núcleo de sanitarios 65
Figura 2.23. Fachada lateral de cisterna y cuarto de máquinas Vista en planta de área de cisterna y cuarto de máquinas. 65
Figura 2.24. Fachada lateral de subestación eléctrica 66
Figura 2.25. Fachada frontal de pórtico 66
Figura 2.26. Vista en planta de cafetería. 67
Figura 2.27. Vista en planta de núcleo de baños 68
Figura 2.28. Vista en planta de contenedor de basura y Fachada frontal de contenedor de basura 68
Figura 2.29. Fachada frontal 69
Figura 2.30. Fachada posterior 69
Figura 2.31. Corte longitudinal 69
Figura 2.32. Vista en planta de cuarto de máquinas y cisterna y Fachada frontal de cuarto de máquinas y cisterna 70
Figura 2.33. Vista en planta de cuarto de máquinas y cisterna y Fachada frontal de cuarto de máquinas y cisterna 70
Figura 2.34. Vista en planta área administrativa 70
Figura 2.35. Fachada frontal de área administrativa 71
Figura 2.36. Acabados interiores en área administrativa 74
Figura 2.37. Acabados interiores en módulo de locales comerciales. 74
Figura 2.38. Criterios de acabados en módulos comerciales 75
Figura 2.39. Tipo de cancelería en interiores 75
Figura 2.40. Render de cancelería en espejos de sanitarios 75
Figura 2.41. Representación gráfica regional 81
Figura 2.42. Representación gráfica local 82
Figura 2.43: Imagen representativa de las obras de drenaje transversal (ODT) 90
Figura 2.44: Imagen de representación de las obras de drenaje transversal (ODT). 90
Figura 2.45: Imagen de referencia de las obras de drenaje transversal (ODT). 91
Figura 2.46: Sección tipo de obra de drenaje transversal (tubo de concreto de 1.50 m de diámetro). 91
Figura 2.47. Ubicación de las ODT 92

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1 Introducción

El Proyecto para el cual se realiza la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, hace referencia a la ejecución de las obras para la rehabilitación y modernización del camino Artesanal "Puerta Al Mar, de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico" (en delante el Proyecto), en el Estado de Quintana Roo. Clasificándose dentro del sector de Construcción, en el subsector de Construcción de Vías de Comunicación (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023), tipo de Proyecto: carreteras y autopistas. El camino actual es de tipo rural (terracería), transitable todo el año, usado principalmente por lugareños y visitantes de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, en atención a estos últimos se realiza esta obra.

Asimismo, el Proyecto se ubica dentro de las políticas de impulso al desarrollo social que el Gobierno Federal promueve en toda la zona sureste del país y tiene como objeto mejorar las deficiencias de infraestructura carretera, siendo de gran importancia por considerarse, un complemento para la transformación de la economía del municipio y las localidades aledañas. De esta forma, podemos describir a la naturaleza de este, como una acción, que pretende comunicar y mejorar el acceso a las poblaciones rurales aledañas, con la población de Felipe Carrillo Puerto, la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y Vigía Chico; logrando así mejorar los intercambios económicos, sociales y culturales, aspirando a convertirse en un elemento de la infraestructura económica local, que mejore y promueva la competitividad de las diferentes unidades productivas que se ubican en las localidades susceptibles de ser beneficiadas. El Proyecto fomentará el atractivo turístico principalmente, además de coadyubar la eficiencia los trabajos ambientales de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, al facilitar la vigilancia de las diferentes actividades, en sus diferentes áreas o zonas, con lo anterior se garantizará en gran medida la conservación de los elementos naturales que integran los ecosistemas de la Reserva, vigilando las actividades que permitan un desarrollo sustentable, que asegure la protección y el mantenimiento de sus ecosistemas, de su flora y fauna..

2.2 Información General del Proyecto

El proyecto consiste en la rehabilitación y modernización de 54.669 kilómetros sobre el tramo Felipe Carillo Puerto-Vigía Chico, así como, la instalación de infraestructura turística de bajo impacto que consiste en un conjunto de obras y/o actividades, que van desde colocación de la carpeta asfáltica (superficie asfaltada y artesanal), hasta la construcción de una Estación de Transferencia, el conjunto de obras en palafito en Playa Vigía Chico, y obras de rehabilitación en el Museo de la ciudad Felipe Carrillo Puerto, para mejorar el esparcimiento y recreación de los visitantes nacionales y extranjeros, estas obras consisten en el remozamiento del museo histórico de la ciudad (trabajos de albañilería, pintura, electricidad, hidrosanitario e impermeabilización). También contempla el llevar a cabo obras y actividades para la prevención, minimización y compensación de los posibles impactos a generar en el área

2.2.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

La red carretera nacional, que se ha desarrollado de manera gradual a lo largo de varias décadas, comunica a casi todas las regiones y comunidades del país, por su importancia y características, esta red mexicana se clasifica en: red federal, redes estatales, caminos rurales y brechas mejoradas. La

red federal de carreteras es atendida en su totalidad por el gobierno federal, siendo esta red la que registra la mayor parte de los desplazamientos de pasajeros y carga entre ciudades, canaliza los recorridos de largo itinerario, los relacionados con el comercio exterior y los producidos por los sectores más dinámicos de la economía nacional.

Con base en INEGI, el área donde se ubica el proyecto se reconoce como un camino habilitado y en operación, así mismo, el Proyecto contempla las actividades propias de una obra de infraestructura vial como lo son, el trazo y nivelación, pavimentación y señalización además de la construcción de obras de drenaje e infraestructura turística de bajo impacto, las cuales se realizarán en las etapas de Preparación y Construcción, y actividades de mantenimiento del camino durante la etapa de Operación y Mantenimiento, en donde este entrará en funcionamiento.

Para realizar la construcción, se requiere del retiro de vegetación considerada como forestal en una superficie total de 15,484.7234 m^2 (1.5484 ha), correspondiente al área donde se ubicará la estación de transferencia, dentro de la superficie pavimentada, fuera del ANP de Sian Ka'an, por lo que, se entregará a la autoridad competente el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, para su evaluación.

Es importante señalar que, no es necesario el realizar el retiro de vegetación forestal dentro del área correspondiente a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, debido a que el área de rehabilitación y ampliación del camino no superará lo que actualmente se utiliza como camino, únicamente en la sección relativa al sendero hacia el muelle, se requerirá retirar algunos elementos correspondientes a palmas de coco (especie invasora).

2.3 Justificación

Los caminos rurales son elementos esenciales para el desarrollo social y económico de las comunidades humanas poco numerosas pero que se encuentran en zonas de tránsito hacia poblaciones con actividades turísticas, de vigilancia, agrícolas y comerciales, como es el caso de las poblaciones presentes en la región donde se localiza el Proyecto. Si bien las carreteras no son condición suficiente para el desarrollo económico, sí son un factor o elemento determinante para mejorar el uso de los recursos materiales, la dinámica de los recursos humanos y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales. Por lo que, este proyecto busca mejorar la comunicación vía terrestre en la zona, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los pobladores de las localidades cercanas.

El Proyecto se ubica en un camino existente, con lo que se busca, prevenir y mitigar la afectación al medio natural así mismo, se busca hacer el transito seguro para los usuarios. La infraestructura turista de bajo impacto se construirán en sitios sin vegetación natural en las cercanías de Vigía Chico.

De acuerdo con el Plan de Estatal de desarrollo del Estado de Quintana Roo (2003-2027), el Proyecto se clasifica dentro de las actividades específicas y líneas de acción para fortalecer los programas para la rehabilitación y conservación de caminos saca cosechas y/o rurales, por lo que, se contribuirá a combatir el rezago de vías de comunicación en el municipio.

Una de las problemáticas más importantes en la región es el crecimiento de las actividades económicas, que conllevan cambio de uso de suelo forestal, contaminación de suelos y agua por descargas de aguas sanitarias y el crecimiento del turismo de alto impacto.

En notas periodísticas se rescata la voz de los moradores indígenas de la región donde se hace de manifiesto la necesidad y solicitud de los pobladores originales de contar con una vía de acceso al mar como relata el periódico PROCESO en una nota publicada el 02 de agosto de 2023, donde se relata; *"Activistas iniciaron un movimiento para que los mayas descendientes de los indígenas rebeldes de la Guerra de Castas tengan su propio destino turístico en Quintana Roo, con salida directa al mar, en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an ("Regalo del Cielo" en castellano), controlada, de acuerdo con ellos, por "gente de fuera". Y es que, cuando en 1986, con el impulso del entonces gobernador Pedro Joaquín Coldwell, el gobierno federal creó la reserva de la biósfera de Sian Ka'an, los habitantes del municipio de Felipe Carrillo Puerto, donde se concentran el 85 por ciento de los mayas quintanarroenses, se quedaron sin salida al mar. "Somos algo así como la Bolivia de Quintana Roo", compara el líder social Pedro Canché. Refiere que, con esta Área Natural Protegida (APN), los mayas quedaron al margen del desarrollo turístico de Quintana Roo, el cual detonó en el norte del estado con Cancún, en los setenta y se consolidó en los noventa con la Riviera Maya (con Playa del Carmen y Tulum), con capitales, principalmente de Estados Unidos y España. Sin embargo, ahora los mayas, herederos de la rebelión de la Guerra de Castas, pretenden tener su propio destino turístico en Felipe Carrillo con una salida directa al mar, en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an. "Este es un movimiento social, que parte de las propias comunidades mayas", sostiene Canché" (Caballero. S, 2023).*

Así mismo el diario PorEsto de Quintana Roo, menciona en su nota del día 4 de septiembre de 2023 que; "*Otras organizaciones como el Comité para la Defensa de Sian Ka'an afirman que la apertura del camino al mar ha sido una antigua solicitud de los mayas cruzo'ob y los habitantes de Felipe Carrillo Puerto. Alfaro Yam Canul, miembro del comité, declaró que esta obra representa la realización de un antiguo sueño de reivindicación indígena y la integración de aproximadamente 530 mil hectáreas en el municipio para beneficio del crecimiento y desarrollo de las comunidades y pueblos mayas. Además, mencionó que después de años de solicitudes sin respuesta, finalmente han sido escuchados, y la obra ha sido autorizada por el Gobierno Federal" (Xiu. J, 2023)*.

En este sentido y con base en las necesidades tanto de los pobladores de la localidad de Felipe Carrillo Puerto de obtener una vía de salida al mar para mejorar la logística de transporte de productos a Punta Allen, así también en pos de mejorar la capacidad de vigilancia por parte de la dirección de la reserva y consolidar el turismo de bajo impacto dentro de la reserva lo cual incrementará la afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros, lo cual servirá para promover la conciencia pública y la educación de los visitantes, pero también como fuente de financiación para la conservación.

2.4 Objetivos

El objetivo principal del Proyecto es la modernización, rehabilitación y construcción del camino existente para mejorar la comunicación entre las localidades de la zona, a fin de facilitar los accesos, la transportación y la comercialización de los productos generados por las poblaciones de la región, es importante señalar que esta transportación se realizará en todo momento con la utilización de vehículos adecuados para el movimiento dentro de la reserva, limitando estos a vehículos ligeros ya que no se permite el tránsito de pesados dentro de la reserva, además de elevar la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de estos y contribuir con el desarrollo social de las localidades aledañas al Proyecto, así como mejorar las labores de vigilancia y monitoreo ambiental y el traslado de los visitantes locales y foráneos de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an.

Otro de los objetivos es cooperar con el turismo ofreciendo infraestructura de bajo impacto en la zona, así como mostrar las vistas de paisajes cercanos como el Lago para natación Laguna Tec, Cenote Vigía Chico I, zona de senderismo Quinta laguna Vigía Chico, así como, paisajes naturales de la Reserva de La Biosfera Sian Ka´An y acceso a la zona de playa pública.

Como se ha mencionado el proyecto consiste en la modernización del camino artesanal "Puerta al Mar" que va de Felipe Carrillo Puerto a la localidad Vigía Chico que actualmente se encuentra como terracerías (en mal estado) y se pretende dejar con un área de rodamiento estable conformado de un terraplén revestido de material asfaltico en una sección y terraplén con revestimiento de material sascab en otra sección; Así mismo, la instalación de infraestructura para usos turísticos en Vigía Chico. La modernización del camino consta de dos secciones, la primera (vialidad asfáltica) de 22.4 km de longitud con un ancho de calzada de 7 m de ancho y la segunda (camino artesanal) de 32.07 km con un ancho de calzada de 5 m de ancho.

2.4.1 Objetivos particulares

- Comunicar de manera eficiente a los usuarios del camino.
- Mejorar la calidad del traslado de turistas y visitantes a la reserva
- Mejorar la eficiencia en el transporte de personas y mercancías
- Disminuir el tiempo de traslado de los usuarios.
- Elevar la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de éstos.
- Evitar accidentes automovilísticos y peatonales ocasionados por malas condiciones en el camino.
- Corregir el diseño y trazo del camino actual, para elevar sus niveles de seguridad para el tránsito.
- Ofrecer una alternativa segura a los usuarios que se transportan en vehículos no motorizados (principalmente bicicletas).
- Mejorar y establecer infraestructura turística de bajo impacto, en la zona para mejorar las condiciones para los visitantes.
- Coadyubar con el mejoramiento de las labores de vigilancia y monitoreo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, al contar con un camino adecuado.

2.5 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El Proyecto se ubica al noreste del Estado de Quintana Roo y en el municipio de Felipe Carrillo Puerto (en el extremo noreste del Municipio), sus colindancias en el entorno son:

- Al Suroeste con el Centro de Felipe Carrillo Puerto.
- Al Noreste con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an.
- Al Este con el Mar caribe



Se ubica sobre el camino existente que conecta la cabecera municipal de Felipe Carrillo Puerto con Vigía Chico sobre el trazo de 54.669 kilómetros. Considerando que es una obra independiente en el Tramo 6 del Tren Maya y entre estos proyectos, no se tiene contemplado ninguna ruta de conexión particular, solo con el centro de Felipe Carrillo Puerto.

El camino comienza en la vialidad de asfalto en el cadenamiento 0+000 sobre la transición de la calle diagonal 63 de la Colonia Emiliano Zapata y el camino Carrillo Puerto - Vigía Chico hasta el cadenamiento 54+669.00.

Las coordenadas extremas del trazo del Proyecto son las siguientes:

Tabla 2.1. *Coordenadas UTM, del cadenamiento inicial y final del Proyecto (DATUM WGS 1984 UTM Zona 16Q).*

Coordenadas UTM			
Inicio 0 + 000.00		**Fin** 54+669.00	
Este X	**Norte Y**	**Este X**	**Norte Y**
392210.5861	2165939.441	438469.7502	2186575.356

Figura 2.1. Ubicación del Proyecto

[redacted]



Figura 2.2. Ubicación municipal del proyecto

A continuación, se presentan las coordenadas del cadenamiento del Proyecto a cada kilómetro, en formato UTM con DATUM WGS 84 correspondientes al cuadrante 16N:

Tabla 2.2. Coordenadas del trazo del Proyecto de acuerdo con el cadenamiento

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

Se anexa a este documento los archivos SHP de las obras.

2.5.1 Superficie Requerida para el Proyecto (Hectáreas).

Para llevar a cabo el Proyecto se requiere de una superficie de **369,921.0648 m^2 (36.9921 ha)**, distribuidas por ocupación y tipo de obra de la siguiente manera:

Tabla 2.3. Superficies de las obras del Proyecto

ID	Descripción	Superficie m^2	Superficie ha
1	Camino Pavimentado	188,121.9279	18.8122
2	Camino Artesanal	160,497.1008	16.0497
3	Estación de Transferencia	15,158.3968	1.5159

ID	Descripción	Superficie m²	Superficie ha
4	Playa Vigía Chico	6,143.6393	0.6143
Total		**369,921.0648**	**36.9921**

En la siguiente tabla se desglosan las superficies por obra y si contienen o no superficie considerada como Vegetación Forestal de acuerdo con la clasificación de la carta de Uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII:

Tabla 2.4. Superficies del proyecto por obra y si contienen o no superficie forestal

ID	Descripción	Superficie m²	Superficie ha	Superficie con vegetación forestal
1	Camino Pavimentado	186,630.6073	18.6631	NO
2	Camino Pavimentado	1,491.3206	0.1491	SI
3	Camino Artesanal	160,497.1008	16.0497	NO
4	Estación de Transferencia	6,638.8312	0.6639	SI
5	Estación de Transferencia	7,354.5717	0.7355	SI
6	Estación de Transferencia	1164.9939	0.1165	NO
7	Playa Vigía Chico	6,143.6393	0.6143	NO
Total		**369,921.0648**	**36.9921**	

2.6 Usos de Suelo y Vegetación en el Área del Proyecto (AP)

Para la construcción del Proyecto se requiere la remoción de vegetación forestal dentro de una superficie que se estima en **15,484.72349 m² (1.54847 ha),** la cual presenta 1 tipo de vegetación: clasificada como de **Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)**. La superficie sin vegetación en el proyecto corresponde a **354,436.3413 m² (35.4436 ha)** y está constituida básicamente por terrenos agropecuarios, asentamientos humanos y/o cuerpos de agua.

Tabla 2.5. Superficies por tipo de vegetación

Concepto	Superficie en m²	Superficie en ha
Superficie total con vegetación forestal	15,484.7235	1.54847
Superficie sin vegetación forestal	354,436.3413	35.4436
Total	**369,921.0648**	**36.9921**

La superficie con vegetación forestal estará sujeta al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, mismo que se tramitará ante la DGGFS en conformidad con la Ley General de Gestión Forestal y Suelo.

2.6.1 Superficie del proyecto y tipo(s) de vegetación

La superficie total del Proyecto es de 369,921.0648 m² (36.9921 ha), distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2.6. Superficies del Proyecto



De acuerdo con la información vectorial contenida dentro de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, serie VII de INEGI (2018), se identificaron 5 tipos de cobertura vegetal; que son Selva Baja Espinosa Subperennifolia (SBQ), Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), Tular (TU), Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ), Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (VSa/SMQ).

Es importante aclarar que la gran mayoría de las obras de rehabilitación y complementarias se llevarán a cabo en sitios carentes de vegetación, realizando un esfuerzo por evitar la transformación del paisaje natural a lo largo del camino pavimentado (debido a que en el área de la reserva no se comprometerá vegetación natural).

En la siguiente tabla se plasman la superficie de ocupación por tipo de vegetación de acuerdo con los datos vectoriales de INEGI serie VII de Uso de Suelo y Vegetación:

Tabla 2.7. Tipos de Uso de Suelo y Vegetación en el área del proyecto (INEGI Serie VII)

Descripción	Superficie m^2	Superficie ha
Asentamientos Humanos	5,662.71428	0.56627143
Cuerpo de Agua	590.639905	0.05906399
Pastizal Cultivado	4,814.45064	0.48144506
Selva Baja Espinosa Subperennifolia	16,786.251	1.6786251
Selva Mediana Subperennifolia	304,410.775	30.4410775
Tular	20,449.0614	2.04490614
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	13,258.8403	1.32588403
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	3,948.33212	0.39483321
Total	**369,921.065**	**36.9921065**

Se verificó en campo mediante muestreos la presencia de los tipos de vegetación y **solo se observó la presencia de SMQ** (INEGI, serie VII, Escala 1: 250, 000), en las áreas donde se requiere llevar a cabo el CUSTF, el resto de la superficie del proyecto, no presenta vegetación sobre la superficie de desplante del mismo.

Es importante señalar que, dentro de la superficie de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se verificó la inexistencia de vegetación natural sobre el trazo de modernización del camino existente, por tal motivo no requiere de cambio de uso de suelo dentro de la reserva, sin embargo se identificó que, una sección del sendero al muelle donde se ubicaron especímenes de C*ocos nucifera*, la cual es una especie exótica, estas palmas necesitan ser retiradas para la implantación de la obra mencionada



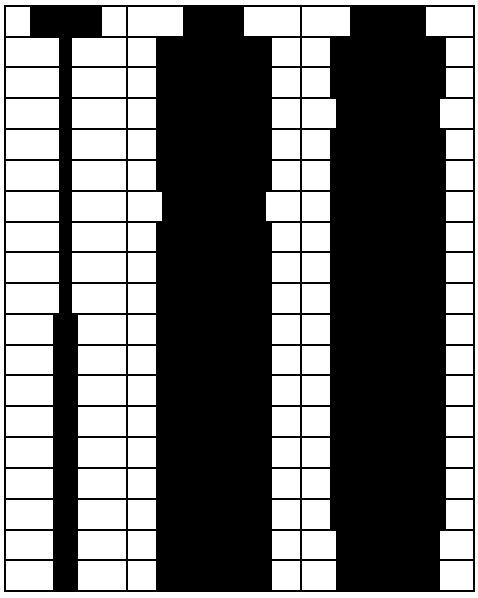
Por lo tanto, se requiere del CUSTF en **15,484.7235 m^2 (1.5485 hectáreas)** para llevar a cabo el Proyecto.

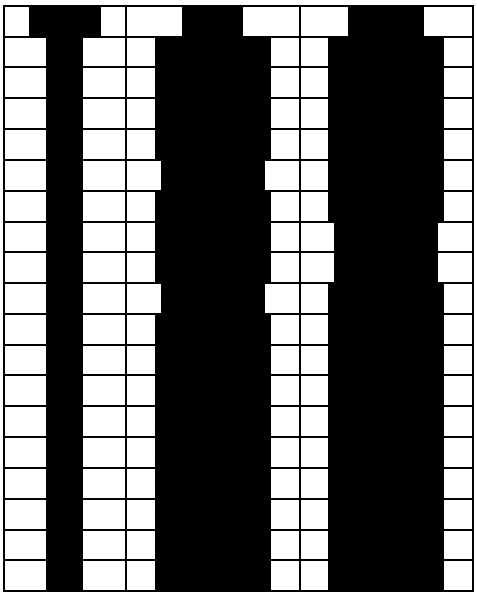
Figura 2.3. Tipos de Uso de Suelo y Vegetación en el área del proyecto (INEGI Serie VII)

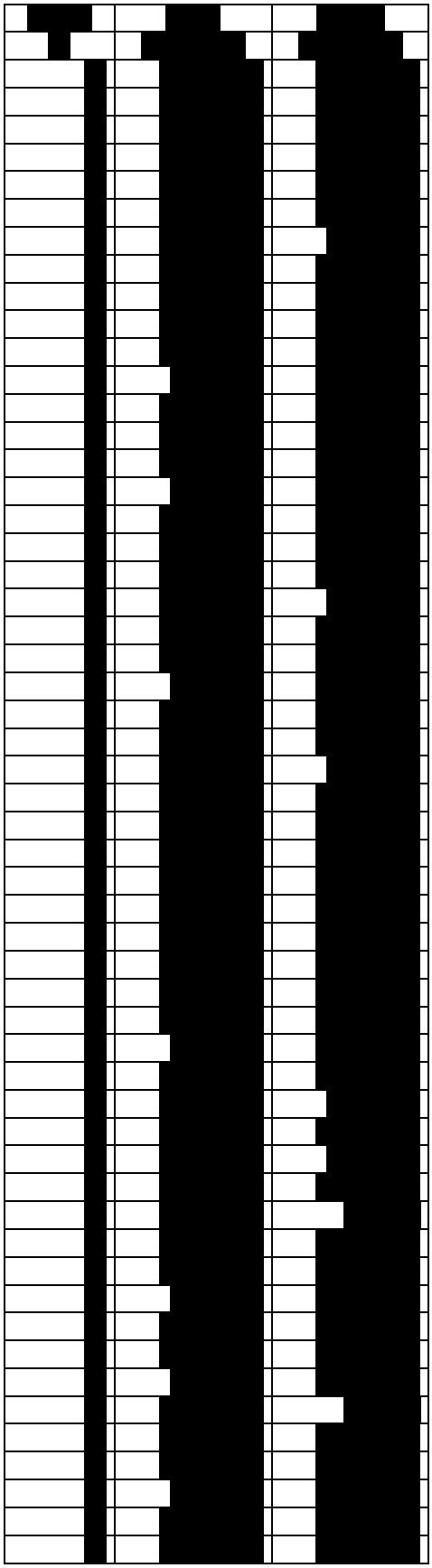


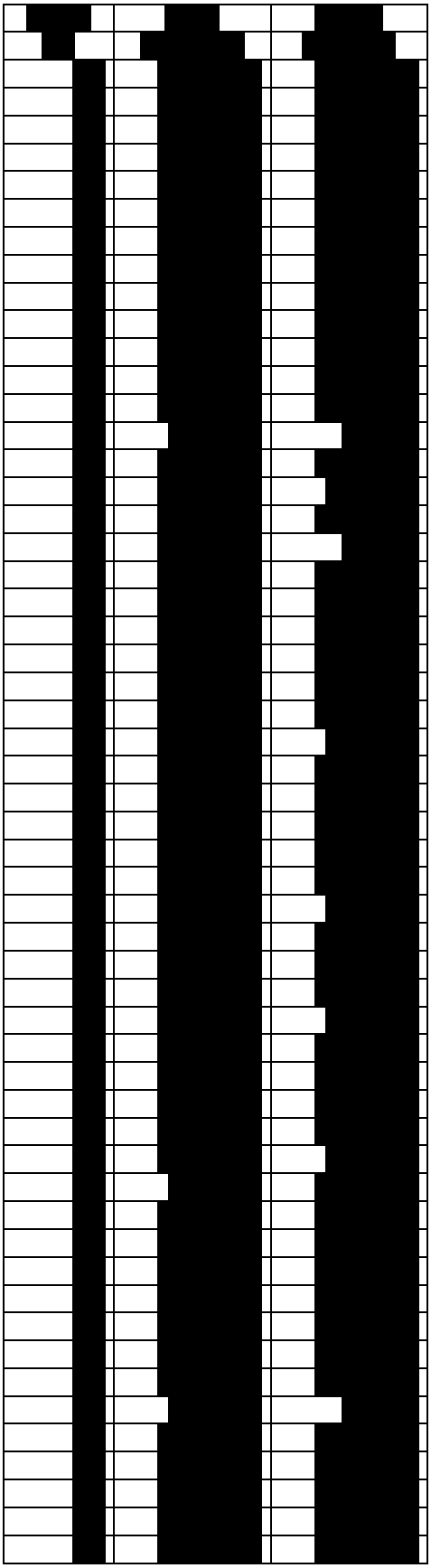
A continuación, se presentan las coordenadas de los polígonos en donde será necesario retirar vegetación forestal para el desarrollo del proyecto:

Polígono 1:



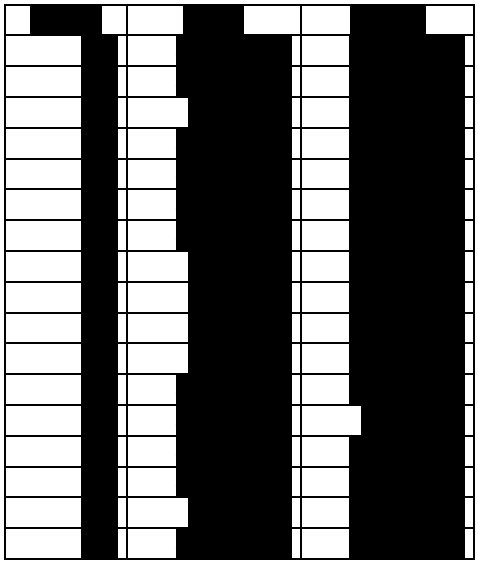


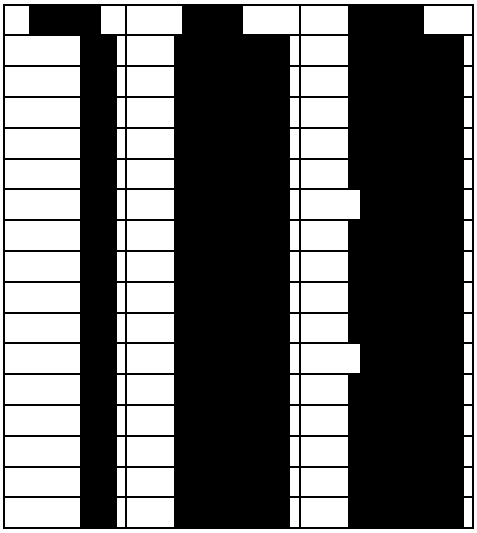




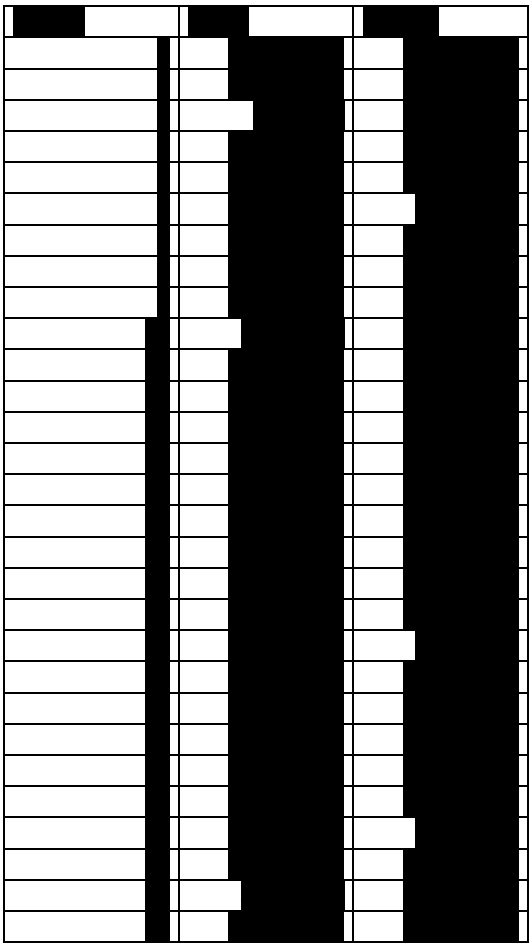


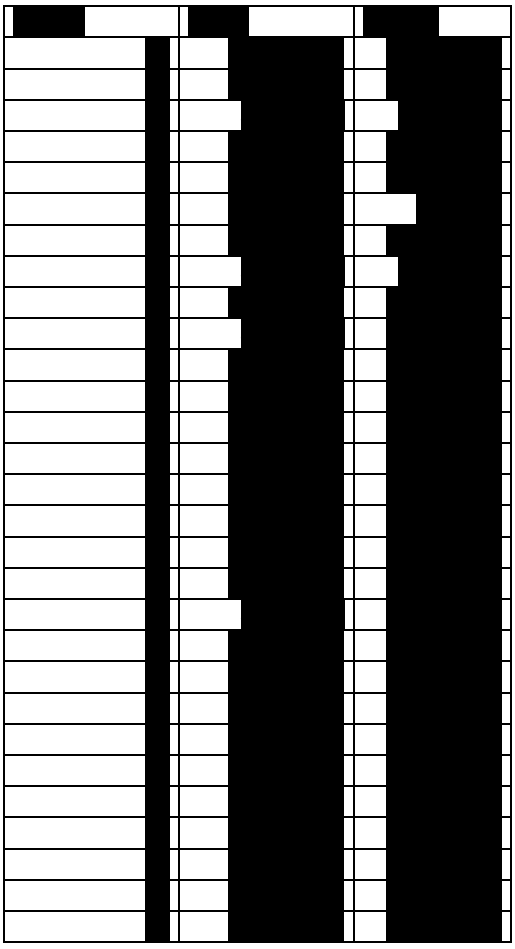






Polígono 2:





Polígono 3:

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]



Figura 2.4. Superficie de Cambio de Uso de Suelo

2.7 Inversión requerida

La inversión destinada para la ejecución de este Proyecto es de $175’000,000 (ciento setenta y cinco millones de pesos) o aproximadamente $7’929,315.81 por kilómetro.

Tabla 2.8. Inversión requerida para la ejecución del Proyecto

Preparación	Construcción	Operación y Mantenimiento	Medidas de prevención, mitigación y compensación	Total
43’750,000	87’500,000	17,500,000	26’250,000	175’000,000

Del total se estima un 15% para llevar a cabo las medidas de prevención, mitigación y o compensación, aproximadamente $26’250,000 (Veintiséis millones, doscientos cincuenta mil pesos M/N).

2.8 Ubicación del proyecto con respecto al territorio de los pueblos indígenas

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), denominada actualmente Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), define:

> **Municipio indígena:** Se clasifican en A y B, un municipio indígena A es aquel cuya población indígena es equivalente o superior al 70% de sus habitantes totales y un municipio indígena B es aquel cuya población indígena está entre el 40% y el 69.9% de su población total.
>
> **Localidad indígena.** Aquella cuya población indígena represente entre un 40% y un 69% de la población total.

Conforme con el Atlas de Pueblos Indígenas del INPI (CDI, 2015), para el estado de Quintana Roo, los pueblos indígenas con mayor presencia en el estado son; Akatecos, Chujes, Ixiles, Jakalteco, K'iches, Kaqchikeles, Mames, Maya, Q'anjob'ales y Q'eqchis.



Figura 2.5. Pueblos indígenas del estado de Quintana Roo.
Fuente: *Atlas de Pueblos indígenas del INPI (CDI,2010, 2015, 2020).*

De acuerdo con el análisis del INPI a través de la información vectorial del Atlas de Pueblos Indígenas del INPI (2010), se determinó que **no existen poblaciones indígenas que puedan presentar incidencia con la ubicación del proyecto**. Sin embargo, a continuación, se presentan los más cercanos al proyecto.

Tabla 2.9. Pueblos indígenas más cercanos al polígono del proyecto.

Nombre de la localidad	Tipo de la localidad	Población total	Distancia (m) hacia el proyecto
LAS BUGAMBILIAS	Loc. de 40% y más	1	100.639
MIL CAMINOS	Loc. de 40% y más	4	1,372.561
NINGUNO (GASOLINERA)	Loc. de 40% y más	3	1,373.8
NINGUNO (VIVERO MUNICIPAL)	Loc. de 40% y más	4	1,376.662
FITOSANITARIA	Loc. de 40% y más	4	1,402.734
FELIPE CARRILLO PUERTO	Loc. de 40% y más	25744	2,020.575
EL EDÉN	Loc. de 40% y más	1	3,245.902
JOSÉ GUADALUPE	Loc. de 40% y más	5	3,371.645
CERESO	Loc. de 40% y más	60	4,352.467
TRES POZOS	Loc. de 40% y más	1	4,352.467
SAN ANTONIO NUEVO	Loc. de 40% y más	71	6,198.051
SAN MIGUEL	Loc. de 40% y más	10	6,631.477
SANTA AMALIA	Loc. de 40% y más	68	7,028.68
SISBIC	Loc. de 40% y más	1	7,480.718
LOS TRES REYES	Loc. de 40% y más	1	7,735.223
EL HUMILDE CAMPESINO	Loc. de 40% y más	2	7,774.734
DOS CEDRITOS	Loc. de 40% y más	1	8,308.766
SAC-TZU-TZUI	Loc. de 40% y más	4	9,403.652



Figura 2.6. Pueblos indígenas cercanos al área del proyecto

2.9 Características particulares del proyecto

El proyecto llevará a cabo obras y actividades de rehabilitación y modernización de un camino existente, así como, la instalación de infraestructura turística de bajo impacto, que consiste en un conjunto de obras; que van desde la rehabilitación y modernización del camino (superficie asfaltada y artesanal), hasta la construcción de una Estación de Transferencia, el conjunto de obras sobre palafitos en Playa Vigía Chico, y obras de rehabilitación en el Museo de la ciudad Felipe Carrillo Puerto. Conformando así una obra de infraestructura que está determinada por el potencial desarrollo turístico de la zona y las necesidades de transporte de mercantil del municipio de Felipe Carrillo Puerto, hacia la localidad de Vigía Chico y Punta Allen, así mismo, este servirá en el patrullaje del personal de la reserva de Sian Ka´an.

A continuación, se enlistan las actividades del proyecto:

Camino de asfalto (Pavimentado)

Del 0+000 al 22+400, de 8 metros de ancho con 5 centímetros de espesor con las siguientes caracteristicas: 3 metros para cada carril, siendo un total de 6 metros para el tránsito vehicular y un carril de 2 metros de ancho para uso de ciclovía.

Camino artesanal.

Del 22+590 al 54+669 con dirección a Vigía Chico (dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an), con un ancho de 5 metros de material de concreto MR-36 y f´c=200 kg/cm^2, desplantado en base de 20 centímetros con materiales de la región a lo largo de 33 kilómetros.

Estación de transferencia.

1. Estacionamiento para autobuses (capacidad 2).
2. Estacionamiento para vanes (capacidad 2).
3. Estacionamiento para motocicletas y bicicletas.
4. Patio de maniobras.
5. Subestación eléctrica y planta de emergencia.
6. Cisterna.
7. P.T.A.R.
8. Estacionamiento de bicicletas en renta (capacidad 22).
9. Núcleo de sanitarios.
10. Caseta de vigilancia.
11. Área de almacén.
12. Pórtico de acceso a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.
13. Muro de bienvenida.
14. Módulo de renta de bicicletas y vehículos.
15. Área de lockers.
16. Contenedor de basura.
17. Almacén.
18. Administración.
19. Consultorio médico.
20. Tres Locales comerciales.

21. Estacionamiento público (capacidad 9 cajones y 2 para discapacitados).
22. Granja de paneles solares.

Conjunto Playa Vigía Chico.

1. Módulo de administración.
2. Área de lockers.
3. Renta de bicicletas y vehículos.
4. Núcleo de sanitarios.
5. Contenedor de basura.
6. Almacén.
7. Subestación eléctrica.
8. Estacionamiento.
9. Pórtico de acceso.
10. Cisterna.
11. P.T.A.R.
12. Restaurant.
13. Palapas y camastros.
14. Consultorio médico.
15. Exhibición de piezas del tren.
16. Granja de paneles solares.
17. Asta bandera.
18. Muro de los presos políticos.
19. Sendero peatonal.
20. Playa.
21. Muelles y mirador.

Museo de la ciudad Felipe Carrillo Puerto.

Remozamiento del museo histórico de la ciudad (trabajos de albañilería, pintura, electricidad, hidrosanitario e impermeabilización).

La siguiente tabla muestra el programa arquitectonico de las obras del proyecto:

Tabla 2.10. Programa arquitectonico

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO									
ZONA	SUB ZONA	LOCAL ARQUITECTÓNICO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN	
						NATURAL	ARTIFICIAL	NATURAL	ARTIFICIAL
Área de transferencia	Área pública	Núcleo de sanitarios	1	Necesidades fisiológicas	WC, mingitorio, lavamanos y accesorios	X	-	X	X
		Lockers	1	Resguardo de artículos personales	Lockers	X	X	X	X
		Renta de bicicletas y vehículos	1	Renta de bicicletas	Equipo de oficina; computadora	X	X	X	X
		Locales comerciales	3	Servicio de atención al cliente	Equipo de refrigeración, ventilador, electrodomésticos	X	X	X	X
	Ár	Módulo de administración	1	Atención al cliente	Escritorio ejecutivo, sillas, archivero	X	X	X	X

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO									
ZONA	SUB ZONA	LOCAL ARQUITECTÓNICO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN	
						NATURAL	ARTIFICIAL	NATURAL	ARTIFICIAL
		Primeros auxilios	1	Atención primera y servicios médicos	Mesa de exploración, portavenoclinosis, silla de visita, silla secretarial, cortina individual, bote de desechos tóxicos, gabinete para medicamento, escritorio semi ejecutivo	X	X	X	X
		Caseta de vigilancia	1	Control de acceso vehicular y peatonal	Mesa y silla	X	X	X	X
	Servicios	Sub estación eléctrica	1	Control y distribución de energía eléctrica	Inversor, banco de batería, transformadores tipo seco y equipo de aire acondicionado	-	X	-	X
		Planta de emergencia	1	Equipo de emergencia para suministro de energía eléctrica	Planta de emergencia	X	-	X	X
		Cisterna	1	Equipo de bombeo hidroneumático	Bombas, hidroneumáticos	X	X	X	X
		Contenedor de basura	1	Acopio de residuos orgánicos	Contenedores de basura	X	X	X	X
		Almacén de combustible	1	Almacenamiento de combustible	Contenedores para el almacena de combustible	X	X	X	X
Conjunto playa	Exterior	Estacionamiento de vanes	1	Estacionamiento con capacidad para 3 vehículos	-	X	-	X	-
		Estacionamiento para motocicletas y bicicletas	1	Estacionamiento con capacidad para 2 vehículos	-	X	-	X	-
		Patio de maniobras	1	Acceso	-	X	-	X	-
		PTAR	1	Tratamiento de aguas residuales	Contenedor de residuos orgánicos	X	-	X	-
		Estacionamiento de vehículos en renta	1	Servicio de renta de vehículos	-	X	-	X	-
		Estacionamiento de bicicletas en renta	1	Servicio de renta de bicicletas	Aparcabicicletas	X	-	X	-
		Pórtico de acceso	1	Acceso	-	X	-	X	-
		Glorieta y muro de bienvenida	1	Andador	-	X	-	X	-
		Estacionamiento de vehículos públicos		Servicio de estacionamiento	-	X	-	X	-
		Granja de paneles solares		Distribución de energía eléctrica	Tableros de distribución	X	-	X	-
		Estacionamiento de vanes	1	Estacionamiento con capacidad para 3 vehículos	-	X	-	X	-
	Área	Núcleo de baños	1	Necesidades fisiológicas	WC, lavamanos, accesorios	X		X	X
		Palapas	5	Área de descanso y recreación	Camastros	X	-	X	-
		Restaurante	1	Servicio de alimentos y bebidas	Mesas, sillas, aire acondicionado	X	X	X	X
	Área	Administración	1	Administración	Escritorio ejecutivo, sillas, archivero	-	X	-	X
		Primero auxilios	1	Atención primera y primeros auxilios	Mesa de exploración, portavenoclinosis, silla de visita, silla secretarial, cortina individual, bote de desechos tóxicos, gabinete para medicamento, escritorio semi ejecutivo	-	X	-	X
	Servicios	Cisterna	1	Equipo de bombeo hidroneumático	Bombas, hidroneumáticos	X	X	X	X
		Subestación eléctrica y planta de emergencia	1	Control y distribución de energía eléctrica	Inversor, banco de batería, transformadores tipo seco y equipo de aire acondicionado	-	X	-	X

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO									
ZONA	SUB ZONA	LOCAL ARQUITECTÓNICO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN	
						NATURAL	ARTIFICIAL	NATURAL	ARTIFICIAL
		P.T.A.R.	1	Tratamiento de aguas residuales	Planta de tratamiento de aguas residuales.	X	-	X	-
		Ducha playa	1	Servicio de ducha	Regadera	X	-	X	-
	Exterior	Glorieta de exhibición de piezas del tren	1	Exhibición	-	X	-	X	-
		Estacionamiento de vehículos en renta (cap. 7) y bicicletas (cap. 24)	1	Servicios de estacionamiento	-	X	-	X	-
		Muro de presos políticos	1	Andador	-	X	-	X	-
		Asta bandera	1	-	-	X	-	X	-
		Faros existentes	1	Exhibición	-	X	-	X	-
		Contenedor de basura	1	Acopio de residuos sólidos	-	X	-	X	-
		Granja de paneles solares	1	Alimentación y distribución eléctrica	-	X	-	X	-
		Muelle tipo 1 (10m)	1	Andador	-	X	-	X	-
		Muelle tipo 2 (20m)	1	Andador	-	X	-	X	-
		Muelle tipo 3 (20m)	1	Andador	-	X	-	X	-
		Corredor peatonal elevado 2.5m de ancho y 220m de largo	1	Andador	-	X	-	X	-
		Bahía	1	Andador	-	X	-	X	-
		Muelle de 3m de ancho (50m)	1	Andador	-	X	-	X	-
		Mirador de 2 niveles	1	Andador	-	X	-	X	-
		Patio de maniobras	1	-	-	X	-	X	-

Croquis de referencia de obras

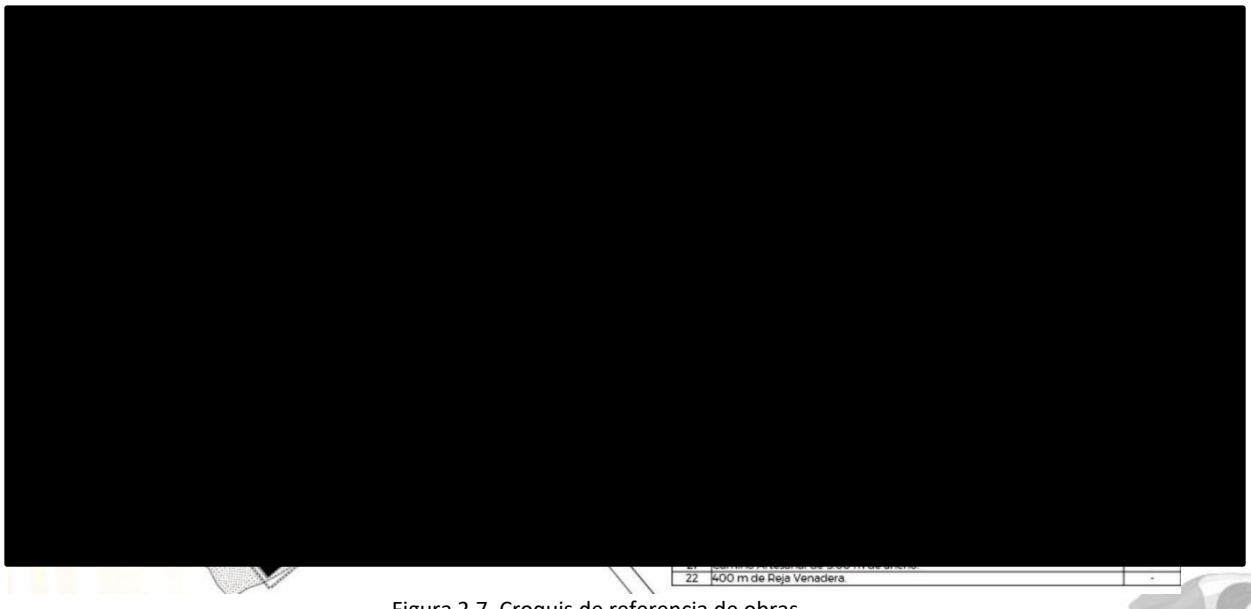


Figura 2.7. Croquis de referencia de obras

Conjunto de obras de la Estación de Transferencia



Figura 2.8. Conjunto de Masas Estación de Transferencia.

Conjunto de obras Playa Vigía Chico



Figura 2.9. Conjunto de Playa Vigía Chico.

2.10 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El Proyecto se llevará a cabo en una zona rural al noreste del municipio de Felipe Carrillo Puerto, en donde ya existe un camino rustico que lleva del Centro del municipio de Felipe Carrillo Puerto a la localidad de playa Vigía el Chico.

Los servicios requeridos para realizar el Proyecto son los siguientes:

Electricidad. La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura y servicios adicionales fue proporcionada por una planta portátil de acuerdo con los requerimientos y será proporcionada por el contratista. El manejo de estas plantas se dio conforme a la normatividad respecto a manejo de sustancias y residuos.

Combustible. El combustible que se utilizo fue básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En las etapas de preparación y construcción la maquinaria recibió combustible por medio de tambos traídos en camionetas desde la gasolinera más cercana y el uso de bombas sumergibles para surtir dicho material.

Los vehículos ligeros (coches y camionetas) llenaron sus tanques en las gasolineras cercanas.

Requerimientos de agua. Se utilizo de agua cruda para la preparación y construcción (riegos, mezclas, etc.) que se abasteció por medio de pipas que obtuvieron el líquido de pozos comerciales autorizados, estos contaban con permisos vigentes. También se podrá utilizar el agua potable que ya exista en la zona siempre y cuando se tenga permiso vigente y se pueda cubrir la demanda. El agua potable para consumo humano fue de marcas comerciales y se hizo llegar a los frentes de trabajo en garrafones de plástico de 20 litros, para el uso del personal que labore en el área.

Personal. Para la realización de la obra fue necesario contratar personal calificado en cantidad suficiente para los diferentes tipos de trabajo realizados, ya sea administrativo o directamente en obra. Todo esto fue responsabilidad de la empresa o empresas contratistas. Para las etapas de preparación del sitio y construcción fue requerida un total de aproximadamente 51 trabajadores.

Sanitarios. Para las etapas de preparación del sitio y construcción se contrató el servicio de letrinas móviles para el manejo de los residuos sanitarios, se utilizó una letrina móvil por cada 15 trabajadores. La renta, mantenimiento y confinamiento de los residuos sanitarios fue realizados por la empresa prestadora del servicio. La ubicación de los sanitarios portátiles fue conforme el avance de las obras a aproximadamente a 20 m del frente de trabajo, en un área que pueda impermeabilizarse dentro del Área de proyecto.

2.10.1 Descripción General de Obras y Actividades del Proyecto

Este proyecto se desarrolla a partir de cuatro ejes que son: la construcción del camino de asfalto; la construcción del camino artesanal, el área de transferencia y la construcción de un Conjunto en la playa Vigía Chico.

2.10.1.1 Vialidades.

Camino de asfalto.

A). Un camino de asfalto a lo largo de 22.4 kilómetros por un ancho de 8 metros sobre el trazo del camino actual Felipe Carrillo Puerto-Vigía Chico para la circulación de máximo dos vehículos simultáneos.

B). Dos secciones de 6 metros de ancho más una (sección) de 2 metros de ancho para uso exclusivo de ciclovía delimitada con boyas color amarillo de plástico reflejante con una dimensión de 21 centímetros por 21 centímetros por 9 centímetros, a cada 2.5 metros de separación; dándole continuidad a la señalética horizontal establecida por el municipio.

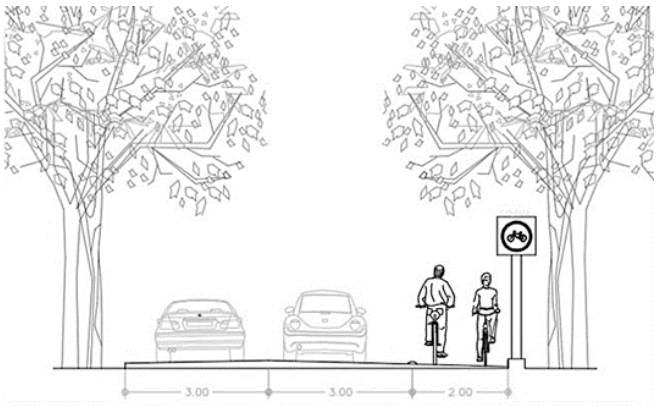


Figura 2.10. Sección tipo camino de asfalto.

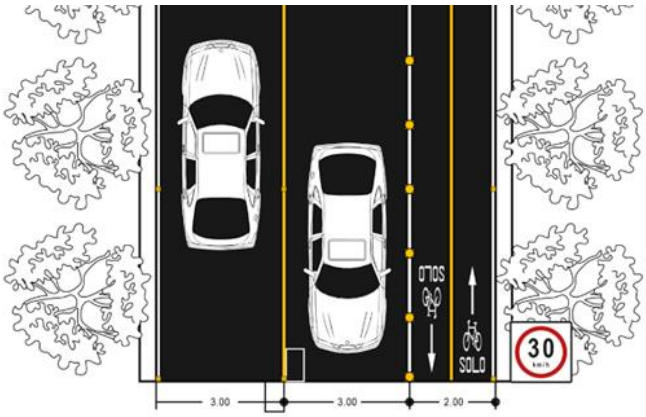


Figura 2.11. Ejemplo de vista en planta camino de asfalto.

Camino artesanal.

El camino artesanal se construye sobre un camino existente que atraviesa la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, sobre una base de material fino de 0.15 centímetros. Consistirá en dos roderas de concreto hidráulico MR36 con un ancho de 5 metros y 0.15 centímetros de espesor la largo de 32.07 kilómetros; en losas de 3 metros de longitud por 0.90 centímetros de ancho, en las franjas intermedias se colocará piedra caliza en laja de la región, ahogada en concreto f´200 y contará con un estampado de imitación ladrillo a cada 200 metros de 76 por 87 centímetros; grosor de estampado de 0.5 con un grosor de molde de 2 cm.

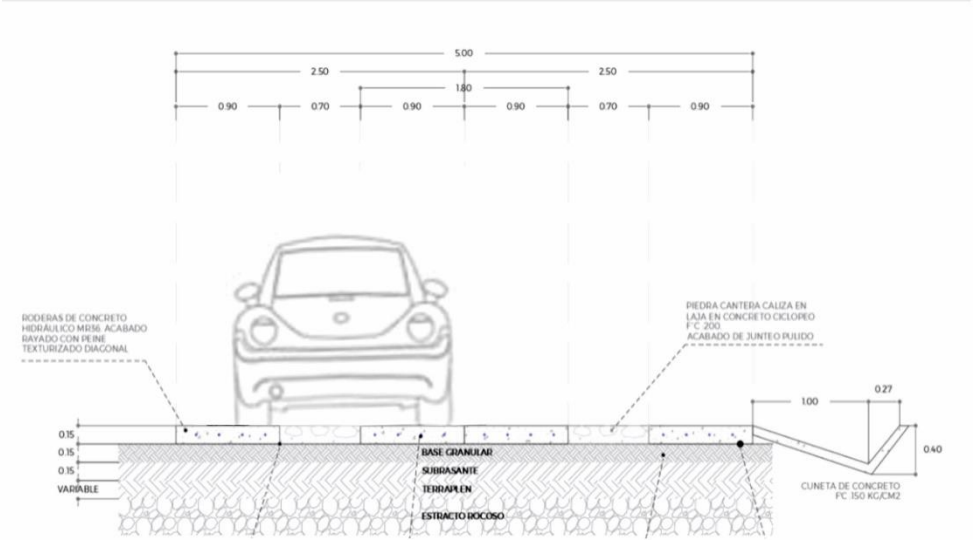


Figura 2.12. Sección tipo de vialidad Camino Artesanal

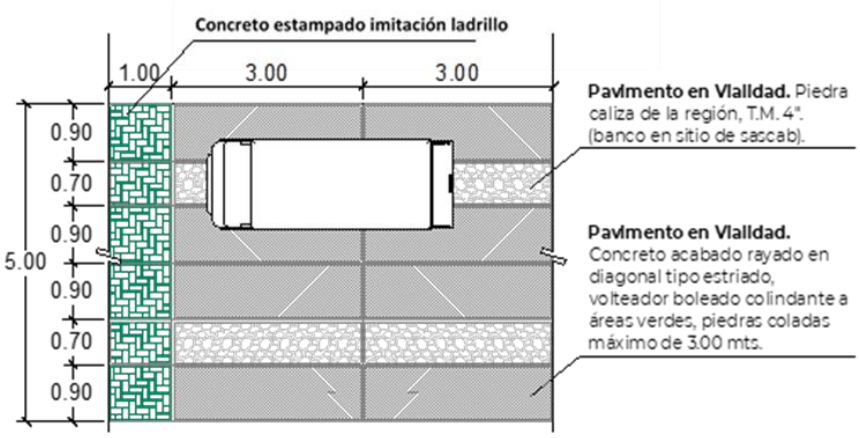


Figura 2.13. Vista en planta Camino Artesanal

2.10.1.2 Área de transferencia.

La intersección entre el camino de asfalto y el camino artesanal se denomina Estación de transferencia. Este espacio tiene una superficie de 100 x 100 metros permitirá la interconexión entre ambas vialidades, así como el control del acceso a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Muro de bienvenida.

El diseño arquitectónico de la estación permitirá la circulación de los vehículos de ingreso y/o retorno. La estructura distintiva de 3 metros de alto que contiene el nombre de la reserva está desplantada sobre un muro de 9.80 metros de largo por 1 metro de alto y contará también con una superficie de 323.59 metros cuadrados de área verde.

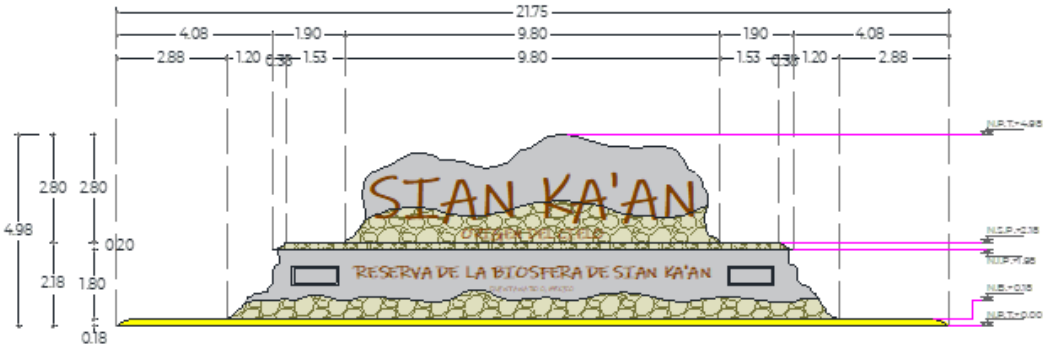


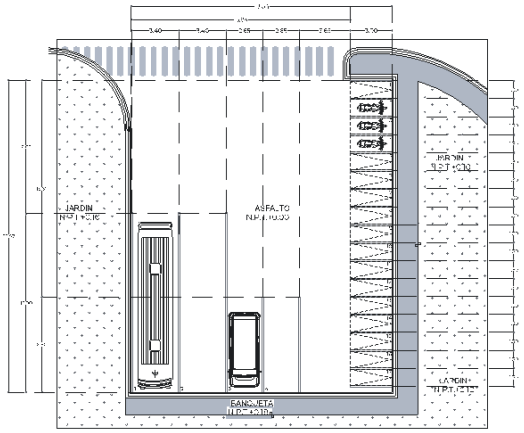
Figura 2.14. Muro de bienvenida

Estacionamiento.

El área de transferencia cuenta con un total de 469.44 metros cuadrados destinados para uso de estacionamiento para el público en general distribuidos en 4 zonas; cajones para autobuses con capacidad de dos unidades, cajones para vans con capacidad para 2 unidades, cajones para motocicletas y bicicletas con capacidad para 17 unidades y un área para maniobras con una superficie total de 276.23 metros. Una superficie total en estacionamientos sureste y noreste, de 281.70 metros cuadrados destinados para uso de estacionamiento de vehículos para renta, cada cajón con dimensión de 2 por 4.5 metros con capacidad para 14 unidades y cajones para estacionamiento de bicicletas en renta con dimensiones de 2.4 por 8.8 metros con capacidad de 48 unidades. Se contará también, con

un espacio destinado para el estacionamiento de vehículos particulares con capacidad para 9 unidades y 42.46 metros destinado para el uso de estacionamiento de discapacitados con capacidad de 2 unidades.

Los cruces peatonales ubicados en los accesos a áreas de estacionamiento señalados con franjas amarillas en las siguientes zonas: cruce peatonal en el acceso a estacionamiento de vehículos particulares, cruce peatonal en acceso a glorieta, cruce peatonal en acceso a estacionamiento de público, cruce peatonal en acceso a subestación eléctrica y cruce peatonal en acceso a pórtico de entrada de Reserva de la Biósfera.



Programa Arquitectónico		
No.	Áreas	m2
1	Cajones para Autobuses (Cap. 2)	89.00
2	Cajones para Vans (Cap. 2)	36.55
3	Cajones para motocicletas y bicicletas.	67.66
4	Área de maniobras.	276.23
Total		**469.44**

Figura 2.15. Vista en planta de estacionamiento en Área de Transferencia.

Guarniciones y banquetas.

Se consideran guarniciones en la delimitación del área de transferencia, tanto en áreas de estacionamiento, como en delimitación de superficies de asfalto y áreas verdes. Para la seguridad de los usuarios se considera la implementación de banquetas de 1.5 metros de ancho en ubicación frontal a edificaciones y de 1.0 metros de ancho en banquetas laterales.

Módulos.

En el diseño arquitectónico de los módulos del área de transferencia se considera una altura máxima de 3.86 metros, sin embargo, debido a las temperaturas en la zona, y que el proyecto se encuentra en una zona cálida, el nivel de estructura máxima llega a los 6.58 metros en estructuras tipo palapa, estas últimas que son: núcleo de sanitarios, caseta de vigilancia y almacén, así también el módulo de renta de bicicletas y vehículos junto al área de lockers. Lo anterior también en relación con el diseño arquitectónico que permita la visual panorámica dentro y fuera de las instalaciones.

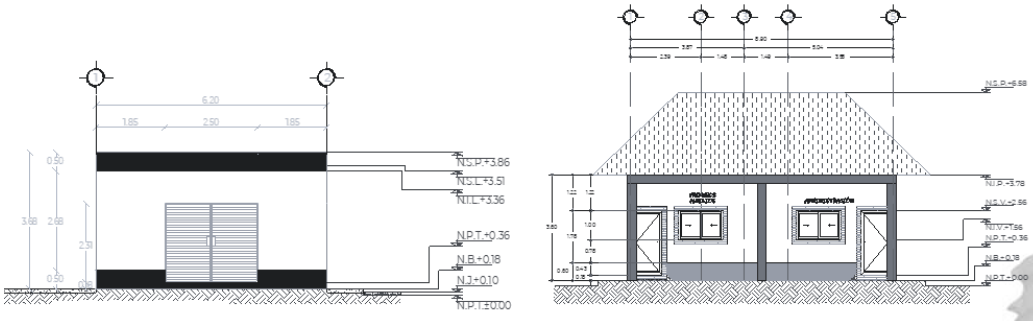


Figura 2.16. Módulos

Locales comerciales.

Módulo de área comercial con capacidad de 3 locales, cada con dimensiones de 4.5 por 3 metros; dividido en sección de mostrador y bodega con lavamanos; en puerta frontal cuenta con dimensión de 3 por 2.68 metros para el acceso. Al exterior delimita con banquetas de 1.5 metros en vista frontal y de 1 metro en laterales y posterior.

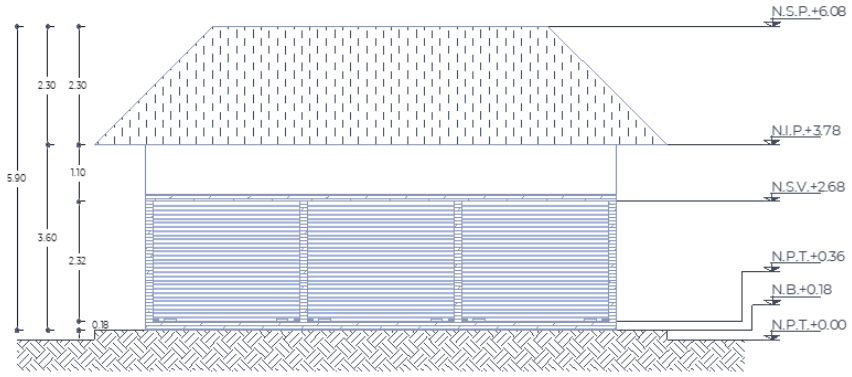


Figura 2.17. Locales comerciales

Administración y primeros auxilios.

Edificio de administración dividido en las siguientes secciones: área de primeros auxilios con el equipamiento necesario para atención primaria, área administrativa con acceso a oficina de administrador y sanitario, cuarto de velador con sanitario y entrada independiente y espacio para boiler.

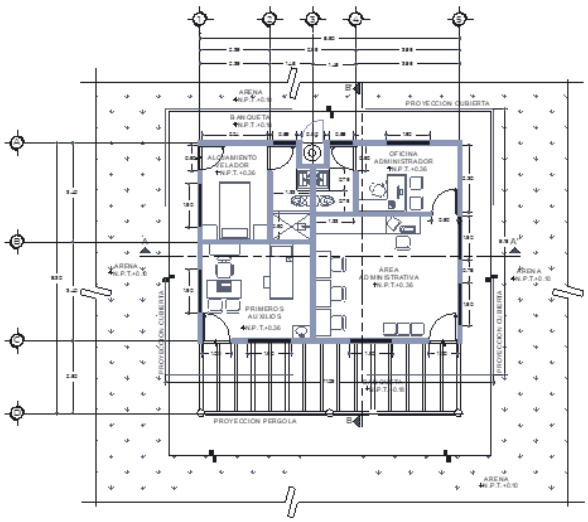


Figura 2.18. Vista del Área de Administración y primeros auxilios.

Contenedor de basura y almacén.

Destinado para el acopio de residuos orgánicos e inorgánicos con dimensión de 10.68 metros cuadrados y un área para el almacenamiento de combustible con las mismas dimensiones, ambos espacios ubicados en un módulo con una superficie total de 21.36 metros cuadrados y cada uno con una puerta de acceso de 2.56 metros de alto.

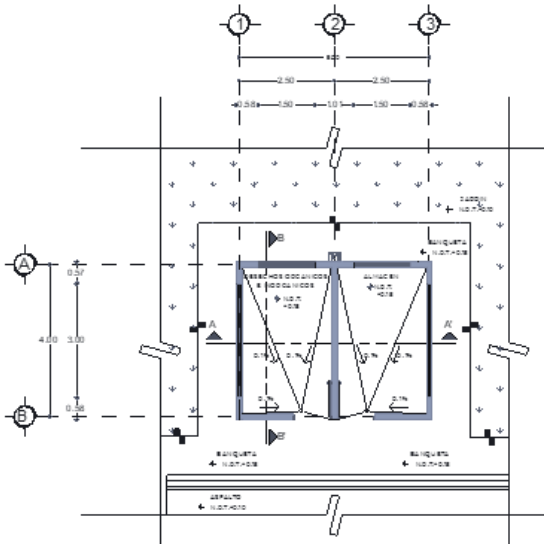


Figura 2.19. Vista en planta de contenedor de basura y almacén

Renta de bicicletas y vehículos y área de lockers.

En este módulo se localiza el área de lockers, que permitirá el resguardo de las pertenencias personales de los usuarios que accedan al área de la Reserva, así como el área de renta de vehículos y bicicletas, mismo que contará con ventanillas para la atención de los visitantes.

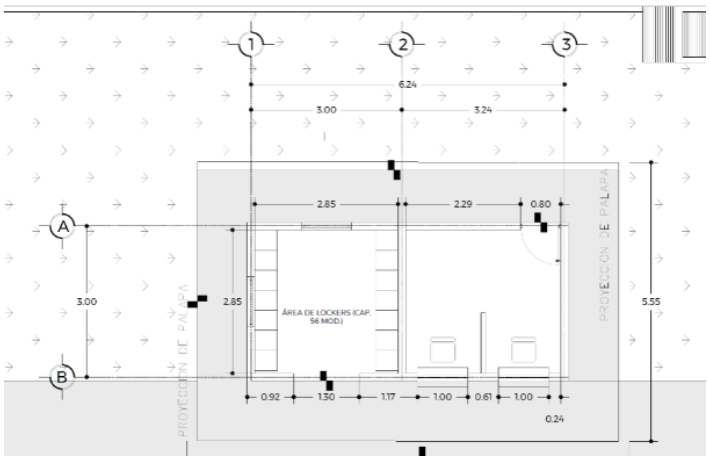


Figura 2.20. Vista en planta de módulo de renta de bicicletas y vehículos

Núcleo de sanitarios, caseta de vigilancia y almacén.

En núcleo de sanitarios se considera un acceso amplio en entrada principal que permita el uso simultaneo de las inmediaciones, para lo que en se establecieron dimensiones de 3.33 metros de ancho por 2.56 metros de alto en entrada. En interiores se consideran puertas de 1.78 centímetros de alto. Un baño destinado para uso del público femenino y otro para público masculino; en baño de mujeres se considera 3 inodoros y en baño para público masculino se contempla 2 mingitorios y un inodoro, en ambos casos tanto de baño de hombres y mujeres se contempla un baño para uso exclusivo de personas usuarias de sillas de ruedas.

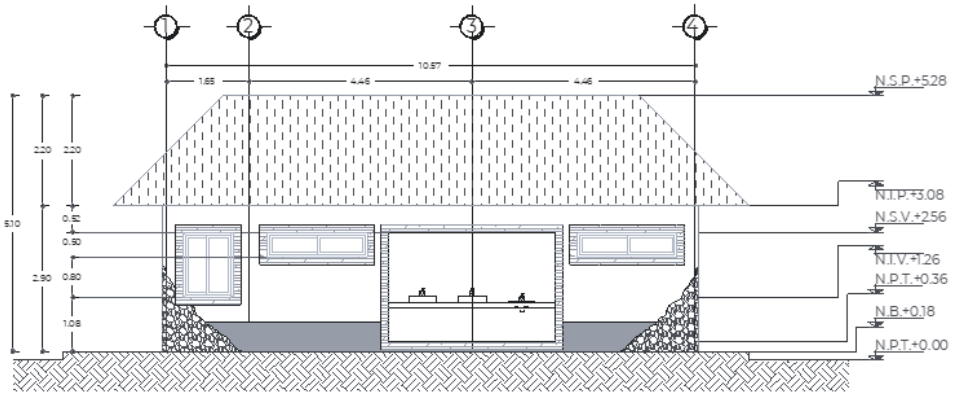


Figura 2.21. Vista fachada frontal de núcleo de sanitarios

Planta de Tratamiento (PTAR).

Se contemplan dos unidades de tratamiento de aguas residuales sanitarias (PTAR), para el tratamiento de los residuos producto de los desechos sanitarios. Uno ubicado detrás del núcleo de sanitarios y otro en la parte posterior de del área administrativa.

Cisterna y cuarto de máquinas.

El cuarto de máquinas es fundamental, pues permitirá el correcto funcionamiento de los sistemas mecánicos y eléctricos del área de transferencia. Cuenta con banquetas al frente y los costados y su puerta de acceso tiene una dimensión de 2.38 por 90 centímetros. La cisterna está destinada para el almacenamiento de agua que alimentará las diversas zonas del área de transferencia. Se ubica en la parte posterior del cuarto de máquinas con un total de 25 metros cuadrados a -2.67 metros por debajo del suelo.

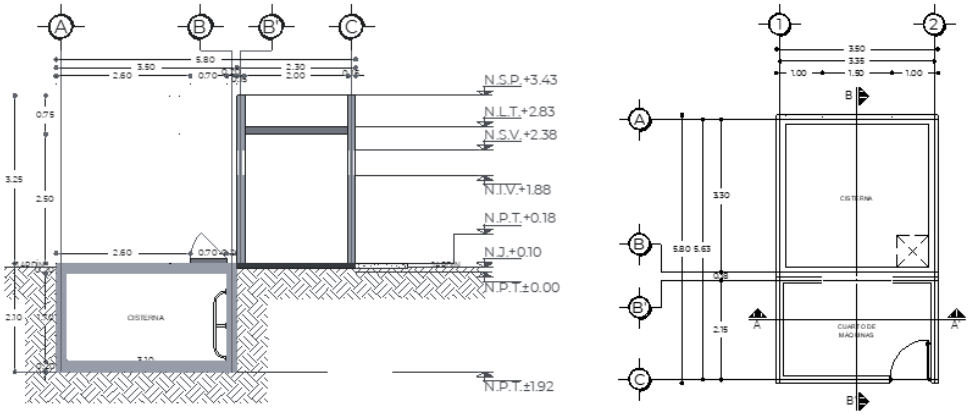


Figura 2.22. Fachada lateral de cisterna y cuarto de máquinas Vista en planta de área de cisterna y cuarto de máquinas.

Subestación eléctrica.

Destinado para la alimentación y administración de la energía eléctrica del área de transferencia. Tiene dimensiones de 3.86 metros de alto, por 6.2 metros de ancho. Su puerta de acceso es abatible doble con dimensión de 2.50 de ancho por 2.31 de alto. En la parte posterior contigua, se ubica un espacio con una superficie de 22.26 metros cuadrados destinado para el alojamiento de un tanque de combustible, así como una planta de emergencia.

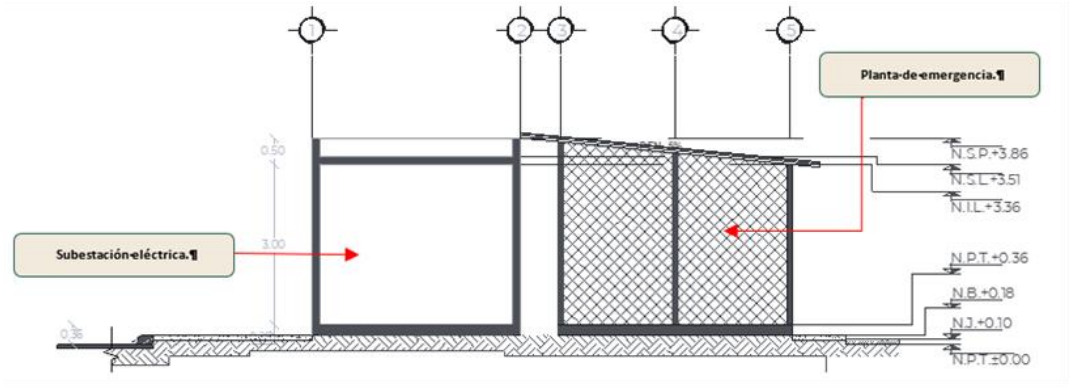


Figura 2.23. Fachada lateral de subestación eléctrica

Pórtico de acceso.

Es la entrada de acceso a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, tiene una altura de 7.88 metros por un largo de 10.40 y 1.10 metros de ancho. En la parte superior distingue por su diseño arquitectónico que contiene el nombre "Reserva Natural de la Biósfera de Sian Ka´an". Su puerta de acceso tiene una dimensión de 2.68 de alto por 5 metros de largo para permitir el acceso de transeúntes, ciclistas y vehículos.

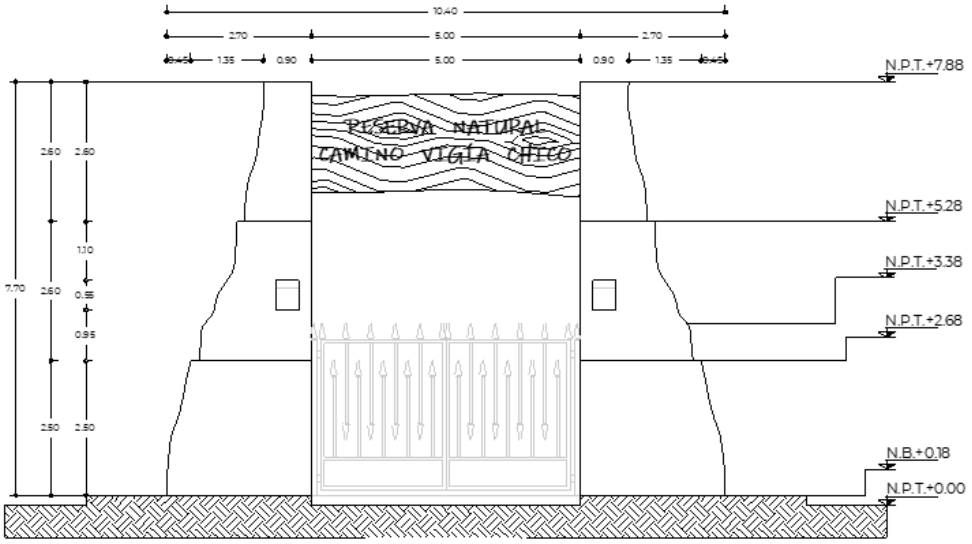


Figura 2.24. Fachada frontal de pórtico

2.10.1.3 Conjunto Playa Vigía Chico.

Este conjunto forma parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an. Es referente histórico de la ciudad de Felipe Carrillo Puerto, pues en dicha zona se ubica el conocido Faro Vigía Chico. Está conformado por edificaciones que brindarán a los usuarios servicios de cafetería, lockers, sanitarios, área administrativa y primeros auxilios, núcleo de baños y estacionamiento.

Como parte de los atractivos visuales se contempla una exposición al aire libre de las piezas del antiguo tren militar, así como el muro de los presos políticos y la asta bandera.

Para los espacios de recreación se considera una zona de playa que contará con 5 palapas y camastros, así como área de regadera.

Contará con un sendero peatonal de un total de 200 metros de largo con una salida a muelle a los 45 metros destinada para el aparcamiento de vehículos tipo lanchas, otra salida a los 110 metros a un muelle que contendrá bancas para sentarse y otra salida a los 155 metros con salida a un muelle con columpios.

Hincado de pilotes

Para los trabajos que se realizarán en la zona de playa, particularmente la infraestructura turística de bajo impacto se realizará a manera de palafitos, para evitar afectaciones a la infraestructura y contaminación al terreno en caso de inundación.

El proceso constructivo consiste de lo siguiente: se hincarán y pilotes de concreto en el sitio, las pilas tienen un diámetro de 25 a 30 cm. promedio por un largo de 4 metros, la profundidad del hincado variará dependiendo del sustrato, así como las profundidades del lecho hasta llegar a la roca. Este hincado se llevará a cabo utilizando una hincadora de postes, de modo que el acomodo de todos los postes sea más ágil. Posteriormente se colarán traves, para completar el primer armado. Se avanzará con la colocación del entarimado según los avances de hincados y colocación de traves.

Núcleo de baños y cafetería.

En su diseño arquitectónico se considera un alto máximo de 7 metros en área de cafetería contados a partir del límite del entarimado del palafito que incluye la cobertura elevada tipo palapa. Una puerta doble abatible central de 2.2 metros de alto y 6 ventanas frontales para permitir la circulación de aire. Con capacidad para 14 comensales, la cafetería contará con área de baños, cocina, almacén y una terraza con capacidad para 24 personas, sumando un total de 176.09 metros cuadrados.

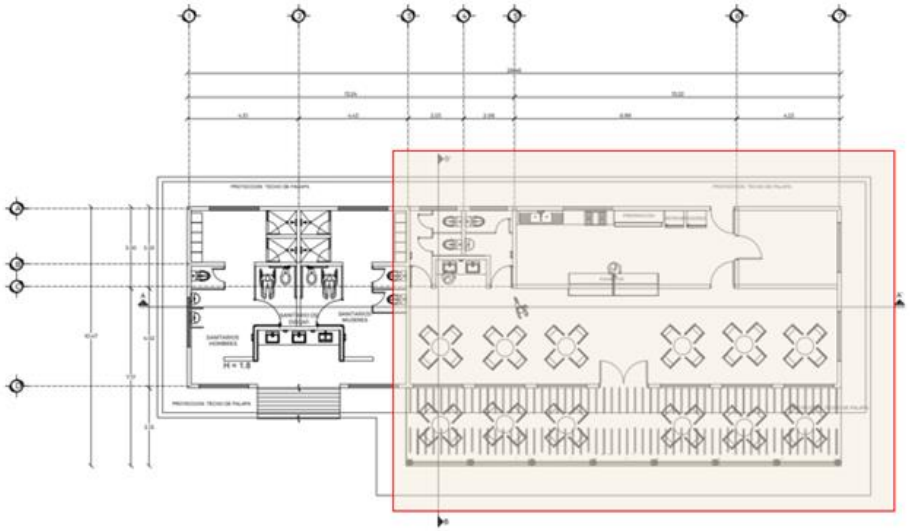


Figura 2.25. Vista en planta de cafetería.

En este mismo módulo se aloja el núcleo de sanitarios que permitirá el uso de las inmediaciones de hasta para 4 personas de manera simultánea; una sección para dos inodoros en baños de mujeres y una sección para dos mingitorios y un inodoro en baño de hombres, en ambos casos se contempla un baño para el uso exclusivo de usuarios con sillas

de ruedas. Conectados por un pasillo en la parte posterior, se ubica un área de regaderas y lockers que permitirá a los visitantes el resguardo de artículos personales.

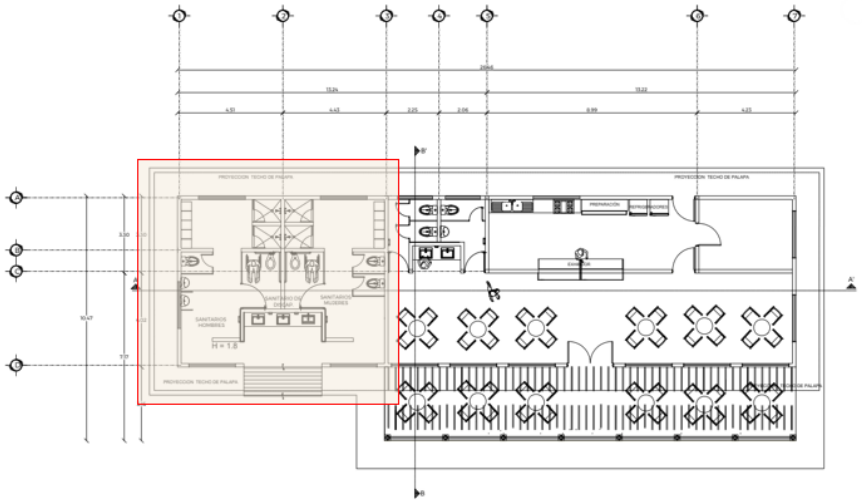


Figura 2.26. Vista en planta de núcleo de baños

Contenedor de basura.

Módulo para el acopio de residuos orgánicos e inorgánicos con dimensión de 3.68 metros de alto, por 4.15 metros de largo y 2.68 metros de ancho. Cuenta con una puerta de acceso de 2.20 metros de alto y 1.15 metros de ancho. A los laterales cuenta con dos ventanas de dimensión de 1.5 por 0.70 metros y en la parte posterior con una ventana para ventilación de 1.80 largo por 0.70 metros de alto, este módulo de acopio se ubicará sobre la plataforma del palafito para evitar la diseminación de los residuos aquí contenidos en caso de inundación.

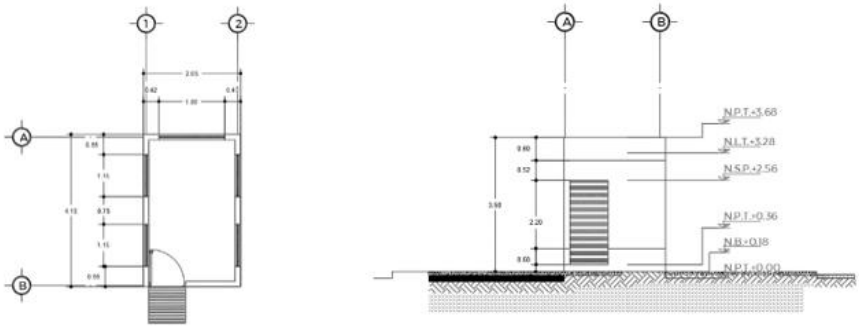


Figura 2.27. Vista en planta de contenedor de basura y Fachada frontal de contenedor de basura

Subestación eléctrica.

Destinado para la alimentación y administración de la energía eléctrica del conjunto playa, tiene dimensiones de 3.86 metros de alto, por 6.2 metros de largo y 3.88 metros de ancho. Su puerta de acceso es abatible doble con dimensión de 2.31 de alto por 2.50 metros de largo. En la parte posterior contigua, se ubica un espacio con una superficie de 22.26 metros cuadrados destinado para el alojamiento de un tanque de combustible y una planta de emergencia.

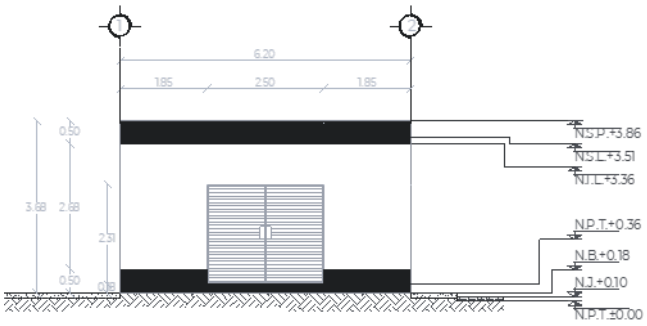


Figura 2.28. Fachada frontal

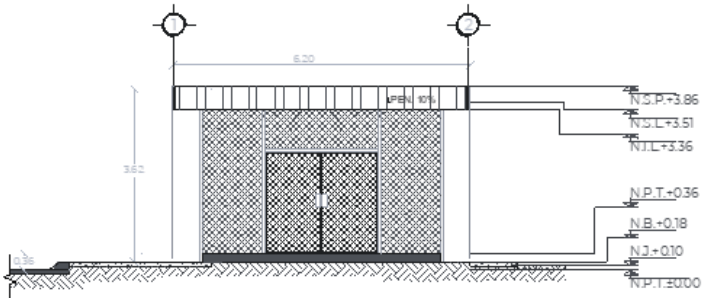


Figura 2.29. Fachada posterior

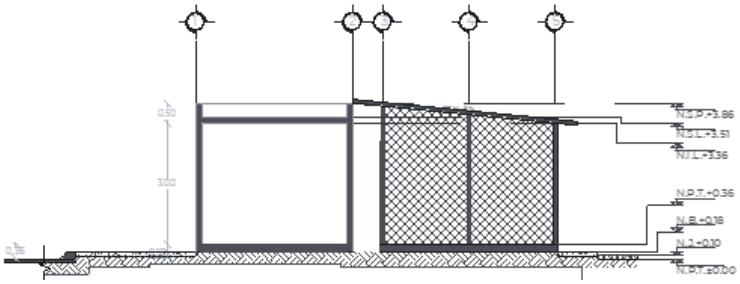


Figura 2.30. Corte longitudinal

Cuarto de máquinas y cisterna.

El cuarto de máquinas es fundamental, pues permitirá el correcto funcionamiento de los sistemas mecánicos y eléctricos del área de transferencia. Cuenta con banquetas al frente y los costados y su puerta de acceso tiene una dimensión de 2.38 por 90 centímetros. La cisterna está destinada para el almacenamiento de agua que alimentará las diversas zonas del área de transferencia. Se ubica en la parte posterior del cuarto de máquinas con un total de 25 metros cuadrados a -2.67 metros por debajo del suelo.

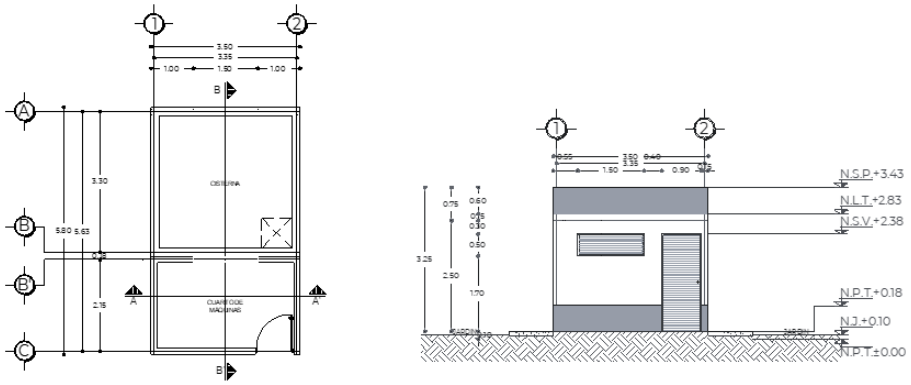


Figura 2.31. Vista en planta de cuarto de máquinas y cisterna y Fachada frontal de cuarto de máquinas y cisterna

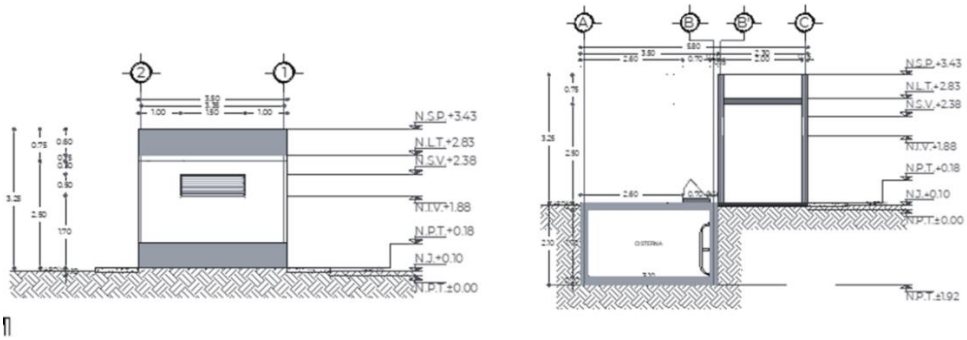


Figura 2.32. Vista en planta de cuarto de máquinas y cisterna y Fachada frontal de cuarto de máquinas y cisterna

Edificio de administración.

Esta edificación se divide en las siguientes subáreas: área administrativa para la atención a clientes, en la parte posterior una oficina administrativa y un baño independiente para el uso de personal administrativo. Un área de primeros auxilios y un espacio para el alojamiento del vigilante con un baño con regadera e inodoro. Esta edificación cubre una superficie total de 85 metros cuadrados y tiene una altura total de 6.58 metros de alto con techo tipo palapa

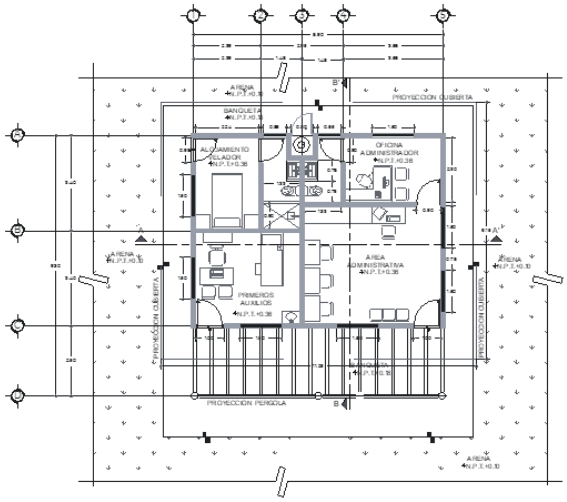


Figura 2.33. Vista en planta área administrativa

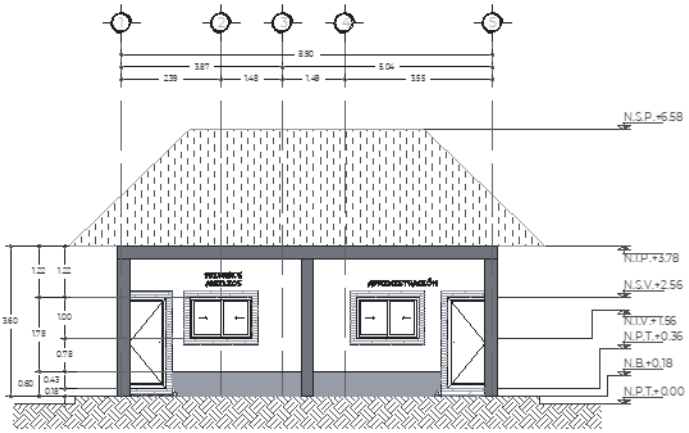


Figura 2.34. Fachada frontal de área administrativa

Estacionamiento de vehículos, bicicletas y muro de presos políticos.
En el área de estacionamiento se consideran 7 cajones para el aparcamiento de vehículos de renta y aparca bicicletas para 24 unidades. Estas últimas delimitadas por banquetas de 1.50 metros de ancho que convergen al centro con el muro de presos políticos. Al centro del conjunto se ubica una exhibición al aire libre de los vestigios del antiguo tren militar, montado en una plancha de concreto.

Planta de Tratamiento (PTAR).
Se contemplan dos unidades de tratamiento de aguas residuales sanitarias (PTAR), para el tratamiento de los residuos producto de los desechos sanitarios. Uno ubicado detrás del núcleo de sanitarios y otro en la parte posterior de del área administrativa.

Sendero de madera.
Permitirá la circulación de transeúntes en dirección noreste, con panorámica a nivel de mar, tiene una longitud de 280 metros y se desplanta sobre pilotes de 5 metros de alto separados a 2.5 metros con cargadores de madera de la región.

Muelles.
Sobre el sendero peatonal, se localizan tres muelles para el acceso del público en general. La primera salida ubicada a 45 metros está destinada para el acceso a 6 bancas de 1.20 por .060 metros, sobre una plataforma de 6 por 6 metros. La segunda con dimensión de 6.00 por 6.00 metros se ubica a 110 metros y permitirá el acceso a 6 columpios con dimensión de 0.60 por 0.30 metros con vistas al mar. Y la última a 155 metros para los usuarios de vehículos marítimos tipo lancha; cuenta con 4 salidas de 1.00 por 2.90 metros y con capacidad para 5 a 7 lanchas.

Bahía.
A los 220 metros cuenta con una bahía de 10 por 10 metros con encañaduras para pasamanos de 0.90 centímetros de altura, tendrá capacidad de carga de hasta ___ personas.

Muelle mirador.

A los 280 metros se encuentra el mirador de dos plantas con una superficie de 115 metros cuadrados en ambos niveles. Se ubica en dirección noreste en relación con el faro Vigía Chico y en su interior sostiene una escalera en tipo caracol que conecta ambas plantas.

Iluminación y ventilación.

El diseño de iluminación se considera a partir de la percepción segura de la zona, tanto para la circulación vehicular como para el área de transferencia y conjunto playa, con la finalidad de brindar al usuario espacios iluminados que permitan tareas tanto en interior como en exterior. En vialidades tanto en camino de asfalto como en camino artesanal, se considera iluminación natural en exteriores. Para el área de transferencia y conjunto playa se contemplan luminarias en interiores tipo fluorescente compacta Dulux El, lámparas tipo Dulux El Twist 20w/827 y lámparas tipo Led IUSA A9 siendo un total de 38 luminarias interiores y 30 luminarias exteriores de los tipos mencionados anteriormente.

Para la selección de las luminarias se han seguido las siguientes consideraciones:

Para minimizar el impacto de la iluminación en la zona de playa y proteger la fauna, especialmente las tortugas marinas, las recomendaciones son las siguientes:

1. **Luces alejadas y solo las necesarias**: Coloque las luminarias lo más lejos posible de la playa y use solo las imprescindibles, evitando luces ornamentales. Mantenga las luces apagadas si no son necesarias y utilice temporizadores sensibles al movimiento.
2. **Luces bajas y de mínima intensidad:** Instale las luminarias a baja altura para reducir la dispersión hacia la playa. Seleccione lámparas que proporcionen solo la luz necesaria para la iluminación requerida.
3. **Luces protegidas y apantalladas:** Asegure que las fuentes de luz estén cubiertas con marcos, viseras o pantallas para evitar que la luz sea visible desde la playa. Redirija los haces de luz y utilice cortinas o películas en ventanas con transmisión de luz visible de 45% o menos. Use vegetación natural para bloquear y reducir la luz hacia la playa.
4. **Luces de color apropiado:** Emplee luces de longitud de onda larga (560 nm o más), como ámbar, naranja y rojo, ya que las tortugas marinas son menos sensibles a estos colores. Utilice bombillas LED o luces de vapor de sodio de baja presión.

Tabla 2.11. Cuadro de tipos de iluminación

DESCRIPCIÓN	TIPO DE LÁMPARA	TEMPERATURA DE COLOR	POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	EFICIENCIA LUMINOSA
			Watts (W)	Lumen (lm)	Φ/P
LÁMPARA FLOURESCENTE COMPACTA DULUX EL	FLOURESCENTE	T BLANCO FRIO	21	1140	54
LÁMPARA FLOURESCENTE DULUX EL TWIST 20W/827	FLOURESCENTE	T LUZ CÁLIDA	20	1200	60
LÁMPARA LED A9 IUSA	LED	LUZ BLANCA	5	450	90
LÁMPARA LED A9 IUSA	LED	LUZ BLANCA	9	810	90

Tabla 2.12. Cuadro total de iluminarias

SUBESTACION	AREA DEL LOCAL m^2	TIPO DE ILUMINACIÓN	POTENCIA P WATTS W	FLUJO LUMINOSO Φ LUMEN (lm)	EFICIENCIA LUMINOSA Φ/P	CEV 2017 TABLA 3106.7.1		NÚMERO DE LUMINARIOS INTERIOR	NÚMERO DE LUMINARIOS EXTERIOR	ILUMINACIÓN QUE PROPORCIONA
						MINIMO DE ILUMINACIÓN REQUERIDO LUXES (lx) lm/m^2	LUMEN REQUERIDOS			
CUARTO DE CONTROL	17.5	LED	9	810	90	100	1750	3	2	4860
CUARTO DE PLANTA DE EMERGENCIA	22.3	LED	9	810	90	100	1750	1	0	810
CUARTO DE MAQUINAS	7	LED	9	810	90	100	700	1	1	810
CASETA	7.3	LED	9	810	90	100	730	2	1	1620
SANITARIOS HOMBRES	21.7	LED	9	810	90	100	1750	3	1	2430
SANITARIOS MUJERES	22.5	LED	9	810	90	100	1750	3	1	2430
AREA DE LAVAMANOS	6.7	LED	9	810	90	100	1750	2	0	1620
LOCKERS	8.12	LED	9	810	90	100	812	1	1	810
RENTA BICI	4.5	LED	9	810	90	100	1750	1	1	810
RENTA RZR	4.5	LED	9	810	90	100	1750	1	1	810
ALMACEN	9	LED	9	810	90	100	900	1	1	810
CONTENEDOR DE BASURA	9	LED	9	810	90	100	1750	1	1	810
ALOJAMIENTO VELADOR	12	LED	9	810	90	100	1200	2	1	1620
OFICINA ADMINISTRADOR	11	LED	9	810	90	100	1750	2	1	1620
AREA ADMINISTRATIVA	21	LED	9	810	90	100	2100	4	1	3240
PRIMEROS AUXILIOS	12	LED	9	810	90	100	1750	2	1	1620
LOCAL 1	13	LED	9	810	90	100	1300	2	1	1620
LOCAL 2	13	LED	9	810	90	100	1750	2	1	1620
LOCAL 3	13	LED	9	810	90	100	1300	2	1	1620
PORTICO	48	LED	9	810	90	100	4800	1	6	4860
GLORIETA	48	LED	9	810	90	100	4800	1	6	4860

2.10.1.3.1 Criterios de diseño arquitectónico (interiores).

Criterio de acabados

Muros.

Los acabados en muros de edificios públicos y de servicio como son; módulo de locales comerciales, módulo de administración y primeros auxilios, módulo de renta de bicicletas y vehículos de renta, núcleo de sanitarios, cisterna, subestación eléctrica y cuarto de máquinas, será a base de aplanado fino de estuco para recibir sellador 5x1, con acabado final de pintura vinílica color Blanco Ostión resistente a climas tropicales, alta resistencia a la alcalinidad, hongos, rayos UV y a la humedad extrema.

Pisos.

En pisos interiores para vestíbulo y áreas de servicio tanto en módulos de área de transferencia y conjunto Playa Vigía Chico, se considera loseta para piso tipo gres rectificado, modelo Urban color Ivory, MCA castel, medida 60 por 120 centímetros, asentado en adhesivo grande formato, marca perdura y boquilla de 2 milímetros color blanco antiguo.

Plafones y cubiertas.

En las áreas públicas tanto en área de transferencia como en conjunto Playa Vigía Chico, se utilizará plafón de jiles; varas de madera de la región tratadas con resistente a la humedad, colocadas sobre ángulos de herrería y pintados con esmalte acrílico.

Para áreas de oficinas administrativas se considerará plafón de Durock de 13 mm de espesor, calafateo pintura blanco ostión. En áreas de baños (zonas húmedas) se contempla plafón de Durock de 13 mm de espesor calafateo pintura blanco antimoho.



Figura 2.35. Acabados interiores en área administrativa



Figura 2.36. Acabados interiores en módulo de locales comerciales.

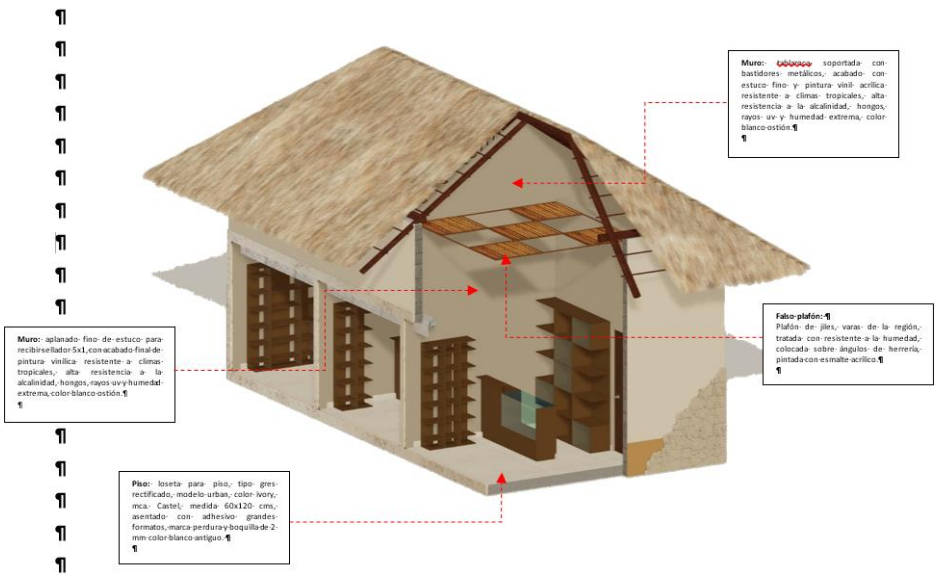


Figura 2.37. Criterios de acabados en módulos comerciales

Criterio de cancelería.

Se contempla cancelería en fijo reticulados aluminio Eurovent serie 70 anodizado Champagne mate 040 18 micras de 250 m hasta 3 m de altura para configuración corrediza para fachada, muro cortina MC-450 AD (alto desempeño), con cristal insulado Lumax 51 (6 mm exterior + cápsula de aire 12 mm + Lumax 68 6 mm).

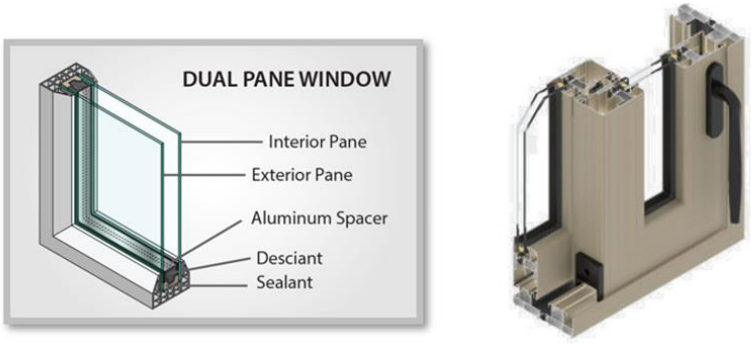


Figura 2.38. Tipo de cancelería en interiores

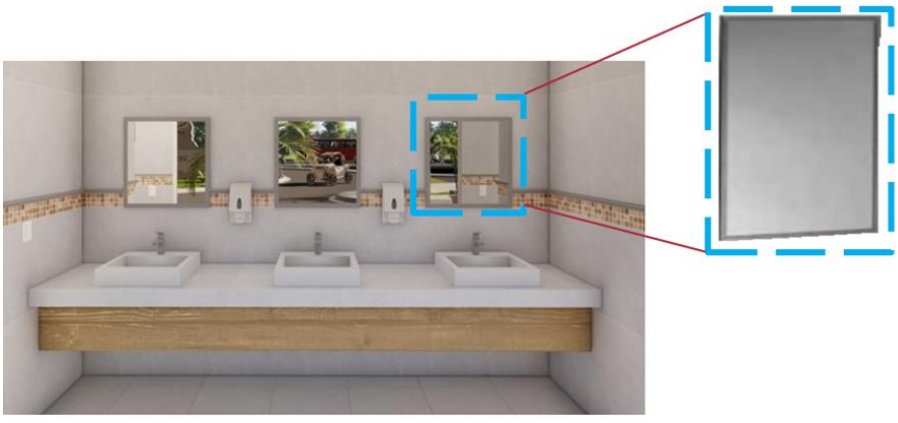


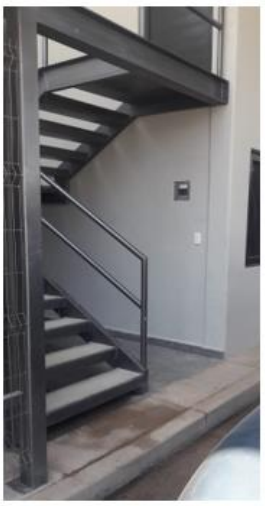
Figura 2.39. Render de cancelería en espejos de sanitarios

Criterio de herrería.

Se consideran elementos como postes de luminarias, bases para escaleras, rejillas de canal de desagüe, pasamanos, escaleras marinas y escotillas.

interior




Muros exteriores.

Se consideró como punto de partida para el diseño de interiores y determinación de acabados, y en cumplimiento, el Manual de Lineamientos para Estandarización de las estaciones del Tren Maya, 28 de febrero de 2022, y las Directivas propias del Agrupamiento de Ingenieros Felipe Ángeles, SEDENA, mismas que se citaran en el transcurso de la presente memoria.

En muros de edificios públicos y de servicio como son; módulo de locales comerciales, módulo de administración y primeros auxilios, módulo de renta de bicicletas y vehículos de renta, núcleo de sanitarios, cisterna, subestación eléctrica y cuanto de máquinas , se usará acabados interiores y exteriores con estuco fino y pintura vinil acrílica resistente a climas tropicales en color Irish Cream y color Caramel para zona de rodapíes a 0.60 centímetros sobre nivel de banqueta; con alta resistencia a la alcalinidad, hongos, rayos UV y humedad.

Para (algunas) esquinas de muros exteriores, se considera piedra caliza natural de la región con corte irregular. Esto como ornamentación para seguir la línea de los trabajos en acabados en áreas administrativas de Tren Maya. Se contemplan marcos de madera en vanos exteriores de los edificios públicos y administrativos siguientes: módulo de administración, locales comerciales, renta de bicicletas y vehículos de renta y módulo de sanitarios.

En parte posterior de subestación eléctrica se ubica la zona destinada para la planta de emergencia, la cual llevará malla ciclónica galvanizada.

Losas, azoteas y cubiertas externas

Se considera losa de concreto con pendientes no menores a 3% en los módulos de desechos orgánicos e inorgánicos, así como en cuarto de máquinas y subestación eléctrica. En la parte posterior de esta última, se ubica el área para la planta de emergencia, la cual contará con cubierta de lámina AK R18 policubierta, color verde en exterior, acabado embozado con vista aparente rugoso.

Para los módulos de locales comerciales, área administrativa, así como el módulo de renta de bicicletas y el núcleo de sanitarios, se contará con estructuras para soporte de madera de la región, con caballete poste cargador, encañaduras, jiles y vigas. Recubierto con zacate palapero en color natural.

En módulos de subestación eléctrica, así como en cisterna, se contempla la colocación de impermeabilizante prefabricado de 4.00 milímetros en rollo termoaplicado color verde esmeralda.

Criterio vialidades.

A). Asfalto

Del cadenamiento 0+000 al 22+400, así como en estacionamientos en área de transferencia, se contempla mezcla asfáltica MR-36 PG 64-2 con un espesor de 5 centímetros.

B). Artesanal

En roderas de camino artesanal del cadenamiento 22+590 al 54+699 se utilizará concreto MR.36 de 15 centímetros de espesor con acabado estriado, volteador boleado colindante a áreas verdes junta de expansión de polietileno a la guarnición, con cortes a cada 3 metros. Con backer rod y sellador.

En la vialidad tipo artesanal se utilizará piedra caliza de la región de tamaños variables, colado con concreto f´c=250 kg/cm^2, con espesor de 15 centímetros de alto y cortes de dilatación a cada 3 metros y sellado con cola de rata.

Llevará estampado imitación ladrillo a cada 200 metros, con dimensión de 76 por 87 centímetros realizado con molde de 2 centímetros de espesor color jade maya KP-48 endurecedor de superficie para estampar concreto, antiadherente y sellador acrílico transparente.

2.10.2 Obras y Actividades Provisionales y Asociadas

Se entiende por obras y actividades provisionales aquella en las cuales el ejecutante de la obra debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para la construcción del Proyecto.

Tipo de infraestructura

- **Instalación de oficinas, talleres, almacenes y bodegas temporales de obra. -** Se realizan acciones necesarias para suministrar, reunir y transportar elementos necesarios al lugar de obra, incluyendo equipo mecánico, materiales, herramientas y en general todo lo necesario para instalar y empezar los trabajos. Para todo esto es necesario contar con el espacio apropiado, por lo que, de manera atemporal se requerirá la instalación de oficinas, talleres, almacenes y bodegas dentro del área del Proyecto.

- **Patio de maniobras. -** Todas las obras se realizan sobre el área del proyecto, por lo tanto, no se tiene contemplado la creación de algún patio de maniobras fuera del área mencionada.

- **Campamento. -** Dentro de los trabajos considerados preliminares no se contempla la adecuación del campamento.

- **Dormitorios, comedores. -** No se requerirá de dormitorios, ya que se contratará personal de las localidades cercanas según se requiera. Los comedores y áreas de descanso se instalarán dentro del área del proyecto, serán de carácter temporal.

- **Instalaciones sanitarias. -** Sera por medio de la contratación de sanitarios portátiles en las áreas de trabajo estratégicamente distribuidas, dentro del área del proyecto. Se requiere una por cada 15 trabajadores.

Todas las obras de carácter temporal y/o provisional deberán ser desmanteladas y retiradas una vez terminada su funcionalidad dentro del Proyecto.



2.11 Programa de Trabajo

Se pretende llevar a cabo la construcción del Proyecto en un plazo de 18 meses (año y medio). El Proyecto tendrá una vida útil de 30 años, pero con el adecuado mantenimiento y modernización su vida útil puede ser indefinida.

Tabla 2.13. Cronograma del Proyecto

Etapa	Actividad	Descripción	Meses																	Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	5	30
Preparación	Delimitación del Trazo del Proyecto.	Levantamiento topográfico.	x	x	x																	
		Señalización, Marcaje y delimitación del área del Proyecto.	x	x	x																	
	Actividades del CUSTF.	Desmonte.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Despalme.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Limpieza del terreno.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Instalación de las obras provisionales.	Oficinas/Sanitarios portátiles/Almacenes.	x	x	x																	
Construcción	Movimiento de tierras.	Cortes.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
		Acarreos.		x	x	x	x	x	x	x	x	x										
	Compensación de terracerías	Nivelación.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Compactación.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Pavimentos	Sub-Base y Base Hidráulica.						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Carpeta de Concreto Hidráulico.						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Riego de impregnación.								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Emulsiones.												x	x	x	x	x	x			
		Carpeta del camino artesanal.								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Obras Complementarias	Cunetas revestidas de concreto hidráulico.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
		Obras de drenaje transversal			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Señalización	Colocación de señalética.	x	x	x	x	x	x														
	Cimentación	Cimentación de infraestructura turística de bajo impacto		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

Etapa	Actividad	Descripción	Meses																		Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	5	30
	Edificación Palafitos	Edificación de infraestructura turística de bajo impacto sobre pilotes (Área de Playa Vigía-el Chico			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Obras de Drenaje transversal	Construcción de obras de drenaje conforme a los estudios hidrológicos			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Operación y mantenimiento	Retiro de obra y limpieza.	Retiro de obras provisionales.																x	x	x		
		Retiro de maquinaria.																x	x	x		
		Limpieza del sitio.																x	x	x		
	Operación y mantenimiento	Circulación vehicular.																			x	x
		Mantenimiento y conservación.																			x	x
Medidas de mitigación	Programa de Vigilancia ambiental	Programa de Rescate y reubicación de las especies de Flora.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Programa de Conservación de Suelo y Agua.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Reubicación de Fauna.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Programa de Manejo Integral de Residuos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		*Programa de Reforestación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Programa de Educación Ambiental y Buenas Prácticas Ambientales.	x	x	x	x	x	x														

*Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, se llevan a cabo la reforestación del área de compensación seleccionada y durante 5 años más, se dará mantenimiento, seguimiento y evaluación a la reforestación y reubicación.

2.12 Representación gráfica regional



Figura 2.40. Representación gráfica regional

2.13 Representación gráfica local



Figura 2.41. Representación gráfica local

2.14 Selección del sitio o trayectorias

Para la determinación de la trayectoria se priorizó el camino ya existente y las necesidades de la población de Felipe Carrillo Puerto, por tal motivo. No se consideraron trayectorias distintas para la construcción del Proyecto, debido a que ya existe un camino rural (terracería) que va del centro de la localidad de Felipe Carrillo Puerto a la zona de playa de Vigía el Chico, por lo que, el Proyecto realiza la construcción de una carretera asfaltada y artesanal, sobre el camino actual.

2.15 Descripción por etapas del proyecto

La construcción del camino conlleva la rehabilitación, mantenimiento, ampliación y construcción de 54.699 kilómetros sobre el tramo Felipe Carillo Puerto-Vigía Chico, así como, la instalación de infraestructura turística de bajo impacto consiste en un conjunto de obras y/o actividades, que van desde la rehabilitación y construcción del camino (superficie asfaltada y artesanal), hasta la construcción una Estación de Transferencia, el conjunto de obras en Playa Vigía Chico, y obras de rehabilitación en el Museo de la ciudad Felipe Carrillo Puerto las cuales se basan en el remozamiento del museo histórico de la ciudad (trabajos de albañilería, pintura, electricidad, hidrosanitario e impermeabilización).

A continuación, se realiza una descripción de las actividades en cada una de las etapas del Proyecto, las cuales se realizarán de manera sistemática:

2.15.1 Etapa de Preparación

El arranque del Proyecto empieza con la revisión y aprobación del proyecto ejecutivo. En relación con los estudios previos relacionados con el Proyecto se contó con los estudios de mecánica de suelos, proyectos de terracerías, alineamiento horizontal y vertical y levantamiento topográfico. Además, se realizaron los trámites de los permisos correspondientes previos al inicio de cualquier actividad de construcción.

Adicionalmente se realizó la contratación de personal para la obra, adquisición por renta de maquinaria y equipos, y la adquisición de materiales e insumos de la obra incluyendo las autorizaciones correspondientes que procedan de acuerdo con la legislación local y federal.

En esta etapa las actividades principales fueron: Aplicación del Programa de rescate y Reubicación de flora y el Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Reubicación de Fauna, levantamiento topográfico, señalización, marcaje, delimitación del área del Proyecto, desmonte, despalme, limpieza, colocación de obras provisionales, compensación de terracerías (Alineación horizontal y vertical, Cortes y terraplenes).

Las actividades relacionadas con la preparación del sitio se refieren al procedimiento de limpieza y acondicionamiento que prevé el desarrollo de las actividades que a continuación se especifican:

1.- Aplicación del Programa de Rescate y reubicación de Flora y el Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Reubicación de Fauna. - Previo al inicio de toda actividad relacionada a la construcción, se ejecutaron los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Reubicación

de Fauna, con el objetivo de minimizar el impacto a generarse en la vida silvestre, provocado por el desarrollo del Proyecto. Esta actividad se realizó a través de brigadas de expertos en manejo de flora y fauna. Especial atención se dio a la identificación y rescate de especies con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010.

2.- Levantamiento Topográfico. - Como inicio de los trabajos y con el equipo adecuado y necesario, se realizó levantamientos topográficos del camino existente, con una nivelación de terreno (perfil) y secciones transversales del mismo, para que con esto se estableció el área del proyecto, y cuando se realizó estos trabajos se colocaron estacas en los limites necesarios, para tomar la lectura de niveles para los terraplenes y poder llegar a la cota de desplante requerido.

3.- Señalización, marcaje y delimitación del área del proyecto. - Se llevo a cabo la señalización, marcaje y delimitación del área del Proyecto, por medio de marcas visibles (cintas, yeso, cal, etc.) letreros grandes y llamativos con el fin de restringir el paso de personas y ganado al área. Las áreas donde se realizó el **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales** fueron delimitadas y las actividades de desmonte y despalme no se dieron fuera de ellas.

4.- Actividades del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

- **Desmonte.** Consiste fundamentalmente en cortar la capa vegetal y retirar el material suelto de las áreas en la superficie de CUSTF con el apoyo de cargadores frontales, tractores y camiones de volteo. Esta actividad se realizó con la finalidad de permitir el libre acceso a la maquinaria y dejar el terreno en condiciones propias para la realización del despalme.

- **Despalme.** Durante el despalme se retiró, resguardo y conservo la capa de suelo orgánico y/o fértil (aproximadamente los primeros 20 cm de suelo). Se almaceno temporalmente en un área definida para este fin, posteriormente se transportó en camiones para utilizarlo en las áreas destinadas a restaurar (áreas de reforestación y medidas de mitigación), previamente definidas.

5.- Limpieza. - Consiste en retirar todos los residuos derivados del desmonte y despalme, así como, de la basura que pudiese encontrarse en el área del Proyecto, estos residuos fueron separados y almacenados de acuerdo con su naturaleza y a lo especificado en el Programa de Manejo Integral de Residuos.

6.- Alineación horizontal y vertical. - Durante la etapa de preparación del sitio y de acuerdo con las condiciones actuales de la zona fue necesario inicialmente realizar un trazo y nivelación a lo largo de toda la trayectoria del Proyecto, para ello se utilizaron una brigada topográfica habilitada con equipo de medición menor como estación total, estadales y prismas para replantear la planimetría de acuerdo con el relieve de cada zona por la que atravieso el Proyecto.

Durante esta etapa se ubicaron y delimitaron los espacios que servirán para alojar las obras, incluyendo a las obras provisionales como almacenes de obra y todos ellos de carácter provisional y que cumplieron con los requisitos que se detallan en apartados posteriores.

El acceso a los frentes de trabajo se realizó directamente dentro del área del proyecto, por lo cual, se entiende que no se construyó nuevos caminos de acceso toda vez que se utilizaron los caminos existentes.

7.- Instalación de las obras provisionales. - Se llevaron a cabo la instalación de obras temporales (únicamente dentro de la superficie autorizada) entre las que se señalan: Almacenes (de materiales, equipo y herramienta, residuos, oficinas, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y zonas de descanso para el personal. Una vez terminado su uso dentro del Proyecto, se desmantelaron y retiraron todos los materiales y obras.

- **Almacén o bodega.** Se dispuso de un lugar estratégico, que sirva para almacenar y controlar materiales, equipo, herramienta y residuos. Su instalación fue dentro del área del proyecto. La capacidad del depósito la determinara el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo. En promedio la superficie requerida puede variar entre 100 - 500 m^2. Dentro de esta área, se destinaron sitios para los siguientes almacenes:

- **Almacén de materiales:** en este sitio se depositaron temporalmente los materiales a utilizar en la obra. Su distribución fue dividida en un área abierta y una techada, en la primera se colocaron los materiales que no requieran resguardo de la lluvia o el sol, es decir, que las condiciones de los materiales no se vean alteradas por estar a la intemperie, en el área cerrada todos aquellos materiales que requirieron estar secos y bajo la sombra. Además de que también se guardó los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, overoles, lentes, etc.). Para el caso de los contenedores de combustibles, aceites, lubricantes, y aditivos de pintura, estos fueron identificados de acuerdo con el peligro y riesgo de la sustancia química según se indica en la NOM-018-STPS-2000, y fueron contempladas las condiciones de seguridad e higiene establecidas en la NOM-055-STPS-1998.

- **Almacén de equipo y herramientas:** en este lugar se guardó el equipo, las herramientas y las refacciones que se utilizaron durante la obra. Es un cuarto comúnmente construido con láminas de cartón sostenidas sobre una estructura de madera (polines).

- **Almacén de residuos:** este almacén fue aprovechado para contener temporalmente los residuos peligrosos y no peligrosos de la construcción en un área debidamente delimitadas y señalizada. El almacén de residuos peligrosos conto con botes debidamente identificados y con tapa hermética y ventilación adecuada, los pisos fueron lisos y de material impermeable, y resistentes a los residuos peligrosos almacenados. La capacidad del depósito la determinará el tiempo de almacenamiento que la empresa constructora a cargo determino. Para proteger el suelo de posibles derrames de sustancias nocivas, se ubicó una capa de concreto de aproximadamente 10 cm de espesor, y esta se ubicado en toda el área donde se encuentre este almacén.

- **Instalaciones Sanitarias.** se instalaron sanitarios provisionales para el personal de la obran en los frentes de trabajo, cerca de las oficinas y del almacén, en cantidad suficiente, para cubrirla demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 15 trabajadores). Estas instalaciones fueron del tipo portátiles, y la recolección, operación y mantenimiento quedo a cargo de la empresa autorizada que preste el servicio durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto.

2.15.2 Etapa de Construcción

La etapa de construcción inicio con la nivelación longitudinal del Proyecto de acuerdo con la rasante, para ello se realizó una serie de movimientos de tierra por medios mecánicos de acuerdo con la curva-masa proyectada y mediante cortes y rellenos que conformaron la base (terraplenes) para lograr la nivelación indicada en el perfil del Proyecto, a continuación, se describen las actividades que constituyen esta etapa.

1.- Movimiento de tierras. - La actividad más significativa fue el movimiento de tierras, ya que es necesario para conseguir una superficie uniforme donde se construyó la base de todas las capas del terraplén, donde se construirá el área de rodamiento de los vehículos. El material removido del despalme y de las excavaciones donde se construirá el cuerpo del terraplén se retirará del sitio mediante el uso de una retroexcavadora, colocándolo en el sitio destinado para este fin.

- **Excavación, cortes y nivelación.** Las actividades de construcción del Proyecto iniciaron con la ejecución de cortes y formación de terraplenes para lograr una compensación que permita la nivelación más conveniente de la rasante del Proyecto en términos de eficiencia en el diseño, para ello, de acuerdo con la norma N CTR·CAR·1·01·003/11 *"Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección dela obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto"*. Los cortes son realizados por medios mecánicos y controlados mediante equipos de topografía.

2.- Compensación de terracerías. - El terraplén es una estructura formada con material producto de corte, sobre la misma terracería. Previo al inicio de la construcción de los terraplenes con material de corte o en banco, se rellenaron los huecos provocados que pudiera tener el terreno natural, se escarifico y compacto el terreno natural o el despalmado en el área de desplante.

- **Nivelación.** Se realizo nivelaciones y rellenos cuyo fin es tener una superficie que cumpla con las curvas horizontales que requiere la carretera de acuerdo con las normas y especificaciones para este tipo de obras. Las nivelaciones se realizaron sobre el terreno natural donde se llevarán a cabo las ampliaciones y construcción del camino existente, el cual fue la superficie donde se formó el cuerpo del terraplén, lo que dio como resultado una base que cumple con los requerimientos. Esta actividad consistió en realizar excavaciones someras para retirar el material inestable para dar paso a las actividades de construcción, resultando una superficie geométrica uniforme. La formación del cuerpo del terraplén se llevó a cabo tendiendo una capa del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm, en todo el ancho entre línea de ceros y en 20 m de longitud. Se rego agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 l/m^3 de material y se sometió la capa regada al tránsito de un tractor Apisonador de oruga tipo "pata de cabra" y peso de 20 ton, pasando tres veces por cada uno de los puntos que conformen la superficie.

- **Compactación.** El método de compactación garantizo la obtención de las compacidades mínimas necesarias para cada zona del pedraplén, la granulometría del material, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo.
  Si en la compactación se utilizó rodillos vibratorios, el peso estático del equipo no deberá ser inferior a diez toneladas (10 t). Cuando los pedraplenes son relativamente limpios y no

están formados por fragmentos muy grandes, de más de 30 cm, con rodillos vibratorios de 10 a 15 ton. de peso, con un mínimo de seis pasadas, una frecuencia mínima de mil vibraciones por minuto, y a una velocidad de tres a cuatro kilómetros por hora. Los enrocamientos más gruesos o los de escasa altura, formados por material muy bien graduado, se compactaron con un tractor pesado, con mínimo de 4 pasadas. Los enrocamientos contaminados, con más de 15% de material fino plástico, se han compactado exitosamente con rodillos neumáticos muy pesados, de 50 ton o aún más.

3.- Pavimentos (**Colocación de carpeta asfáltica).-** Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Actualización 2007 del Libro CTR Construcción, Parte 01, Título 04; al Libro CMT Características de los Materiales, Actualización 2007, Parte 04, Títulos 02, 04 y 05; así como los Métodos de Muestreo y Pruebas de los Materiales del Libro MMP, Parte 04, Título 04 y 05 también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

- **Capa Subrasante.** Se compacto esta capa de material a 100% de su P.V.S.M. extraída de los Bancos de materiales existentes en la zona y recomendados en este estudio.

- **Capa de Subbase hidráulica:** Capa formada con material de grava – arena, se compacto esta capa a 95% de su P.V.S.M. Es la capa de material pétreo seleccionado que se construyó sobre la subrasante, cuya función principal es proporcionar un apoyo uniforme a la base, capaz de soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores. Una vez construida la capa de subrasante, se colocó la subbase de 15 cms de espesor, compactada al 95 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo determinado mediante la prueba AASHTO Modificada. El empleo de estos materiales será de algún banco de materiales cercano a la obra.

- **Capa de Base hidráulica:** Capa formada con material de grava – arena, se compacto esta capa a 100% de su P.V.S.M. extraída de los Bancos de materiales existentes en la zona: Es la capa de material pétreo seleccionado que se construye sobre la subbase, cuya función principal es proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea. Sobre la capa de subbase hidráulica se construyó la capa de base hidráulica de quince centímetros de espesor compactada al 100 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo determinado mediante la prueba AASHTO Modificada, el Valor Relativo de Soporte será de100 % mínimo y el equivalente de arena 50 % mínimo, utilizando materiales pétreos triturados parcialmente y cribados, estos materiales se alojaron en su composición granulométrica en la Zona 1.

4.- Camino Artesanal: En roderas de camino artesanal del cadenamiento 22+500 al 54+700 se utilizará concreto MR.36 de 15 centímetros de espesor con acabado estriado, volteador boleado colindante a áreas verdes junta de expansión de polietileno a la guarnición, con cortes a cada 3 metros. Con backer rod y sellador.



a. En la vialidad tipo artesanal se utilizará piedra caliza de la región de tamaños variables, colado con concreto f´c=250 kg/cm2, con espesor de 15 centímetros de alto y cortes de dilatación a cada 3 metros y sellado con cola de rata.

b. Llevará estampado imitación ladrillo a cada 200 metros, con dimensión de 76 por 87 centímetros realizado con molde de 2 centímetros de espesor color jade maya KP-48 endurecedor de superficie para estampar concreto, antiadherente y sellador acrílico transparente..

5.- Riego de Impregnación. - Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre la capa de material pétreo de base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la base asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación. Inmediatamente después de haber realizado la operación anteriormente descrita, estando barrida y seca la superficie de la capa de base hidráulica, se aplicará un riego de impregnación con Emulsión Asfáltica ECI-60 en cantidad necesaria para que garantice una penetración mayor a cero puntos cuatro (0.4) centímetros, por lo que, se tomó en cuenta en caso de que se requiriera una o dos aplicaciones.

- **Riego de Liga.** Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. Con la finalidad de lograr una adecuada adherencia entre la capa de base hidráulica y la base de concreto asfáltico, en la superficie de la base hidráulica previamente impregnada y barrida, se aplicará un riego de liga con Producto Asfáltico Tipo Emulsión Catiónica de Rompimiento Rápido (ECR-60) a razón de cero puntos cinco litros por metro cuadrado (0.5 lt/m^2), aproximadamente.

6.- Carpeta de Concreto Asfaltico. - Capa formada con material de material traído de planta productora de concreto asfaltico, se compacto esta capa a 95% de la prueba Marshall o producida con materiales asfalticos y materiales pétreos, se deberá de realizar la mezcla en caliente.

Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación. Según la granulometría del material pétreo que se utilice, pueden ser de granulometría densa, semiabierta o abierta. Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente se construyen para proporcionar soporte adecuado, comodidad, confort y seguridad al usuario, además de proporcionar una superficie antiderrapante. Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, la superficie sobre la que se coloco estaba debidamente terminada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. Cuando el producto asfáltico del riego de liga tenga la consistencia conveniente, se construyó con 5 centímetros de espesor una base de concreto asfáltico, compactando hasta alcanzar el 95 % de su Peso Volumétrico Máximo determinado en laboratorio por el Método Marshall. En la elaboración del concreto asfáltico se utilizó material pétreo de tamaño máximo de diecinueve milímetros procedentes de algún banco de materiales cercano a la obra y producto asfáltico del tipo AC-20 Normal en la dosificación adecuada previamente establecida en laboratorio.

- **Prueba Marshall.** Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta cumplieron con las Normas Especificadas en el inciso D del Libro CMT parte 04, Título 04 y en el Capítulo 001 inciso D del Libro CMT parte 04, Título 05 respectivamente. La mezcla se proyectó por el procedimiento Marshall. La construcción de la carpeta se apegó a los lineamientos indicados en el Capítulo 006 del Libro CTR, parte 01, Título 04.

7.- Obras Complementarias. - Con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de las terracerías y el pavimento, una vez terminadas las obras de modernización; fue construir obras complementarias como cunetas que permitan el fácil y rápido desalojo del agua pluvial que se concentra en la superficie de rodamiento de acuerdo con los datos climatológicos observados de la región donde se ubica esta obra.

- **Cunetas revestidas de concreto hidráulico.** Las cunetas que se ubican a la derecha o izquierda de los cortes se construirán de concreto hidráulico de una resistencia a la compresión de F'c = 150 kg/cm^2 y 10 centímetros de espesor según se indica en el proyecto utilizando los agregados grava y arena de bancos de material con operación comercial.

8.- Señalización. – Se coloco señalamiento y elementos de manera provisional y definitiva (de acuerdo con la legislación para este tipo de obras) con el fin de garantizar la integridad de las personas, fauna y las obras. Una vez que se concluyó la etapa de construcción se instaló señaléticas de prevención e informativas para la seguridad vial de la carretera.

9.- Cimentación. - La cimentación consistirá en una losa de cimentación con un mejoramiento del terreno en una profundidad aproximada a ser ubicada principalmente sobre los trazos ya realizados y alineados. Sobre la superficie debe ser marcando el ancho requerido para alojar, las estructuras prefabricadas. Para la cimentación se procederá a realizar la excavación correspondiente, sobre los niveles del terreno ya definidos, a base de retroexcavadora en la profundidad establecida en el estudio de Mecánica de suelos y el plano de estructura. Todo ello compactado al 90% Proctor

La cimentación se trata a base de estabilización del suelo. Su profundidad y especificaciones deben ser consultadas en el estudio de Mecánica de suelos y planos de la estructura respetando la profundidad y las secciones que en dicho Plano Estructural se observan. El agregado máximo será de ¾" tanto para la losa de cimentación. Desde este colado se realizará el pulido de la losa para cumplir con el acabado final, proceso que describiremos en la etapa de acabados.

Es importante mencionar que la cimentación se realizará sólo en las obras referentes a la estación de transferencia, esto debido a que en el área de playa las edificaciones serán construidas a manera de palafitos.

10. Obras de Drenaje Transversal

Dentro de las principales actividades a desarrollar, se debe considerar el retiro de la capa vegetal presente en el suelo, para garantizar que el sitio de desplante se encuentre limpio mediante el despalme, siguiendo las recomendaciones establecidas en las normas de construcción empleadas para la edificación de infraestructura vial (NIT-SICT).

Posteriormente al despalme, se procede a realizar las excavaciones para desplante de obra de drenaje según lo establecido en el estudio hidrodinámico:



- Se coloca material granular para protección del elemento prefabricado de concreto.
- Posteriormente se coloca el anillo (mortero) en cada unión de secciones de tubo.
- Se procede a colocar material de aproche indicado en el proyecto, mediante la conformación de capas, garantizando el grado de compactación establecido.

Considerando como referencia el lomo de tubo y la tipología de las ODT, se proceden a realizar tendidos de capas de material conforme lo indicado en las especificaciones particulares del Proyecto.

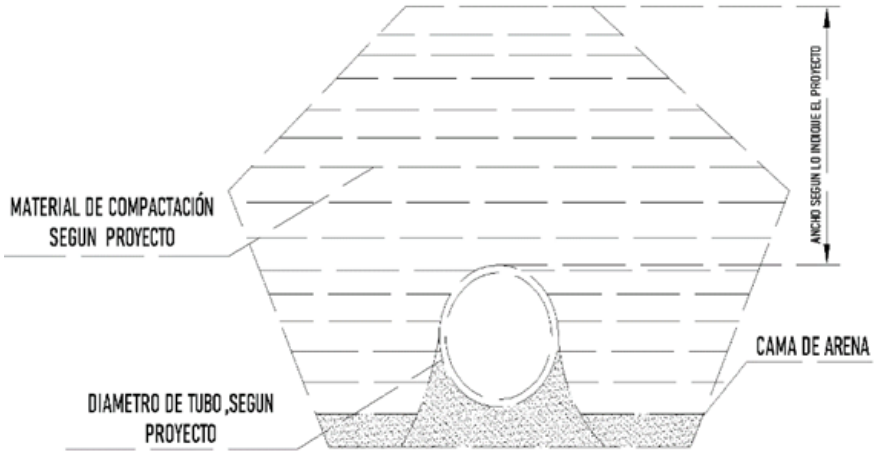


Figura 2.42: Imagen representativa de las obras de drenaje transversal (ODT).

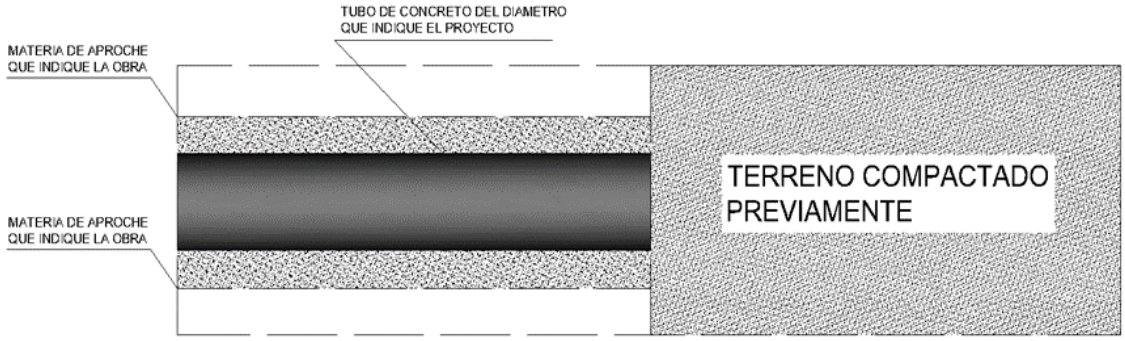


Figura 2.43: Imagen de representación de las obras de drenaje transversal (ODT).

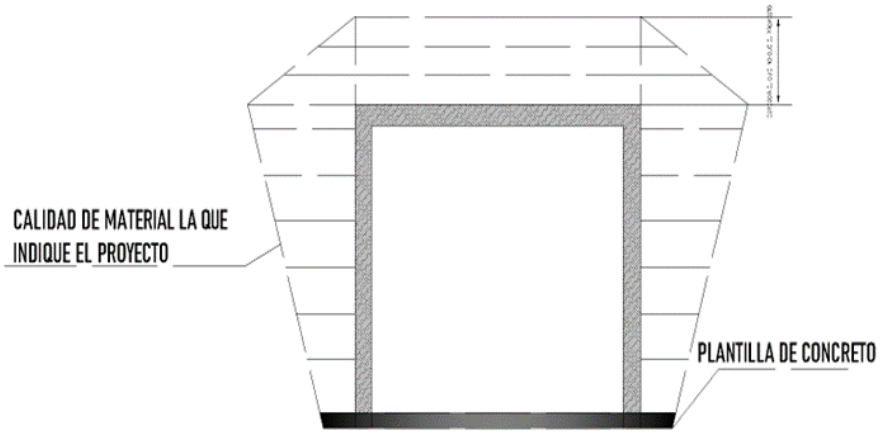


Figura 2.44: Imagen de referencia de las obras de drenaje transversal (ODT).

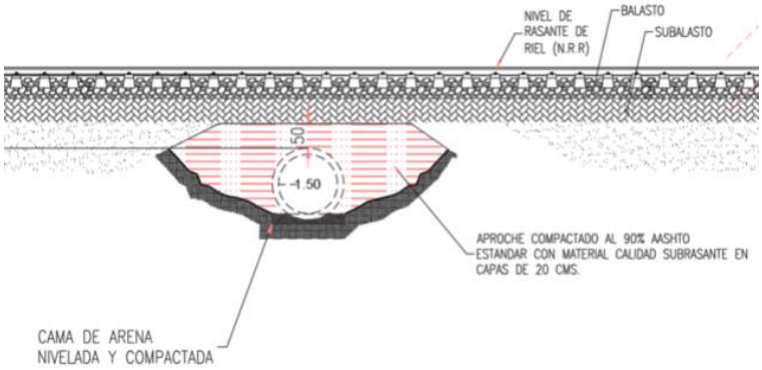


Figura 2.45: Sección tipo de obra de drenaje transversal (tubo de concreto de 1.50 m de diámetro).

Tabla 2.14. Coordenadas de ubicación de las ODT

CADENAMIEN	Sección	CONDUCTOS	Este X	Norte Y
54+020	2.0X0.5	2	438006.59	2187065.29
53+740	2.0X0.4	3	437803.65	2187253.9
53+540	2.0X0.4	3	437666.11	2187393.37
52+040	2.0X0.5	3	436273.71	2187735.77
50+660	2.0X0.5	1	434858.97	2187961.71
50+090	2.0X0.5	1	434330.91	2188182.39
44+100	2.0x0.5	2	428548.59	2189434.49
43+210	2.0X0.75	2	427690.18	2189534.05
43+010	2.0x1.0	2	427490.12	2189559.83
42+850	2.0x0.75	2	427329.67	2189578.81
42+210	2.0x0.5	4	426740.18	2189498.96
36+520	2.0X0.5	2	422186.29	2186079.28
36+240	2.0X0.5	2	421919.27	2186102.86
35+900	2.0X0.5	2	421554.9	2186135.81
25+860	2.0X0.5	2	413719.31	2179990.82
25+300	2.0X1.0	1	413280.29	2179625.06
24+000	2.0X0.5	2	412279.62	2178813.85
19+460	2.0X0.5	2	408869.53	2175986.99
9+215	2.0X0.5	2	400296.11	2170220.02

CADENAMIEN	Sección	CONDUCTOS	Este X	Norte Y
7+335	2.0X0.5	2	398715.45	2169219.36
4+760	2.0X1.0	2	396313.55	2168311.85
3+980	2.0x0.5	1	395575.47	2168046.76
3+260	2.0X0.5	2	394942.41	2167719.18
2+580	2.0X0.5	1	394368.48	2167347.12
20+940	2.0X0.5	1	409967.26	2176893.56
21+220	2.0X0.5	1	410141.98	2177027.17
23+250	2.0X0.5	2	411701.14	2178322.33
24+250	2.0X0.5	1	412478.36	2178962.52
43+470	2.0X0.50	2	427932.91	2189503.86
43+800	2.0X0.5	2	428344.81	2189451.83
54+440	2.0x0.5	2	438313.03	2186749.49
54+250	2.0X0.5	2	438166.61	2186898.89



Figura 2.46. Ubicación de las ODT

2.15.3 Etapa de Operación y Mantenimiento

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

1.- Retiro de obra y limpieza. - Se retirarán todas las obras provisionales, maquinaría y residuos de construcción de la superficie del Proyecto, con el fin de que el DDV quede libre de cualquier obstáculo para que pueda ser transitada y comenzar con la operación y uso del Proyecto.

2.- Mantenimiento y conservación. - A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria que se llevaran a cabo para el mantenimiento del camino, para que tenga un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

- **Auscultación.** La auscultación de pavimentos es aplicable a cualquier carretera para que a través de un sistema de gestión se determinen las inversiones requeridas para conservarla en buen estado de operación, se definan las prioridades de atención y se realice la programación de los trabajos por ejecutar. La auscultación se realiza con equipos de tecnología reciente de alto rendimiento (que funciona a velocidades de operación) para obtener diversa información sobre las condiciones de servicio y estructurales de los pavimentos.

- **Evaluación.** La evaluación de un pavimento se aplica a un tramo específico de una carretera y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio, de capacidad estructural y de calidad de materiales, mediante equipo especializado y diversos procedimientos, a fin de determinar su estado de servicio o de funcionamiento.

- **Estudios.** El análisis de la información obtenida en la evaluación de un pavimento se realiza mediante la aplicación de criterios y métodos de diseño, considerando además otros aspectos como el nivel de tránsito prevaleciente y las condiciones de drenaje y climáticas del lugar, a efecto de revisar su vida remanente y definir diversas opciones de rehabilitación o de reconstrucción, que permitan lograr un nuevo periodo de vida útil, con un mejor nivel de servicio y de seguridad, para finalmente seleccionar la que resulte más conveniente, considerando su costo-beneficio.

- **Dictamen Técnico.** Cuando sólo se requiere mejorar las condiciones de la superficie de rodadura de un tramo específico de una carretera, para resolver fallas de tipo funcional, se formula un Dictamen Técnico, aplicando estudios específicos orientados a confirmar que el origen de las fallas sólo afecta a la superficie de rodadura.

- **Conservación preventiva y correctiva.**

    1. Prever el programa bimestral inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente.



2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.

3. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y reparar aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección.

4. Inspeccionar los sitios y señales con problemas.

5. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria.

6. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

- **Conservación rutinaria**

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

a) Reforestación
b) Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
c) Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.

2. Realizar inspecciones bimestrales cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

a) Señales de tipo normal
b) Obras de drenaje
c) Obras complementarias de drenaje
d) Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
e) Retiro o censura de propaganda no autorizada
f) Limpieza de cunetas
g) Daños en el camino por efecto de accidentes
h) Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
i) Pintura en general

3.- Reposición de señales

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



4.- Mantenimiento general del área de rodamiento

Se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, reposición de concreto, pintura, etc.

Este mantenimiento se efectúa periódicamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento constante en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del camino y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil del Proyecto.

- **Mantenimiento Preventivo. -** Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento.

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

El Proyecto no se abandonará, toda vez que se trata de un camino con uso continuo y que comunica a distintas localidades.

5.- Programa de mantenimiento para infraestructura turística de bajo impacto

El mantenimiento es el conjunto de acciones dirigidas a conservar, preservar o mejorar la infraestructura e instalaciones de la edificación. Debe realizarse ajustado a un estricto control de tiempo y costos y de esa manera racionalizar los recursos. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en todo proyecto debe de comenzar por la creación de una conciencia de la empresa y asumir que debe corresponder a una actividad continua.

Para implementar el programa se comienza por conocer qué se va a mantener, cómo se va a hacer y cuándo o cuál es la oportunidad más propicia para hacerlo. Para facilitar estas respuestas, se entregan a continuación algunas recomendaciones prácticas que tienen relación con el tema.

Calendarización de las actividades de mantenimiento. Como pauta general de referencia, las guías de mantenimiento señalarán la frecuencia de los trabajos a ser efectuados. Las características particulares de cada obra, maquinaria, infraestructura y/o servicio permitirán establecer las bases para elaborar un programa que evite el deterioro de los componentes el que debe ser asumido como costumbre diaria por parte del personal de mantenimiento del proyecto. Por ello debe realizarse un planteamiento integral del mantenimiento preventivo no sólo atender los conceptos básicos que lo integran, sino también aquellas otras actividades que son necesarias para complementarlas. El plan ya sea anual, mensual, semanal o diario debe garantizar la prolongación de la vida de la infraestructura e instalaciones y obviamente, la atención a tiempo de cualquier posible problema.

Dado que se trata de un proyecto enfocado al giro turístico, las actividades de mantenimiento a las instalaciones, infraestructura y edificaciones, deberá siempre de ser preventivo, con la periodicidad

que se determine como necesario. De igual manera la maquinaria y el equipo durante las etapas de ejecución del proyecto.

2.15.4 Etapa de Abandono.

Debido a la naturaleza del Proyecto resulta difícil contemplar la posibilidad del desmantelamiento y abandono de este tipo de obras, toda vez que son parte de los activos del país. En estos casos lo más probable es que este tipo de proyectos sean considerados después de un cierto periodo de vida útil como susceptibles de ampliación y modernización, pero nunca del desmantelamiento y abandono.

Las únicas acciones de desmantelamiento corresponden retirar las instalaciones temporales como son: los sanitarios portátiles, almacén temporal, oficinas móviles y retirar los contenedores de residuos, maquinaria y personal de obra. Cabe señalar que en cualquier caso las empresas constructoras deberán realizar una limpieza de las superficies ocupadas por cualquier obra provisional y realizar una restauración de estas superficies de acuerdo con los programas señalados en este documento.

2.15.5 Requerimiento de personal, maquinaria y herramientas

A continuación, se enlista el personal y maquinaria más representativa estimada para la ejecución de la obra, tomando en cuenta las experiencias en Proyectos similares.

Personal: El personal que se estimó para el Proyecto durante las diversas etapas de su desarrollo fue determinado en función de los frentes de trabajo; basándose primeramente en el personal clasificado como mano de obra no calificada. Este se contrató en las localidades y/o pueblos cercanos con dos objetivos primordiales: de generar empleo en la zona y con ello repercutir en un incremento en la economía local y segundo que las personas contratadas no tengan que transportarse en largos viajes para llegar a su trabajo.

Tabla 2.15. Requerimiento estimado de mano de obra para el Proyecto en sus distintas etapas

Etapa	Tipo de mano de obra	Trabajadores
Preparación	No Calificada	5
	Calificada	9
Construcción	No Calificada	8
	Calificada	29
Operación y Mantenimiento	No Calificada	2
	Calificada	6

Tabla 2.16. Personal de obra (etapa de preparación y construcción)

Actividad	Número de personal
Residente de obra	1
Supervisor de obra	1
Personal administrativo	2
Operador de maquinaria	11
Operador de pipas	4

Actividad	Número de personal
Operador de volteos	3
Personal de construcción	15
Supervisor ambiental	2
Especialista de flora	2
Especialista de fauna	2
Auxiliares (generales)	8
Total	**51**

En la etapa de operación y mantenimiento las actividades las realizaran cuadrillas de 8 personas aproximadamente.

Maquinaria y equipo: Se requiere de la siguiente maquinaria:

Tabla 2.17. Principales equipos y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del Proyecto

Maquinaria o Vehículo	Etapa	Unidades	Tiempo en la obra (meses)	Horas de trabajo	Combustible
Camioneta Pick Up	Preparación y construcción	2	12	8	Gasolina
Camión de volteo	Preparación y construcción	3	12	8	Diesel
Tractor	Preparación y construcción	1	12	8	Diesel
Cargador frontal	Preparación y construcción	1	12	8	Diesel
Moto-conformada	Preparación y construcción	1	12	8	Diesel
Compactador	Preparación y construcción	2	12	8	Diesel
Camión Pipa	Preparación y construcción	4	12	8	Diesel
Petrolizadora	Construcción	2	12	8	Diesel
Asfaltadora	Construcción	2	12	8	Diesel
Total		**18**			

2.16 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

En este apartado se presenta un estimado del total de las emisiones a la atmosfera que se realizarán, as{i como los volúmenes potenciales de generación de residuos sólidos y líquidos

2.16.1 Generación y Manejo de Residuos en las Etapas de Preparación del Sitio y Construcción

En la etapa de Preparación del Proyecto, se generaron residuos de origen vegetal (residuos de manejo especial) constituidos principalmente por tocones, arbustos y restos del desmonte. Luego de trazado el camino, se cortan los árboles en una faja al costado del camino anterior. Solo se retiraron aquellos árboles que interfirieron con el trazo del camino, **respetando en la medida de lo posible la vegetación.** Los residuos orgánicos producto del desmonte se donaron a la población más cercana y/o a los dueños de los terrenos aledaños con el objeto de que los aprovechen; mientras que los residuos producto del despalme que conserven características adecuadas se ocupó en

etapas posteriores de la construcción de la obra para las obras de prevención, mitigación y/o compensación, así como, para y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico que estarán diseñadas para el mejoramiento del suelo y reforestación.

También se generaron residuos sólidos urbanos, los cuales fueron separados y dispuestos en contenedores tapados en los distintos frentes de trabajo para ser recolectados y transportados para su tratamiento final por una empresa autorizada y especializada para este tipo de residuos. Los residuos líquidos, fueron provenientes de las aguas sanitarias de los sanitarios portátiles; la empresa encargada y autorizada para proveer el servicio fue la encargada de la limpieza de estos y la recolección y tratamiento de las aguas residuales fuera del sitio del Proyecto.

En la etapa de Construcción del Proyecto, la generación de residuos sólidos se conforma por residuos peligrosos, no peligrosos (sólidos urbanos), de manejo especial y aguas sanitarias. Dentro de los primeros se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de los vehículos, maquinaria y equipo; como estopas, latas de aceite, filtros de aceite, envases de hidrocarburos y limpiadores entre otros, fueron separados de acuerdo a su naturaleza y depositados en contenedores y sitios adecuados para este fin, siguiendo con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que 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.

Los residuos sólidos no peligrosos (sólidos urbanos) son generados por la actividad cotidiana de los trabajadores, dentro de los cuales se incluyen desechos de comida, papeles, botellas de plástico, entre otros. Es común encontrar este tipo de desechos en los frentes de trabajo.

El manejo de residuos peligrosos fue llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por la SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, los cuales cumplen con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje además cuentan con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedo inscrito en la Bitácora de Generación de residuos peligrosos e incluida en el Programa de Vigilancia Ambiental a cargo del Supervisor Ambiental.

Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contó con un área de almacenamiento temporal, la cual fue destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplió con las siguientes indicaciones de la NOM-054- SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Este conto con lo siguiente:

a) Tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.

b) Contar con los compartimientos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad.

c) Estar techada con material no flamable, contar con equipo contra incendios y plataformas para la descarga de envases y embalajes.

d) En el área de almacenamiento temporal no se deberán depositar residuos peligrosos a granel.

El área de almacenamiento tenía señalamientos en los cuales se indique el tipo de desecho, los cuales no fueron mezclados entre desechos incompatibles. De acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla de incompatibilidad.

Tabla 2.18. Incompatibilidad de Residuos

No.	Reactividad del grupo								
2	Ácidos minerales oxidantes.	2							
10	Cáusticos.	HF	10						
23	Materiales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras, etc.	HF gt	-	23					
28	Hidrocarburos asfalticos no saturados.	HF	-	-	28				
29	Hidrocarburos asfalticos saturados.	HF	-	-	-	29			
101	Materiales combustibles e inflamables.	HF gt	-	-	-	-	101		
106	Agua y mezclas conteniendo agua.	H	-	S	-	-	-	-	106

Fuente: Tomado del Anexo 2 de la NOM-054-SEMARNAT-1993

Tabla 2.19. Reactividad entre residuos generados en la construcción del Proyecto.

No.	Reactividad del grupo	Tipo de Producto
2	Ácidos minerales oxidantes.	Ácido sulfúrico.
10	Cáusticos.	Hidróxido de sodio.
23	Materiales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras, etc.	Cobre, fierro, plomo.
28	Hidrocarburos asfalticos no saturados.	Butano, octano.
29	Hidrocarburos asfalticos saturados.	Acetileno.
101	Materiales combustibles e inflamables.	Asfalto, thinner, gasolina, papel, diésel, celulosa.
106	Agua y mezclas conteniendo agua.	Agua y mezclas que contienen agua.

El complemento de las tablas anteriores que indican el código de reactividad las consecuencias de la reacción se muestran la siguiente tabla:

Tabla 2.20. Código de reactividad.

Código de reactividad	Consecuencias de la reacción
H	Genera calor por la reacción química
F	Produce fuego por reacciones exotérmicas y por ignición de mezclas o de productos de la reacción.
G	Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados.
Gt	Genera gases tóxicos
E	Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción.
P	Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables.
S	Solubilización de metales y compuestos metales tóxicos.
D	Produce reacción desconocida. Sin embargo, debe considerarse como incompatible la mezcla de los residuos correspondientes a este código, hasta que se determine la reacción especifica.



Los residuos de Manejo especial provinieron de los restantes o sobrantes de las actividades de construcción, como cemento, pavimento hidráulico, pavimento etc., estos fueron almacenados y entregados a una empresa autorizada y especializada para la recolección, transporte y disposición final.

El general el manejo de todos los residuos (incluye a los sólidos urbanos, los de manejo especial y los residuos peligrosos) generados en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, fue llevada a cabo de forma integral, desde las fuentes de generación hasta su adecuada disposición final, mediante la realización de las siguientes actividades:

Minimización: se considerará el uso adecuado y consciente de materiales e insumos para generar la menor cantidad posible de residuos. Se promovió su reusó (en residuos como cartón, madera, varillas, etc.) en actividades u obras que así lo permitan, además de reducir su tamaño al momento de colocarlos en los contenedores o áreas destinadas.

Separación o segregación de residuos: Se instalaron contenedores señalizados por tipo de residuo en áreas comunes en los frentes de trabajo, con capacidad aproximada de 200 litros, dichos contenedores fueron herméticos y contaban con su respectiva tapa para evitar su dispersión y la generación de fauna nociva.

Almacenamiento temporal: para lo cual se hizo uso de contenedores, asimismo, se destinaron áreas de almacenaje temporal que cumplirán con las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Para el caso de materiales residuales térreos o producto de los desmontes, este se almacenará de forma temporal en superficies protegidas dentro del Proyecto señalizadas y previamente establecidas en cada frente de trabajo para evitar su dispersión.

Transporte y disposición final: se contrató empresas especializadas que cuenten con las autorizaciones por la SEMARNAT para la disposición final adecuada de todos los residuos que se generen por las obras y actividades del Proyecto. Se llevo bitácoras de registro de las cantidades y tipos de residuos generados. Además de que en el expediente ambiental del Proyecto se integró los contratos y manifiestos relacionados a la contratación de empresas y a las cantidades, manejo y disposición final de los residuos entregados.

Residuos líquidos: Las aguas residuales que se generaron en el Proyecto fueron a partir de los servicios sanitarios por parte de los trabajadores, las cuales estaban formadas por aguas de tipo doméstico, para lo que, se contrató el servicio de letrinas portátiles o sanitarios móviles, que serán ubicaron a lo largo del tramo carretero y en sitios estratégicos en cada frente de trabajo, asignándose una por cada quince trabajadores. El mantenimiento adecuado de dichos sanitarios estuvo a cargo de las empresas contratistas y se verifico constantemente que no presenten fugas.

2.16.2 Generación y Manejo de Residuos en la Etapa de Operación y Mantenimiento

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto se llevarán a cabo básicamente actividades de mantenimiento como bacheo, reparación de carpeta de rodamiento, poda de árboles y arbustos e inspección y limpieza de obras de drenaje derivado de estas actividades se espera la

generación de residuos sólidos como residuos de asfalto, de agregados pétreos, algunas estopas y basura doméstica convencional., éstos residuos no se generarán en gran volumen sin embargo su recolección y disposición estarán sujetas a lo indicado por la LGPGIR y en los reglamentos locales en esta materia.

2.16.3 Generación de gases efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria utilizados en la obra y que operan a base de gasolina y diésel. Estas emisiones estarán compuestas principalmente de monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y restos de hidrocarburos no quemados. Las emisiones a la atmósfera fueron reducidas mediante el mantenimiento en óptimas condiciones de la maquinaria y equipo utilizado, dando cumplimiento a las normas ambientales que apliquen.

2.16.3.1 Estimación de GEI por etapa del Proyecto

Con base en el tipo y número de unidades de maquinaria a utilizadas durante las etapas del Proyecto es que puede estimarse un volumen de gases de efecto invernadero, se tomó en cuenta otros factores como la edad de los equipos, el horario de trabajo y la calidad del mantenimiento a los motores.

Etapa de Preparación del Sitio

Durante esta etapa se utilizaron principalmente camionetas y volteos para el traslado de los insumos de construcción y maquinaria para el retiro de la vegetación.

Etapa de Construcción

Durante esta etapa se utilizaron principalmente camionetas tipo Pick up, camiones de volteo, tractor, cargador frontal, Moto-conformadoras, Compactador, petrolizadoras, asfaltadoras y pipas para riego (entre otras de requerirse).

Etapa de Operación y Mantenimiento

De acuerdo con la clasificación de carreteras establecida en la norma de servicios técnicos de Proyectos Geométricos de Carreteras de la SCT el Transito Diario Promedio Anual (TDPA) máximo que se considera para el Proyecto será de entre 100 y 1,500 vehículos aproximadamente.

Tabla 2.21. Clasificación de carreteras

Carretera tipo	Transito diario Promedio Anual (TDPA)
A4	de 5 mil a 20 mil Vehículos
A2	de 3 mil a 5 mil Vehículos
B	de 1,500 a 3 mil Vehículos
C	de 500 a 1,500 Vehículos
D	de 100 a 500 Vehículos
E	de hasta 100 Vehículos

Para las labores de mantenimiento se prevé que se realice por medio de 1 cuadrilla de 8 personas y la utilización de una camioneta tipo Pick Up.

2.16.3.2 Descripción de GEI que se generarán, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

La importancia de estudiar las emisiones de GEI generadas por el transporte se da a partir de la preocupación mundial por reducir este tipo de emisiones, debido al gran impacto que el calentamiento global, como efecto del cambio climático, está teniendo en el medio ambiente, en los diferentes sectores y para la población.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de México de 1999, la mayor parte de las emisiones antropogénicas excluyendo las emisiones que emanan de fuentes naturales

provienen de: Vehículos automotores, que ocupan el primer sitio en cuanto a emisiones de NOx y CO, así como, el segundo lugar en emisiones de COV. Plantas de generación de electricidad, que emiten la mayoría de las emisiones de SOx y se ubican en segundo sitio en emisiones de NOx, después de las fuentes móviles.

En ese mismo contexto y derivado del análisis de las emisiones por contaminantes se tiene lo siguiente.

- Las fuentes de emisión de NOx, más representativas después de los vehículos automotores son las fuentes móviles que no circulan por carreteras (maquinaria de construcción) y las plantas de generación de energía eléctrica.

- Las emisiones de SOx están fuertemente determinadas por procesos de manufactura y otros procesos industriales, las refinerías de petróleo y otros combustibles fósiles, también por el consumo industrial de combustibles (fuente de área).

- En el caso de los COV, las fuentes que contribuyen de manera más significativa son el uso de solventes, los vehículos automotores, la distribución de combustibles (gasolina y gas LP) y otros usos de combustibles (principalmente combustión doméstica de leña).

- En cuanto al CO, más del 62% del total de emisiones proviene de los vehículos automotores, mientras que alrededor del 27% corresponde a otros usos de combustibles (fundamentalmente gas LP en el sector transporte).

- Para las emisiones de NH_3 son las actividades ganaderas, la aplicación de fertilizantes y la generación doméstica de amoniaco las responsables de la mayoría de las emisiones. Sólo una muy pequeña proporción de las emisiones de este contaminante proviene de los vehículos automotores.

Entre las estrategias propuestas para la reducción de los GEI se encuentra la renovación del parque vehicular de carga, la adopción de una normativa en materia de eficiencia vehicular, el uso de sistemas inteligentes de transporte en vías de comunicación terrestre; el transporte intermodal; transferencias de la carga al ferrocarril; construcción de libramientos carreteros, y mejora de la superficie de rodamiento en las carreteras entre otros, por lo tanto, este Proyecto ayudara a

contribuir con la disminución de GEI al ser una mejora en vías de comunicación y eficientizar el transporte y movilidad en el área.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, PROYECTO “CAMINO ARTESANAL “PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO, Q. ROO”.

CAPITULO III

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 3

3.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) 3
3.1.1 Programa Ecológico General del Territorio (POEGT) 3
3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y R Golfo de México y Mar Caribe 18
3.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA´AN., ... 34
3.1.4 Análisis de vinculación con el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Sian ka´an 40
3.1.5 ANP´s Estatales 62
3.1.6 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD 63

3.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 79

3.3 VINCULACIÓN CON PLANES DE DESARROLLO Y PROGRAMAS SECTORIALES 87
3.3.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 87
3.3.2 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 87
3.3.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 88
3.3.4 Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo (2023-2027) 89

3.4 LEGISLACIÓN FEDERAL 90
3.4.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 90
3.4.2 Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento 96
3.4.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. 97
3.4.4 Ley General de Vida Silvestre 99
3.4.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 100
3.4.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 104
3.4.7 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 107

3.5 Cumplimiento de las regulaciones en materia de vías de comunicación. 111
3.5.1 Ley de caminos, puentes y autotransporte federal. 111
3.5.2 Ley de vías generales de comunicación. 112
3.5.3 Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo 113

3.6 Tratados Internacionales 114
3.6.1 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) 114
3.6.2 Identificación de Impactos ambientales potenciales al Patrimonio Mundial 120

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

En el presente apartado se expone el marco jurídico de los tres órdenes de gobierno aplicables al Proyecto, el cual se localiza geográficamente en estado de Quintana Roo, en el municipio de Felipe Carrillo Puerto. La modernización del camino artesanal forma parte de los proyectos prioritarios del Gobierno de México y tiene como objetivos, el Impulsar el desarrollo socioeconómico, fomento de la inclusión social y la creación de empleo de la región, de los pueblos y comunidades originarias, así mismo promover y resguardar las culturas indígenas de la región, diversificando y fortaleciendo la industria turística en la región y en México.

El proyecto consiste en modernización del camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, el cual se encuentra inmersa en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado Quintana Roo, a su vez, localidades rurales y sitios turísticos en su trayectoria.

En este Capítulo se identifican, describen y vinculan los diferentes instrumentos normativos, de planeación y política ambiental de orden federal, regional, estatal y municipal; así como los ordenamientos jurídicos de regularización de uso de suelo vigentes, a partir de la ubicación geográfica y actividades particulares del proyecto descritas en el Capítulo 2 con la finalidad de establecer la congruencia de las actividades a realizar para la operación del proyecto y de garantizar que el desarrollo del mismo se realice de acuerdo con los lineamientos vigentes, lo que permitirá definir su viabilidad jurídica y normativa en materia ambiental.

3.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

3.1.1 Programa Ecológico General del Territorio (POEGT)

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE).

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, en cambio los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

El POEGT se realiza por medio de análisis de carácter bibliográfico y cartográfico, los cuales permiten conocer y evaluar las condiciones actuales del país. Después, con dicha información, se desarrollan escenarios futuros que consideran las actuales tendencias de uso del territorio y la degradación de los recursos naturales, para así proponer un modelo de ordenación del territorio nacional, el cual está sustentado en una regionalización ecológica.

Con fundamento en el Artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 31 de octubre de 2014), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización ecológica

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Las Áreas de Atención Prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo.

Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas.

Lineamientos y estrategias ecológicas

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

Por su parte, las estrategias ecológicas van dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos y fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la Administración Pública Federal y se implementaran a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso a los objetivos que asuman para dar cumplimiento a los objetivos del Programa; en este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias:

1. Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del Territorio.
2. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana, y las
3. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En tanto que los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

1. *Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.*
2. *Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.*
3. *Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación, sistemas de educación y salud.*
4. *Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.*
5. *Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.*
6. *Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.*
7. *Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.*
8. *Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.*
9. *Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.*
10. *Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.*



Figura 3.1. *Ubicación del Proyecto en el POEGT*

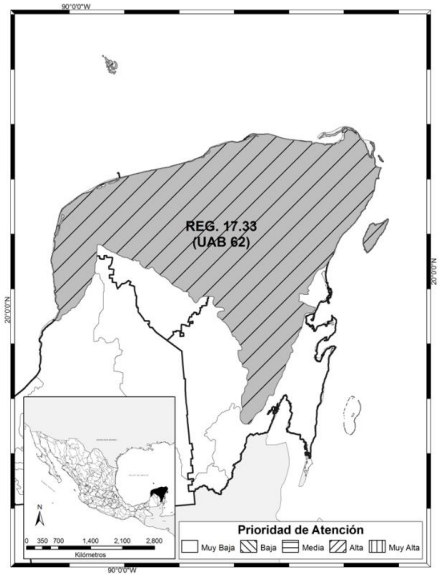


Fuente: *Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE). https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/*

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el sitio del proyecto se ubica dentro de la Unidad Ambiental Biofísica ***Número 62, denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo***, así mismo influye sobre la Unidad Ambiental Biofísica **Número 64 denominada Karst del sur de Quintana Roo.**

A continuación, se detallan las características de la Unidad Ambiental Biofísica 62 "**Karst de Yucatán y Quintana Roo**" donde incide el proyecto.

Tabla 3-1: Descripción de la Región Ecológica

REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33	
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo
Superficie	59,542.35 km^2
Población total	2,982,494 hab.
Población Indígena	Maya
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	 **<u>Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</u>** No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja.

REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33	
	Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Inestable a crítico.
Política Ambiental:	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.
Prioridad de Atención:	Alta.

La Unidad Ambiental Biofísica 62 "**Karst de Yucatán y Quintana Roo**", comprende lo siguiente:

Tabla 3-2: Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Derivado del análisis del POEGT, se presentan las siguientes Estrategias Ecológicas, aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica donde se encuentra el proyecto. El área donde se realizará la modernización del camino Puerta al Mar, queda sujeta a las siguientes estrategias:

Tabla 3-3: Estrategias de la UAB 62 (POEGT)

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Si bien la actividad principal del Proyecto no es la de conservación, esta corresponde a la

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
		modernización del camino artesanal camino artesanal "Puerta al Mar" e instalación de infraestructura turística de bajo impacto de bajo impacto (módulo de sanitarios, estacionamiento, habilitación de playa pública y mejoramiento del del faro existente), este mediante la aplicación de las medidas de mitigación y prevención, específicas contempla la conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad, entre las medidas más significativas que se plantean como parte del Proyecto, se refieren las siguientes. • Rescate y Reubicación de Flora • Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre • Conservación de Suelos y Agua • Reforestación • Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación • Estudios geofísicos • Estudios hidrológicos • Estudios topográficos • Estudios geohidrológicos. • Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental • Supervisión ambiental de la obra
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Dentro del Proyecto y como parte de las medidas de mitigación específicas se contempla, la implementación de los siguientes Programas Ambientales, que estarán enfocados a la recuperación de especies en riesgo: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.)
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto para la caracterización y diagnóstico del Sistema Ambiental, contempla como parte de este estudio el conocimiento y análisis de los

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
		ecosistemas y su biodiversidad por los que incide, asimismo las actividades de monitoreo quedarán contempladas dentro de los alcances de los principales Programas y Estudios Ambientales que contempla como parte del esquema de mitigación específico para revertir los posibles impactos ambientales.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a la ubicación, alcances y naturaleza del proyecto, se presenta vinculación de forma estricta con esta estrategia toda vez que no se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes ni recursos naturales, sin embargo, como parte del desarrollo del Proyecto, se aplicarán acciones y medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas ambientales que permitirán un desarrollo sustentable de las obras y acciones del Proyecto respecto a los recursos naturales y los componentes ambientales presentes en el sitio dados los alcances de protección y conservación que tienen dichas medidas.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El Proyecto no contempla actividades de modernización de infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, pues este se trata de una modernización de camino artesanal “Puerta al Mar” e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), por lo que esta estrategia no es vinculable con él.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an. Con lo anterior, el Proyecto muestra congruencia con la presente estrategia.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta actividad no es aplicable al Proyecto, es más bien una actividad que debe desarrollar y promover la Administración Pública.

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Dada la naturaleza del proyecto NO se pretende la realización de actividades que dañen significativamente al ecosistema, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para la protección de los ecosistemas presentes dentro del Proyecto, las cuales se enlistan en el presente documento.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	El proyecto trata de modernización de un camino que busca diversificar y consolidar la ruta turística en el sureste mexicano, principalmente en la localidad de Vigía Chico, incluyendo fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	Se coadyuvará a fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	Se coadyuvará a la mejora de la actividad turística de la zona donde se desarrollará el proyecto mediante la instalación de infraestructura óptima, y con la generación de empleos para la población local.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El Proyecto generará una importante derrama económica durante todas las etapas de este y hará que el municipio incruste sus mejoras urbanas, así como su dinámica y pueda recibir un mayor flujo de personas, negocios y mercancías
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
E) Desarrollo social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, el proyecto

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
	en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	generará condiciones para mejorar la calidad de vida al generar fuentes de empleo temporal.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Toda la propiedad de la tierra en el área de desarrollo del Proyecto es de carácter federal por lo que los derechos de la propiedad rural están asegurados.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto consiste en una vía general de comunicación relativa a la construcción de un camino, por lo cual esta Estrategia no aplica.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y	El proyecto dará cumplimiento de los criterios de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.



Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
	concertadas con la sociedad civil.	

Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 64 karst del Sur de Quintana Roo

La Unidad Ambiental Biofísica 64 tiene como Rectores del Desarrollo la Preservación de Flora y Fauna, así como el Turismo, y como Rectores Coadyuvantes del Desarrollo Forestal, así como la Agricultura como asociada del desarrollo, respetando el desarrollo de la ganadería, minería y de los Pueblos Indígenas. Se considera una política de Preservación, Protección y Aprovechamiento Sustentable con un nivel de atención Medio. Las estrategias de desarrollo son las 1 a 15Bis, 21 a 23, 28, 29, 36, 37 y de 42 a 44.

Tabla 3-4.- Identificación de la Unida Ambiental Biofísica.

Información Técnica de la UAB		
REGIÓN ECOLÓGICA: 6.33 Unidad Ambiental Biofísica que la comprende: 64 karst del Sur de Quintana Roo		
Localización: Parte sureste del estado de Quintana Roo, al límite con el Mar Caribe		
Superficie en km²: 9,729.2	**Población de UAB:** 207,496 habitantes.	**Prioridad de atención**: Media

A continuación, se presentan los Criterios o Estrategias sectoriales de la UAB 64, aplicable al proyecto.

Tabla 3-5.- Unidad Ambiental Biofísica aplicable al proyecto.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
64	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Forestal	Agricultura	Ganadería - Minería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

Vinculación del Proyecto con el POEGT.

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

Tabla 3-6.- Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 64.

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Si bien la actividad principal del Proyecto no es la de conservación, más bien corresponde La modernización del camino artesanal “Puerta al Mar” e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), este mediante la aplicación de las medidas de mitigación y prevención, específicas contempla la conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad, entre las medidas más significativas que se plantean como parte del Proyecto, se refieren las siguientes. • Rescate y Reubicación de Flora • Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre • Conservación de Suelos y Agua • Reforestación • Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación • Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental • Supervisión ambiental de la obra
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Dentro del Proyecto y como parte de las medidas de mitigación específicas que contempla el Proyecto, la implementación de los siguientes Programas Ambientales, estarán enfocados a la recuperación de especies en riesgo: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.)
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto para la caracterización y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional, contempla como parte de este estudio el conocimiento y análisis de los ecosistemas y su biodiversidad por los que incide, asimismo las actividades de monitoreo quedarán contempladas dentro de los alcances de

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		los principales Programas y Estudios Ambientales que contempla como parte del esquema de mitigación específico para revertir los posibles impactos ambientales.
B) Aprovechamiento sustentable	4.Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a la ubicación, alcances y naturaleza del proyecto, se presenta vinculación de forma estricta con esta estrategia toda vez que no se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes ni recursos naturales, sin embargo, como parte del desarrollo del Proyecto, se aplicarán acciones y medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas ambientales que permitirán un desarrollo sustentable de las obras y acciones del Proyecto respecto a los recursos naturales y los componentes ambientales presentes en el sitio dados los alcances de protección y conservación que tienen dichas medidas.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Ya que el Proyecto no contempla la realización de actividad agrícola y pecuaria alguna, pues este se trata de la modernización de un camino artesanal e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) esta estrategia no presenta vinculación de forma estricta con el mismo.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Ya que el Proyecto no contempla actividades de modernización de infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, pues este se trata de la modernización de un camino artesanal e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) esta estrategia no presenta vinculación de forma estricta con el mismo.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		Ka'an Con lo anterior, el Proyecto muestra congruencia con la presente estrategia.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta actividad no es aplicable al Proyecto, es más bien una actividad que debe desarrollar y promover la Administración Pública.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Dada la naturaleza del proyecto NO se pretende la realización de actividades que dañen significativamente al ecosistema, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para la protección de los ecosistemas presentes dentro del Proyecto, las cuales se enlistan en el presente documento.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto consiste en la modernización de una vía de comunicación e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), por lo cual la aplicación de esta estrategia no le es aplicable.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento del desarrollo económico y social de los recursos naturales no renovables, por lo que esta estrategia no se vincula.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Dicha estrategia No aplica. El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento minero. El material utilizada para la conformación de terraplén del camino será obtenido de bancos de materiales autorizados cercanos al proyecto.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	El proyecto trata de modernización de un camino que busca diversificar y consolidar la ruta turística en el sureste mexicano, principalmente en la localidad de Vigía Chico, incluyendo fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	El proyecto trata de modernización de un camino que busca diversificar y consolidar la ruta turística en el sureste mexicano, principalmente en la localidad de Vigía Chico, incluyendo fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	Se coadyuvará a la mejora de la actividad turística de la zona donde se desarrollará el proyecto mediante la instalación de infraestructura óptima, y con la generación de empleos para la población local.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Dicha estrategia No aplica. El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento hídrico
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
E) Desarrollo social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, el proyecto generará condiciones para mejorar la calidad de vida al generar fuentes de empleo temporal.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Toda la propiedad de la tierra en el área de desarrollo del Proyecto es de carácter federal por lo que los derechos de la propiedad rural están asegurados.

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto consiste en una vía general de comunicación relativa a la construcción de un camino, por lo cual esta Estrategia no aplica.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto dará cumplimiento de los criterios de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.

Derivado de lo descrito en las políticas aplicables, el Proyecto es acorde con la misma y se dará cumplimiento a cada una de ellas mediante la aplicación de medidas preventivas y de mitigación.

3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y R Golfo de México y Mar Caribe

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es el instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es un elemento integrador de políticas públicas que permite dar un marco coherente a las acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, proporciona protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

El POEMyRGMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Lineamientos presentes en el OEMyRGMyMC

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.

El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales. En el POEMyRGMyMC.

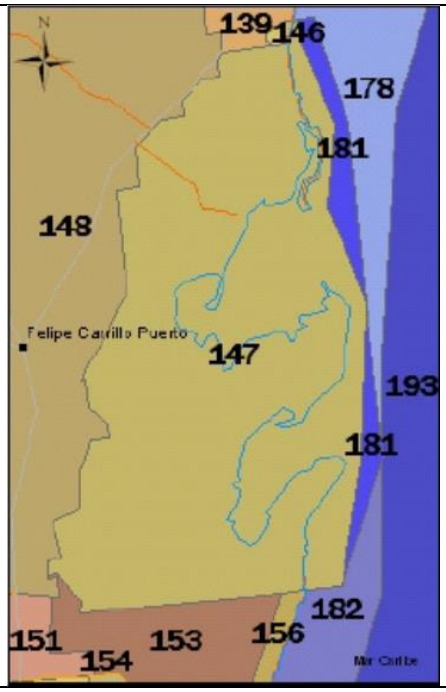
Derivado del análisis realizado en la plataforma SIGEIA, se obtuvo que el proyecto incide en la UGA 147 y 148, por lo cual a continuación se hace la descripción de los criterios contenidos en dichas UGA.



***Figura 3-3** Ubicación del proyecto con respecto al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe*

Tabla 3-7. UGA 147 Reserva de la Biosfera Sian Ka´an

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	**Mapa**
Nombre:	Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	345 Habitantes	
Superficie:	525, 072.084 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas.	

Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

Tabla 3-8. UGA 148 Felipe Carrillo Puerto

Tipo de UGA	Regional	**Mapa**
Nombre:	Felipe Carrillo Puerto	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	65, 349 Habitantes	
Superficie:	962, 576.245 Ha.	
Subregión:		
Islas:		
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:		

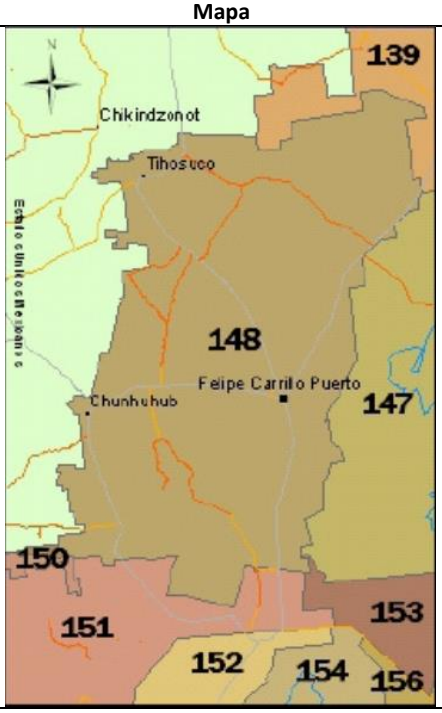


Tabla 3-9. Criterios UGA 148 Felipe Carrillo Puerto

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

Vinculación

Acción	**Descripción**	**Vinculación**
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Para la realización del proyecto en el área proyectada para CUSTF, se ha prohibido la utilización de agroquímicos, pesticidas o fuego para el retiro de la vegetación, la cual se deberá realizar únicamente con herramientas manuales y maquinaria.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Para la realización del proyecto en el área proyectada para CUSTF, se ha prohibido la utilización de agroquímicos, pesticidas o fuego para el retiro de la vegetación, la cual se deberá realizar únicamente con herramientas manuales y maquinaria.
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	Para la ejecución del ***programa de reforestación*** se contempla la utilización de abonos orgánicos, así como el suelo orgánico y vegetación triturada producto del desmonte y despalme
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se contempla la ejecución de un programa de conservación de suelo y agua, así como la incorporación de plantas de tratamiento, cuyas aguas grises se utilizarán en los servicios del camino así como en otros proyectos que la requieran
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** ambientales se fortalecerán los esfuerzos de conservación de las especies de tortuga marina que anidan en la zona

Acción	Descripción	Vinculación
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** ambientales se fortalecerán los esfuerzos de conservación de las especies de tortuga marina que anidan en la zona
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	La construcción del camino fortalecerá el ingreso de aportaciones económicas a las actividades de la Reserva, entre las cuales figura la protección de tortugas marinas, así mismo Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales*** se fortalecerán los esfuerzos de conservación de las especies de tortuga marina que anidan en la zona
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación propuestas se encuentra la aplicación de un ***Programa de Reforestación*** el cual estará enfocado a incorporar especies de la región, incrementando con esta la cobertura vegetal del área
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	La realización del proyecto contribuirá a mejor la eficacia en la vigilancia de las áreas vulnerables como son las dunas costeras, así mismo mediante la aplicación del ***programa educación ambiental y buenas prácticas ambientales***, se promoverá el conocimiento y fomentará el respecto y conservación de dichas áreas
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Dentro del ***Programa de vigilancia ambiental***, se establece la prohibición para la introducción de especies invasoras, con la aplicación de este y la infraestructura del camino se fortalecerán las actividades de vigilancia en varias zonas de la reserva

Acción	Descripción	Vinculación
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación propuestas se encuentra la aplicación de un ***Programa de Reforestación*** el cual estará enfocado a incorporar especies de la región, incrementando con esta la cobertura vegetal del área
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El diseño del proyecto no considera en ningún momento la intervención de las dunas costeras, en todo caso, se beneficiarán las actividades de monitoreo y vigilancia de las áreas vulnerables como son las dunas costeras
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Si bien el proyecto no conectará corredores biológicos, la utilización del mismo favorecerá los esfuerzos de conservación y vigilancia de los corredores existentes
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación propuestas se encuentra la aplicación de un ***Programa de Reforestación*** el cual estará enfocado a incorporar especies de la región, incrementando con esta la cobertura vegetal del área
A-018	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).	Las medidas de mitigación diseñadas para este estudio, a través del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y Programa de restauración de ecosistemas, se puntualiza que las especies para reubicar que serán nativas y de distribución natural dentro del sistema ambiental regional (SAR) y área del proyecto (AP), con mayor énfasis en aquellas con alguna categoría de riesgo nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III del 14 de noviembre de 2019) e internacionales (lista roja de la IUCN y apéndices de la Cites).
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley	Todos los programas propuestos dentro de la presente MIA-R, fueron elaborados de conformidad con las leyes y normas aplicables

Acción	Descripción	Vinculación
	General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Se llevarán a cabo el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** y equipo lo cual se registrará en bitácora, con la finalidad de evitar que el mal funcionamiento de esta genere ruido. Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, con la finalidad de mantener la seguridad y evitar efectos negativos de los trabajadores en las áreas donde se genere ruido. Se realizarán campañas de concientización dirigidas al personal de obra sobre el uso de equipo de protección personal. Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horario normal, se evitará hacer uso de ellos en horario nocturno. Todo vehículo, maquinaria y equipo de obra utilizarán silenciadores de acuerdo con las características de estos. Se cumplirá con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisión de ruido provenientes del escapa, se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria a partir de las horas trabajadas, así también como parte de las actividades del proyecto se realizará el monitoreo perimetral del ruido.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Se ejecutarán los ***Programas de conservación de suelos y manejo integral de los residuos****, con el* cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames a aguas costeras, así mismo mediante el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** se prevendrá el derrame accidental de aditivos o combustibles a las aguas superficiales.

Acción	Descripción	Vinculación
A-023	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.	Se ejecutarán el ***Programa de manejo integral de los residuos,*** *con el* cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames a aguas costeras, así mismo mediante el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** se prevendrá el derrame accidental de aditivos o combustibles a las aguas superficiales.
A-024	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.	Se llevarán a cabo el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** y equipo lo cual se registrará en bitácora, con la finalidad de evitar que el mal funcionamiento de esta genere ruido. Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, con la finalidad de mantener la seguridad y evitar efectos negativos de los trabajadores en las áreas donde se genere ruido. Se realizarán campañas de concientización dirigidas al personal de obra sobre el uso de equipo de protección personal. Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horario normal, se evitará hacer uso de ellos en horario nocturno. Todo vehículo, maquinaria y equipo de obra utilizarán silenciadores de acuerdo con las características de estos. Se cumplirá con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisión de ruido provenientes del escapa, se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria a partir de las horas trabajadas, así también como parte de las actividades del proyecto se realizará el monitoreo perimetral del ruido.
A-025	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.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo

Acción	Descripción	Vinculación
A-026	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.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie, por tanto, no se considera una modificación a los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa

Acción	Descripción	Vinculación
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie, por tanto, no se considera una modificación a los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	Con el fin de preservar las características naturales del medio, el proyecto se llevará a cabo sobre un camino ya existente de modo que se limitarán las afectaciones sólo a la zonas ya afectadas, en el caso de las obras complementarias del área de la estación de transferencia, estás fueron proyectadas de manera que afectaran la menor superficie de vegetación posible
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El diseño del proyecto no considera en ningún momento la intervención de las dunas costeras, en todo caso, se beneficiarán las actividades de monitoreo y vigilancia de las áreas vulnerables como son las dunas costeras
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Para la realización del proyecto en el área proyectada para CUSTF, se ha prohibido la utilización de agroquímicos o fuego para el retiro de la vegetación, la cual se deberá realizar únicamente con herramientas manuales y maquinaria.

Acción	Descripción	Vinculación
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales*** se fortalecerán los esfuerzos concientización a los pobladores de la región dando a conocer alternativas a las actividades de pesca extractiva
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	Con la construcción del camino se fortalecerán los esfuerzos de conservación y vigilancia dentro de la reserva, con esto evitar la pesca extractiva en áreas no permitidas
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	Con la construcción del camino se fortalecerán los esfuerzos de conservación y vigilancia dentro de la reserva, con esto evitar la pesca extractiva en áreas no permitidas
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales*** se fortalecerán los esfuerzos concientización a los pobladores de la región dando a conocer alternativas a las actividades de pesca extractiva
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Con la construcción del camino se fortalecerán los esfuerzos de conservación y vigilancia dentro de la reserva, con esto evitar la pesca extractiva en áreas no permitidas
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto corresponde a la rehabilitación y mantenimiento de un camino rural existente que interconecta la población de Felipe Carrillo Puerto con la playa de Vigía el Chico. Lo cual mejorará los tiempos de traslado de los pobladores y el comercio con la localidad de Punta Allen

Acción	Descripción	Vinculación
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El diseño del proyecto contempla la instalación de dos plantas de tratamiento, las cuales darán servicio a los visitantes y asistentes a la Reserva
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo y al agua
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo y al agua, en el cual se describe el manejo que se dará a los residuos que generen en cada una de las etapas del proyecto
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo y al agua
A-071	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.	La construcción del proyecto, el cual corresponde al mantenimiento y modernización de un camino ya existente, mejorará las condiciones de traslado y comunicación de los pobladores de Felipe Carrillo Puerto, así como se prevé incrementará la afluencia de turistas, tanto nacionales como extranjeros a la Reserva, así mismo mediante la aplicación de los programas específicos se promoverá la conservación y cuidado de los ecosistemas y especies presentes
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o	El proyecto promoverá la afluencia turística siempre bajo el marco de la sustentabilidad ambiental y social, en cumplimiento de los objetivos particulares de la reserva y la Convención del Patrimonio Mundial

Acción	Descripción	Vinculación
	internacionales, u otros mecanismos.	

Criterio	Acción	Vinculación
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).*	El Proyecto es vinculante, toda vez que, con la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, así como la Ejecución del Programa de Educación Ambiental, se evitarán dichas actividades ilícitas.
G009.-	*Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.*	El proyecto es vinculante con este criterio ya que plantea la conservación de la vegetación en las zonas aledañas para mantener la conectividad del ecosistema, así mismo, contempla reforestación en polígonos degradados.
G016.-	*Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.*	Es vinculante a través de la implementación del programa de Reforestación y Conservación de Suelos con el cual las estrategias de manejo y conservación de suelos y definir la metodología para la reforestación utilizando especies nativas y endémicas de la zona.
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 mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.*	El programa de Reforestación y Conservación de Suelos hace constatar la vinculación de este criterio con el proyecto puesto que tiene por objetivo establecer las estrategias de manejo y conservación de suelos y definir la metodología para la reforestación y disminuir la erosión en zonas susceptibles.
G026.-	*Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).*	El Proyecto es vinculante, toda vez que, con la ejecución de los Programas ambientales y platicas de concientización ambiental, se evitarán dichas actividades ilícitas. Así mismo el Programa de reforestación y conservación

Criterio	Acción	Vinculación
		de suelos recuperará aquellas zonas que actualmente se encuentren erosionadas.
G051.-	*Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.*	Es vinculante mediante la instrumentación del Programa de Manejo de Residuos sólidos que está contemplado durante el desarrollo del Proyecto.
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.*	El Proyecto contempla la remoción de vegetación forestal únicamente en una sección del área correspondiente al camino asfaltado, esta sección es la denominada estación de transferencia. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se ha minimizado la necesidad de remover vegetación únicamente a las superficies mencionadas en el capítulo 2, es importante resaltar que no se realizará retiro de vegetación nativa por ningún motivo dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, únicamente se retirarán elementos considerados como exóticos, tal es el caso de elementos correspondientes a la especie *Cocos nucífera*, que se eliminarán para dar paso al muelle en la zona de playa. La modernización se realizará sobre el trazo del camino existente de 5 a 6 metros de ancho, en las áreas de instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) se construirán en áreas degradas sin vegetación, sin embargo, el proyecto se alineará mediante la ejecución de medidas de mitigación, compensación y preventivas sobre aquellos impactos que pudiesen presentarse por la ejecución del proyecto
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.*	Con la ejecución del Programa de Residuos Sólidos, el proyecto realizará el manejo, almacenamiento, y disposición final de los tipos de residuos generados, se realizará

Criterio	Acción	Vinculación
		conforme a la normatividad vigente, por lo cual es vinculante con dicho criterio.
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.*	El proyecto es vinculante con este criterio toda vez que se prevé la construcción de alcantarillas en zonas donde haya flujos superficiales, con el objeto de no interferir en su curso.
A011.-	*Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.*	La aplicación del Programa de reforestación y de conservación de suelos, posibilitará la recuperación de zonas impactadas por las actividades antropogénicas o de manera natural, por tanto, es vinculante con el proyecto.

Tabla 3-10. Vinculación con los criterios aplicables UGA 147 y 148

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
IS -04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto contempla la construcción de un muelle andador, de tamaño pequeño, por lo cual se considera que no traerá efectos negativos sobre la estructura y función del ecosistema costero.
IS -06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Durante la construcción y operación del proyecto se realizarán platicas de concientización ambiental sobre la importancia de NO arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, así como, el NO aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales. Así mismo, durante la construcción quedará estrictamente prohibido verter o derramar alguna sustancia al mar.
IS -07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	Durante la operación del proyecto dentro de las actividades de ***programa de Educación Ambiental, Buenas Prácticas Ambientales***, se concientizará a los prestadores de servicios acuáticos sobre la importancia de respetar los reglamentos que la autoridad establece para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.
IS -08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de	Durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla.

	seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	
IS -11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	El proyecto no contempla llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas. Sin embargo, se obtendrán los permisos necesarios para llevar a cabo la construcción del proyecto, para cumplir con la normatividad ambiental vigente
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El proyecto no contempla el uso de especies no nativas o exóticas
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	No se afectará vegetación para la construcción de las obras de infraestructura turística, esta se instalará en áreas ya degradas y sin vegetación
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	El proyecto no se ejecutará en islas, sin embargo, se obtendrán los permisos necesarios para llevar a cabo la construcción del proyecto, para cumplir con la normatividad ambiental vigente
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	El proyecto no se ejecutará en islas, sin embargo, cumplirá con la normatividad ambiental vigente
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	El proyecto no trata sobre actividad pesquera. Por lo que este criterio no aplica.

3.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA´AN.,

Establece como políticas de ordenamiento las siguientes:

Que resulta fundamental que los desarrollos turísticos prevengan y mitiguen los posibles desequilibrios ecológicos que se presenten desde la etapa de construcción hasta la de su operación y en su caso abandono, de tal forma que se armonicen éstos con la protección y conservación de los recursos naturales.

Que el Ordenamiento Ecológico busca, precisamente, programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área.

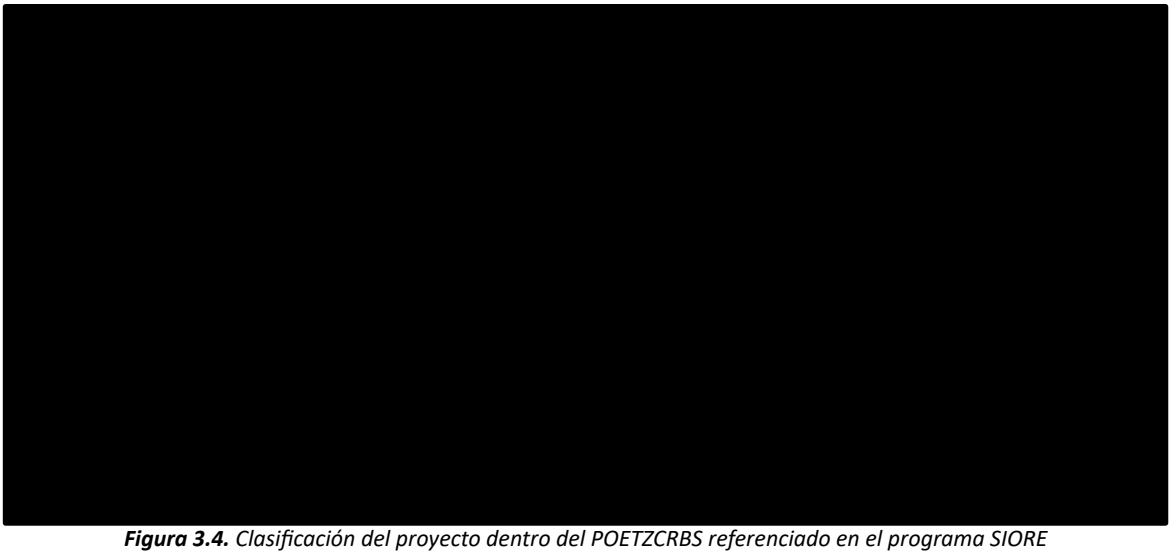


Figura 3.4. *Clasificación del proyecto dentro del POETZCRBS referenciado en el programa SIORE*



Figura 3.5. Acercamiento Clasificación del proyecto dentro del POETZCRBS referenciado en el programa SIORE

Fuente: *Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE). https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/*

Tabla 3-11. UGA M3 del Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera RB Sian Ka´an

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN

CLAVE UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	CRITERIOS
M3	Conservación	Conservación Actividades Marinas		Pesca, acuacultura, turismo	Industria, Minería, Agricultura	M 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16,18, 19,20,21,22,24,25,26,27,28,29,30,31, 32,34,37

Del análisis geoespacial se identificó que el Proyecto incide en el Área Natural Protegida de orden federal, Sian Ka' an.

Tabla 3-12. Reserva de la Biosfera Sian Ka´an

Categoría de Manejo:	Reserva de la Biosfera
Ubicación:	Estado: Quintana Roo Municipios: Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad, Bacalar
Región CONANP:	Península de Yucatán y Caribe Mexicano
Institución que Administra:	CONANP
Director de ANP:	Biól. Felipe Ángel Omar Ortíz Moreno
Superficie Total:	528,147.66 ha
Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: *Abarca: Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua	375,011.87 ha
Superficie Marina:	153,135.79 ha
Población Total Estimada:	634 hab.
Fecha de Decreto:	20/01/1986
Fecha de Recategorización:	07/06/2000
Programa de Manejo:	DOF 23/01/2015
Consejo Asesor:	Sí
Registro en SINAP:	Certificado Aviso DOF

Tabla 3-13. Vinculación con el Decreto de la RBSK

Articulo	Vinculación
ARTÍCULO ÚNICO. - Se da a conocer el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel (ahora Tulum) y Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo cuyo Resumen, que incluye el plano de localización de dicha Área Natural Protegida, se anexa al presente para que surta los efectos legales a que haya lugar. Dicho Programa de Manejo se encuentra a disposición para su consulta en las oficinas de la	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este decreto y al Programa de Manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables. Se realiza la vinculación con el Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.

Articulo	Vinculación
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ubicadas en Camino al Ajusco número 200, 3er. piso, colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, en la Ciudad de México, Distrito Federal, en las oficinas de la Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano, ubicadas en calle Venado números 71 y 73, Supermanzana 20, Manzana 18, código postal 77500, Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo, y en las oficinas de la Delegación Federal de la propia Secretaría en el Estado de Quintana Roo, ubicadas en Avenida Insurgentes número 445, colonia Magisterial, código postal 77039, Chetumal, Quintana Roo.	
ARTÍCULO PRIMERO. - Por ser de orden e interés público se declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie de 528,147-66-80 hectáreas, ubicadas en los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo, cuya descripción topográfica – analítica se especifica en el considerando penúltimo del presente Decreto. A esta área ecológica protegida se le identificará como “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an”.	El proyecto camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, consiste en la rehabilitación de un antiguo camino a Vigía Chico, ya en operación desde hace décadas, con el objetivo de lograr una mejoría significativa en los rubros de seguridad y capacidad vial para el transporte mercantil terrestre del municipio de Felipe Carrillo Puerto, hacia la localidad de Vigía Chico, así como las localidades asociadas el camino, se ubica dentro de zona de amortiguamiento que de acuerdo al PM de la RB estas incluyen áreas naturales poco alteradas y áreas modificadas por actividades humanas. Su principal objetivo es ofrecer un espacio de transición entre la Zona núcleo y las áreas aledañas a la Reserva, que actualmente tienen un uso de pesca de consumo doméstico, así como potencializar el Turismo de bajo impacto ambiental y urbano mediante la instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante).
ARTÍCULO TERCERO. - Dentro de la citada reserva, se establece una zona de amortiguamiento, con superficie de 248,443-66-80 hectáreas, para los fines que se precisan en este Decreto.	El proyecto no incide en zonas núcleo, se ubica dentro de zona de amortiguamiento. No se realizarán actos que lesionen la integridad de esta área ecológica protegida identificada como “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an” y se realizará la vinculación con el Decreto y se dará cumplimiento a lo que este señala.
ARTÍCULO CUARTO. - Quedan a disposición de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología los terrenos nacionales comprendidos en la “Reserva de	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este decreto y al Programa de Manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables. Se realiza la

Articulo	Vinculación
la Biósfera Sian Ka'an", no pudiendo dárseles otro destino que el especificado en este Decreto. Para la consecución de los objetivos que establece el presente Decreto, se creará una Comisión Intersecretarial presidida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en la que participarán las Dependencias de la Administración Pública Federal que en razón de su competencia deban intervenir a fin de aplicar una política integral a la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".	vinculación con el Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.
ARTÍCULO QUINTO. - La Administración, acondicionamiento, conservación, desarrollo y vigilancia de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" queda a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Esta dependencia, con la participación que corresponda a las demás del Ejecutivo Federal, propondrá la celebración de convenios y acuerdos de coordinación con los Gobiernos del Estado de Quintana Roo y de los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto y de concertación con los particulares interesados, para la consecución de los fines de este Decreto. En los referidos convenios se regularán todas aquellas materias que se estimen necesarias, convenientes o consecuentes con este Decreto, entre otras las que a continuación se puntualizan: La forma en que el Gobierno del Estado de Quintana Roo y de los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto participarán en la Administración de la Reserva; Congruencia de las políticas y los programas federales de ecología con los de los Estados y Municipios; La aplicación de recursos financieros para la administración de la reserva; Elaboración de un Programa Integral de Desarrollo para la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" y compromisos para su ejecución, y Propiciar un desarrollo agropecuario y turístico nacional en la zona de amortiguamiento.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este artículo, quedando de acuerdo y en total entendido que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología con la participación que corresponda a las demás instancias del Ejecutivo Federal, será la encargada de la Administración, acondicionamiento, conservación, desarrollo y vigilancia de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".
ARTÍCULO SÉPTIMO. - La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología no autorizará ni permitirá la ejecución de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".	El proyecto no incide en zonas núcleo, se ubica dentro de zona de amortiguamiento.
ARTÍCULO OCTAVO. - Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto que refiere a la modernización del Camino artesanal "Puerta al Mar" Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de

Articulo	Vinculación
	ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) los cuales se encuentran inmersos en zona de amortiguamiento, se presenta este documento que permita, analizar si el camino y las obras no causará desequilibrios ecológicos significativos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente.
ARTÍCULO NOVENO. - Las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal que por su competencia realicen acciones o ejerzan inversiones en el área de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an", lo harán en congruencia con los fines y propósitos de este Decreto y se abstendrán de realizar actos contrarios a su contenido. Por tanto, la Secretaría de Programación y Presupuesto no autorizará partida presupuestal alguna destinada a programas o actividades que contravengan el presente Decreto. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología verificará el cumplimiento de esta disposición.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto que refiere a la modernización del Camino artesanal "Puerta al Mar" Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) los cuales se encuentras inmersos en zona de amortiguamiento, se presenta este documento que permita, analizar si el camino y las obras no causarán desequilibrios ecológicos significativos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y que sea congruente con los fines y propósitos de este Decreto. De igual forma el promovente está en total entendido que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología verificará el cumplimiento de esta disposición.
ARTÍCULO DECIMOSEXTO. - Los ejidos y comunidades establecidos en la superficie que comprende la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" estarán obligados a la conservación y cuidado del área conforme las disposiciones que al efecto emita la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 154 de la Ley Federal de Reforma Agraria.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este decreto y al Programa de Manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables. Se realiza la vinculación con el Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.



Figura 3.6: Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas federales.

3.1.4 Análisis de vinculación con el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Sian ka´an

Mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986, se declaró como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios Tulum (antes Cozumel. El municipio de Tulum fue creado el 18 de mayo de 2008, quedando la poligonal de la Reserva de la Biosfera, comprendida dentro de éste) y Felipe Carrillo Puerto, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie de 528,147-66-80 hectáreas.

El 13 de diciembre de 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto que reformó, adicionó y derogó diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), cuyo artículo Séptimo Transitorio dispuso que la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, mediante acuerdo a publicarse en el mismo medio de difusión oficial, determinaría la categoría de área natural protegida que, conforme a lo dispuesto en dicho Decreto, correspondiera a las áreas o zonas que hayan sido establecidas con anterioridad a la entrada en vigor del mismo, con la finalidad de cumplir alguno o algunos de los propósitos establecidos en el artículo 45 de la LGEEPA, o cuya caracterización fuera análoga o similar a la descripción de alguna de las áreas naturales protegidas de competencia federal previstas en el artículo 46 de dicho ordenamiento.

En cumplimiento al Decreto señalado en el párrafo anterior mediante Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal, publicado en

el referido órgano de difusión oficial el 7 de junio de 2000, se determinó que la superficie hasta entonces denominada “Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an, declarada como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales, corresponde a la categoría de Reserva de la Biosfera, prevista en la LGEEPA, en virtud de sus características de biodiversidad, endemicidad, singularidad, extensión y grado de conservación, condiciones todas éstas acordes con las descritas en el artículo 48 de dicho ordenamiento legal.

La Reserva de la Biosfera Sian Ka’an, comprende porciones marinas y terrestres, entre las que sobresalen las zonas oceánicas someras y arrecifes coralinos; ocupa, además, una planicie calcárea parcialmente emergida que desciende gradualmente hacia el mar, formando un gradiente que va de sitios secos hasta inundables. En este gradiente se desarrollan selvas medianas, bajas e inundables, marismas y manglares. También existen lagunas de agua dulce y salobre, cenotes, petenes, cayos y ojos de agua. Todo ello conforma un intrincado sistema hidrológico con una notable diversidad de ambientes y, en consecuencia, de vida silvestre.

3.1.4.1 *Delimitación, extensión y ubicación de las subzonas*

Zonificación y subzonificación

La Reserva de la Biosfera Sian Ka’an está dividida en tres zonas núcleo y una zona de amortiguamiento que ordenan su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, y de su uso actual y potencial. La subzonificación que se establece en este Programa de Manejo ordena detalladamente dichas zonas núcleo y de amortiguamiento, en términos de lo dispuesto por los artículos 3, fracción XXXIX; 47 BIS fracción I, incisos a) y b); y fracción II, incisos a); c); e); f); g), y h); 62 y 63 de la LGEEPA.

- Zona Núcleo Muyil, con una superficie de 33,418-50-00 hectáreas y se ubica en la porción norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka’an.
- Zona Núcleo Cayo Culebras, con una superficie de 6,105-00-00 hectáreas constituidas primordialmente por zona marina y una pequeña porción de cayos.
- Zona Núcleo Uaimil, que es la mayor, con 240,180-50-00 hectáreas de superficie.

Las zonas núcleo de la Reserva se encuentran en buen estado de conservación, considerándose zonas prístinas y en las que las actividades humanas no han causado modificación a los ecosistemas presentes. No se localizan asentamientos humanos en estas zonas ni infraestructura y no se realizan actividades productivas dadas las características de los tipos de vegetación (selvas medianas subperennifolias y subcaducifolias, selvas bajas inundables, humedales, manglares, etc.), estas tres últimas restringen naturalmente la realización de actividades humanas en estas zonas.

Por lo que se refiere a la Zona de Amortiguamiento de la Reserva, el Artículo 47 BIS, fracción II de la LGEEPA establece que su función es orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo. Las subzonas que se establecen en este Programa de Manejo para la Zona de Amortiguamiento de la Reserva cumplen dicha finalidad y establecen el límite de cambio aceptable que puede darse mediante la realización de las actividades permitidas.

Zonas, subzonas y políticas de manejo

La subzonificación para el manejo de la Reserva es la siguiente:

- Zona Núcleo Muyil:

I. Subzona de Protección Muyil (SPr1). Abarca una superficie de 33,418.5000 hectáreas, constituida por un polígono.

- Zona Núcleo Cayo Culebras:

I. Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2). Abarca una superficie de 6,105.0000 hectáreas, constituida por un polígono.

- Zona Núcleo Uaimil:

I. Subzona de Protección Uaimil (SPr2). Abarca una superficie de 225,926.7310 hectáreas, constituida por un polígono.

II. Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1). Abarca una superficie de 14,253.7690 hectáreas, constituida por cuatro polígonos.

- Zona de Amortiguamiento

I. Subzona de Preservación Tzigual (SP1). Abarca una superficie de 22,476.0971 hectáreas, constituida por un polígono.

II. Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayo Culebras, Lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2). Abarca una superficie Total de 12,671.0169 hectáreas, constituida por siete polígonos.

III. Subzona de Preservación El Río (SP3). Abarca una superficie de 7,757.6637 hectáreas, constituida por un polígono.

IV. Subzona de Preservación Xamach (SP4). Abarca una superficie de 979.3170 hectáreas, constituida por 10 polígonos.

V. Subzona de Preservación Marina Yuyum-Mario Lara, Moox Kaanab y Tantaman (SP5). Abarca una superficie de 10,011.0219 hectáreas, constituida por tres polígonos.

VI. Subzona de Preservación Refugios Pesqueros (SP6). Abarca una superficie de 1,032.1984 hectáreas, constituida por ocho polígonos.

VII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM1), (SASM2), (SASM3). Constituida por diez polígonos marinos con una superficie total de 123,143.1804 hectáreas.



VIII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono.

IX. Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1). Constituida por un polígono con una superficie total de 2,158.0602 hectáreas.

X. Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2) - Mosquitero (SUP3), abarca una superficie total de 4,360.8986 hectáreas constituida por dos polígonos.

XI. Subzona de Asentamientos Humanos Colonias de Pescadores Javier Rojo Gómez y Punta Herrero (SAH). Abarca una superficie de 34.3812 hectáreas, constituida por dos polígonos.

XII. Subzona de Recuperación El Playón (SR). Abarca una superficie de 116.5249 hectáreas, constituida por un polígono.

Subzonas definidas para la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an:

XIII. Subzona de Preservación Costero-Marina. (SPCM) Abarca una superficie de 1,073.3907 hectáreas, comprende 17 polígonos.

XIV. Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC). Abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos.

XV. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAS-CMBP). Abarca una superficie de 22.7376 hectáreas, constituida por un polígono.

Específicamente para este proyecto corresponde a la VIII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). La cual se describe a continuación:
Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono. Esta subzona colinda al Norte con el límite de la Reserva y el ejido José María Pino Suárez, al Sur con Subzona de Protección Uaimil (SPr2), al Este con la Bahía de la Ascensión y al Oeste con el límite de la Reserva y los ejidos Tres Reyes y Felipe Carrillo Puerto. Incluye la zona conocida como Vigía Chico y la península de Vigía Grande. Se encuentra cubierta en su mayor parte por selvas medianas, bajas e inundables; humedales de agua dulce con vegetación de tasistales, sabanas, y mangle chaparro y de franja.

La diversidad de ecosistemas de esta subzona ha favorecido la enorme biodiversidad que se encuentra en ella, baste mencionar que en esta zona se distribuye una de las poblaciones de jaguar, tigre (Panthera onca) especie en peligro de extinción de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo, más importantes de la zona central del estado de Quintana Roo. La biodiversidad en los sistemas de cenotes y humedales de agua dulce reviste singular importancia por los procesos de ensamblaje ecológico que se desarrollan ahí. Sin embargo, esta zona es una de las más vulnerables

a los incendios forestales causados por el ingreso de personas que desarrollan actividades de pesca furtiva, cacería ilegal y extracción forestal no maderable ilegal.

La subzona incluye dos caminos de acceso a los sitios Vigía Chico y El Playón, este último es punto de acceso vía marítima a la colonia Javier Rojo Gómez (Punta Allen). El tránsito constante de vehículos conducidos a alta velocidad ha ocasionado la muerte por atropellamiento de una cantidad considerable de especies como: nauyaca (*Bothrops asper*), víboras de cascabel (*Crotalus sp*.), nauyaca nariz de cerdo yucateca (*Porthidium yucatanicum*) esta última especie sujeta a protección especial; boa, boa constrictor (Boa constrictor), iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*), especies en categoría de amenazadas, se ha reportado también el atropellamiento de mamíferos como: el oso hormiguero, brazo fuerte, tamandúa norteño (*Tamandua mexicana mexicana*), el mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari ringens*) especies en peligro de extinción, así como el mapache (*Procyon lotor*), el jabalí de collar (*Pecari tajacu*), tejones (*Nasua sp*.). Incluso se tiene el reporte de un tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) especie en peligro de extinción, atropellado en el camino que proviene de la caseta Chumpón. Algunas de las especies como se menciona su categoría de riesgo, que se han encontrado muertas por atropellamiento en estos caminos, y se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo, la principal causa de atropellamiento de fauna es el ingreso de vehículos de transportación turística (tipo todo terreno o jeeps) y particulares que son conducidos a velocidades que no permiten que los animales se oculten en la vegetación que se ubica al lado del camino. Por lo tanto, el regular la velocidad y frecuencia de paso de estos vehículos es indispensable para evitar el atropellamiento de fauna y la consecuente pérdida de biodiversidad de la Reserva.

Por las características anteriormente descritas, las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el artículo 47 BIS, fracción II, inciso c) de la LGEEPA, que dispone que las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales son aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable; y en donde se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y en correlación con lo previsto por los artículos Primero, Tercero, Cuarto, Décimo Segundo, Décimo Cuarto y Décimo Sexto del Decreto por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel (ahora Tulum) y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986, es que se determinan las actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1), las cuales se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 3-14. Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1)

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
1. Acuacultura1 2.Aprovechamiento forestal no maderable2 3. Colecta científica3 4. Colecta científica4 5. Desembarco 6. Educación ambiental 7. Establecimiento de UMA 8. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos 9. Instalación de infraestructura para el manejo y administración del área 10. Investigación científica 11. Monitoreo del ambiente 12. Pesca de fomento 13. Turismo de bajo impacto ambiental	1. Agricultura 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 3. Apertura de bancos de material 4. Apertura de nuevos senderos, brechas o caminos 5. Aprovechamiento forestal maderable 6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica 7. Ganadería 8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos 9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras5 10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras 11. Remover o extraer material mineral y arena 12. Turismo 13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua 14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar 15. Utilizar vehículos tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Así mismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de velocidad de los 40 kilómetros por hora
1 únicamente con especies nativas. 2 como extracción de látex o chicle del zapote o chicozapote (Manilkara zapota) y sólo podrá realizarse por las comunidades que habitaban la Reserva al momento de la expedición de su declaratoria o con su participación y bajo esquemas de aprovechamiento sustentables. 3 conforme a lo previsto por el artículo 2, fracción VI del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 4 conforme a lo previsto por el artículo 2, fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 5 conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del artículo 3o. de la Ley General de Vida Silvestre.	

Vinculación

Tabla 3-15. vinculación con el reglamento de la reserva

Actividades permitidas

1. Acuacultura1	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura
2.Aprovechamiento forestal no maderable2	El proyecto no contempla la realización de aprovechamientos forestales dentro y fuera de la reserva, se prevé la realización de un CUSTF en el área de la estación de maniobras para la instalación de las obras complementarias al proyecto
3. Colecta científica3	El proyecto no contempla la colecta científica, sin embargo, su operación facilitará el traslado de académicos que se encuentren realizando investigaciones en el área
4. Colecta científica4	El proyecto no contempla la colecta científica, sin embargo, su operación facilitará el traslado de académicos que se encuentren realizando investigaciones en el área
5. Desembarco	El proyecto contempla la instalación de un muelle andador el cual, por su tamaño, solo servirá para la utilización de
6. Educación ambiental	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
7. Establecimiento de UMA	El proyecto no considera la instalación ni tramitación de UMA´s
8. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad, promoviendo el conocimiento de las especies existentes con la utilización de medios audiovisuales

9. Instalación de infraestructura para el manejo y administración del área	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para mejorar el manejo, supervisión y administración de esta
10. Investigación científica	Si bien el proyecto no prevé la realización de investigación científica, la infraestructura del camino favorecerá a estas actividades dotando a los investigadores de una vía de acceso de calidad
11. Monitoreo del ambiente	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para mejorar el manejo, supervisión y administración de esta
12. Pesca de fomento	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
13. Turismo de bajo impacto ambiental	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el turismo de bajo impacto ambiental

Actividades no permitidas	
1. Agricultura	El proyecto no completa en ninguna de sus etapas la realización de actividades agrícolas, así mismo el proyecto servirá para dotar al personal de la Reserva de una vía que se utilizará para fortalecer la vigilancia al interior de la reserva
2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación al medio natural
3. Apertura de bancos de material	Todo el material pétreo necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de material autorizados y localizados fuera del área de la reserva, será dentro de los alcances del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** donde se verificará la legal procedencia del material pétreo a utilizar

4. Apertura de nuevos senderos, brechas o caminos	Por ningún motivo se abrirán caminos, brechas o senderos, para la realización del proyecto se sujetarán todas las actividades a la superficie del camino ya existente, así mismo mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental***, se vigilará el apego a esta regla y al diseño del proyecto descrita en el capítulo 2
5. Aprovechamiento forestal maderable	El proyecto no considera en ninguna de sus etapas el aprovechamiento forestal, será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** que se supervisará que ningún miembro del personal contratado realice este tipo de práctica, acción que se complementará con la aplicación del programa de educación ambiental y buenas prácticas
6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica	Dentro de los alcances de la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, queda estrictamente prohibida la cacería, colecta o extracción de los elementos naturales que se encuentren en el AP y SAR
7. Ganadería	El proyecto no completa en ninguna de sus etapas la realización de actividades pecuarias así mismo el proyecto servirá para dotar al personal de la Reserva de una vía que se utilizará para fortalecer la vigilancia al interior de la reserva
8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos	El proyecto ha sido diseñado de manera que no se interrumpan o desvíen los flujos hidrológicos, así mismo con la aplicación del ***programa de conservación de agua***, se verificará que no sean afectados cuerpos de agua superficiales o subterráneos
9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y Reforestación*** que se supervisará que todos los elementos forestales que se planten correspondan a especies nativas, evitando en todo momento la inclusión de especies invasoras o exóticas
10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que las actividades de pesca permitidas, donde quedará establecida la prohibición del procesamiento de los productos provenientes de la pesca
11. Remover o extraer material mineral y arena	Todo el material pétreo necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de material autorizados y localizados fuera del área de la reserva, será dentro de los alcances del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** donde se verificará la legal procedencia del material pétreo a utilizar

12. Turismo	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el **turismo de bajo impacto ambiental**
13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que no se utilicen redes o técnicas que afecten a las poblaciones y ecosistemas acuáticos
14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar	Sólo se permitirá el buce autónomo, durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla. Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
15. Utilizar vehículos tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Así mismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de velocidad de los 40 kilómetros por hora	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se vigilará que el tipo de vehículos que ingresen a la reserva sean sólo del tipo autorizado, así mismo se colocarán letreros donde se presente el límite de velocidad establecido de máximo 40 km/hora

Polígonos Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo (SASM3). Abarcan una extensión de 105 mil 610.7392 hectáreas, integrada por ocho polígonos; el primero comprende la Bahía de la Ascensión, limita al este con la Reserva y al oeste con la línea de costa y el límite de la Subzona de Protección Uaimil (SPr2), y al sur con la Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1), así como la Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayos Culebra, de Laguna Pájaros y Laguna Tres Marías (SP2) y comprende una superficie de 61 mil 110.5836 hectáreas.

El segundo polígono se ubica frente a la zona conocida como Punta Pájaros; limita al norte con la Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2) y al sur con la Subzona de Preservación Moox Kaanab (SP5) correspondiente a Punta Piedra al Norte, sin llegar a Punta Tambo; al sur desde Punta Loria hasta antes de Santa Rosa; al este con el límite de la Reserva y al oeste con la línea de costa y comprende una superficie de 3 mil 598.3021 hectáreas. Del quinto al décimo corresponden a la porción de la Bahía del Espíritu Santo; limitan al norte con la Subzona de Preservación Moox Kaanab (SP5); al sur hasta llegar a la punta X-Kanab Haltun con la Subzona de Preservación Tantaman (SP5); al este con el límite de la Reserva y al oeste con la Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1), así como de la Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayos Culebra, de lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2).

En ellos se albergan zonas de refugio y crianza de especies de importancia comercial y biológica, pastos marinos, manglares y ojos de agua; también se encuentra ahí una importante porción de barrera arrecifal, en esta subzona la diversidad de ecosistemas y la riqueza de recursos naturales ha

hecho que de manera histórica los recursos pesqueros hayan sido el sustento de varias generaciones de pescadores.

Las actividades pesqueras se deben realizar de manera que las poblaciones de organismos que son utilizadas se mantengan para las generaciones futuras, por lo que su aprovechamiento estará estrictamente regulado.

Por las características anteriormente descritas y las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el Artículo 47 BIS, fracción II, inciso c) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que dispone que las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales son aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable, y en donde se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y el manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para las y los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y en correlación con lo previsto por los Artículos Primero, Tercero, Cuarto, Décimo Segundo, Décimo Cuarto y Décimo Sexto del Decreto por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel (ahora Tulum) y Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986

Tabla 3-16. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos: Caapechén-Boca Paila (SASM1), Tampalam-Pulticub (SASM2) y Bahías de La Ascensión y del Espíritu Santo (SASM3)

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
1. Buceo autónomo y libre[1] 2. Colecta científica[2] 3. Educación ambiental 4. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos 5. Fondeo[3] 6. Investigación científica 7. Monitoreo del ambiente 8. Pesca comercial[4] 9. Pesca de consumo doméstico 10. Pesca de fomento 11. Pesca deportivo-recreativa 12. Tránsito de embarcaciones mayores 13. Turismo de bajo impacto ambiental	1. Achicamiento de sentinas 2. Acuacultura 3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 4. Anclarse, pararse, asirse o tocar los corales y arrecifes, y arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas, así como remover sedimentos del fondo marino 5. Construcción y ejecución de obra pública o privada 6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto adherido a la estructura arrecifal, incluyendo aquellos elementos depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
	7. Extraer minerales y arena 8. Extraer, mover, deteriorar o dañar las embarcaciones naufragadas o pecios, así como partes de las mismas u objetos que estén o hayan estado dentro de ellas 9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras 10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras 11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo colecta científica 12. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de fangos y limos en las aguas 13. Turismo 14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar 15. Utilizar almadraba, trampas de corazón, red de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón
1. Estas actividades deberán realizarse conforme a lo previsto en la fracción V de la Regla 49. 2. Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VI, del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 3. A más de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas. 4. Siempre que se cuente con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y con la autorización de la Semarnat. 5. Conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del Artículo 3°, de la Ley General de Vida Silvestre.	

Vinculación

ACTIVIDADES PERMITIDAS	Vinculación
1. Buceo autónomo y libre1	Sólo se permitirá el buceo autónomo, durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla. Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
2. Colecta científica2	El proyecto no contempla la colecta científica, sin embargo, su operación facilitará el traslado de académicos que se encuentren realizando investigaciones en el área

3. Educación ambiental	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
4. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad, promoviendo el conocimiento de las especies existentes con la utilización de medios audiovisuales
5. Fondeo3	Si bien el proyecto considera la instalación de un muelle andador, para embarcaciones pequeñas, el mismo no prevé actividades de fondeo si no, amarre de las embarcaciones al mismo, en caso de embarcaciones de mayor calado será a través de la aplicación del programa de ***educación ambiental y buenas prácticas,*** que se informará a los visitantes las áreas y rangos donde pueden fondear
6. Investigación científica	Si bien el proyecto no prevé la realización de investigación científica, la infraestructura del camino favorecerá a estas actividades dotando a los investigadores de una vía de acceso de calidad
7. Monitoreo del ambiente	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para mejorar el manejo, supervisión y administración de esta

8. Pesca comercial4	Sólo mediante métodos que no afecten el medio y siempre que se cuente con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y con la autorización de la SEMARNAT, será mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
9. Pesca de consumo doméstico	
10. Pesca de fomento	
11. Pesca deportivo-recreativa	
12. Tránsito de embarcaciones mayores	Si bien el proyecto no prevé el arribo de embarcaciones mayores, la naturaleza del mismo no interfiere con estas actividades.
13. Turismo de bajo impacto ambiental	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el turismo de bajo impacto ambiental

ACTIVIDADES NO PERMITIDAS	Vinculación

1. Achicamiento de sentinas	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará que no se de mantenimiento o eliminación de suciedad mediante el achique de sentinas a embarcaciones en la zona del muelle andador.
2. Acuacultura	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura
3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación al medio natural
4. Anclarse, pararse, asirse o tocar los corales y arrecifes, y arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas, así como remover sedimentos del fondo marino	Si bien el proyecto considera la instalación de un muelle andador, para embarcaciones pequeñas, el mismo no prevé actividades de fondeo si no, amarre de las embarcaciones al mismo, en caso de embarcaciones de mayor calado será a través de la aplicación del programa de ***educación ambiental y buenas prácticas,*** que se informará a los visitantes las áreas y rangos donde pueden fondear
5. Construcción y ejecución de obra pública o privada	El proyecto se realiza en función de dotar de una vía de comunicación segura y ágil tanto a los pobladores y turistas como a la vigilancia de la Reserva, así mismo la infraestructura que se realiza servirá para brindar mejores servicios al turismo de bajo impacto que ingrese a la reserva, siendo la administración de esta la única encargada de la gerencia de toda ella. De tal modo que la construcción del proyecto no se considera una obra del tipo público o privado.
6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto adherido a la estructura arrecifal, incluyendo aquellos elementos depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica	Dentro de los alcances de la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, queda estrictamente prohibida la cacería, colecta o extracción de los elementos naturales que se encuentren en el AP y SAR

7. Extraer minerales y arena	Todo el material pétreo necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de material autorizados y localizados fuera del área de la reserva, será dentro de los alcances del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** donde se verificará la legal procedencia del material pétreo a utilizar
8. Extraer, mover, deteriorar o dañar las embarcaciones naufragadas o pecios, así como partes de las mismas u objetos que estén o hayan estado dentro de ellas	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, de tal manera que este no comprometerá aguas superficiales, es mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, que se vigilará y procurará la nula afectación a los cuerpos de aguas superficiales, así como la no alteración de las embarcaciones naufragadas en la zona.
9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y Reforestación*** que se supervisará que todos los elementos forestales que se planten correspondan a especies nativas, evitando en todo momento la inclusión de especies invasoras o exóticas
10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que las actividades de pesca permitidas, donde quedará establecida la prohibición del procesamiento de los productos provenientes de la pesca
11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo colecta científica	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación al medio natural

12. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de fangos y limos en las aguas	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, de tal manera que este no comprometerá aguas superficiales o subterráneas, de tal manera que no se contempla la realización de dragados, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación a los cuerpos de aguas superficiales y sus lechos
13. Turismo	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el **turismo de bajo impacto ambiental**
14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar	Sólo se permitirá el buceo autónomo, durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla. Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
15. Utilizar almadraba, trampas de corazón, red de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que no se utilicen redes o técnicas que afecten a las poblaciones y ecosistemas acuáticos

Reglamento ANP

Regla 1. Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528 mil 147-66-80 hectáreas.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a todas las reglas aplicables al proyecto. Se realiza la vinculación con el Reglamento del Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.

Regla 2. La aplicación de las presentes Reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la CONANP, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a todas las reglas aplicables al proyecto. Se realiza la vinculación con el Reglamento del Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.
Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo Jeep® solo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de 10 minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora.	Durante la operación queda prohibida la utilización de vehículos todo terreno, así mismo se contará con la señalética e infraestructura del control velocidad necesaria para mantener la velocidad dentro de los límites permitidos
Regla 8. Las y los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.	Para dar cumplimiento a esta regla, se ha diseñado un **programa de manejo integral de los residuos**, dentro del cual se detallan los procesos a seguir para el correcto manejo de estos residuos, así mismo se señala que para la recolección de estos residuos se contratará a una empresa especializada y autorizada para brindar este servicio.
Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva, que requieran autorización, está obligada a presentarla cuantas veces le sea requerida en la Dirección de la Reserva y de la Profepa.	Las actividades que se realizarán requieren de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental emitida por SEMARNAT, la misma que se busca obtener por medio de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad Regional
Regla 10. En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico- recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e Pública Federal competentes, así como en situaciones de emergencia o contingencia ambiental, investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la Profepa y de otras dependencias de la Administración	Durante la operación queda prohibida la utilización de vehículos todo terreno, así mismo se contará con la señalética e infraestructura del control velocidad necesaria para mantener la velocidad dentro de los límites permitidos. Los vehículos que se dispondrán a renta serán sólo aquellos que autorice la dirección de la reserva para su utilización
Regla 11. En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos, excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.	Se dará cumplimiento a lo establecido en esta regla, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de **rescate y reubicación de Fauna**, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.

Regla 12. En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.	Para dar cumplimiento a esta regla, dentro del apartado de Buenas Prácticas ambientales dentro del programa de vigilancia ambiental anexo, se establece la prohibición del uso de fuego en todas las etapas del proyecto
Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.	Se dará cumplimento a esta regla mediante la aplicación del **programa de manejo integral de los residuos**, dentro del cual se describen el manejo particularizado para cada tipo de residuo que se pueda presentar dentro de las etapas del proyecto, así mismo se manifiesta que la recolección de los residuos que se generen, serán recolectados y tratados por empresas especializadas y autorizadas para prestar estos servicios.
Regla 14. En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.	La necesidad de pavimentar con concreto el camino de terracería existente deriva de la necesidad de dotar de un camino resistente y duradero tanto a la reserva como a la localidad de Felipe Carrillo Puerto capaz de soportar el peso para el transporte de personas y mercancías hasta el mar, lo cual brindará de una solución efectiva a la logística del trasporte de recursos entre Felipe Carrillo Puerto y punta Allen. Para lo cual, en vista de cumplir en lo mayor posible con esta regla, el diseño del camino se enfocó en conservar los flujos hidrológicos (ver anexo estudio hidrodinámico)
Regla 16. Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.	Si bien durante los trabajos de preparación y construcción del proyecto no se utilizarán aparatos de sonido, se generará ruido producto de los trabajos de la maquinaria, para lo cual se han establecido estrategias para reducir al máximo las emisiones de ruido, las cuales se pueden verificar en el **programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria**, en el cual se establecen los límites de ruido permisibles para la operación de la maquinaria y **las buenas prácticas ambientales**, donde se establecen los horarios y temporalidad de actividad de la maquinaria en campo.
Regla 18. Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización	Se dará cumplimiento a lo establecido en esta regla, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño, captura o destrucción de la vida silvestre. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de rescate y reubicación de Fauna, para garantizar los

	procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
Regla 25. Las edificaciones no excederán los dos niveles y los ocho metros de altura.	En cumplimiento a la presente regla, el diseño arquitectónico de las obras complementarias al proyecto principal (camino artesanal), las cuales son equipamiento turístico de bajo impacto se compone de estructuras de bajas y de un solo nivel.
Regla 34. Se requerirá autorización de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades:	Si bien el proyecto consiste de manera principal en el mantenimiento y la modernización del camino existente, contempla también la edificación de obras complementarias de giro turístico, sin embargo, la utilización y en su caso renta dependerá de la Dirección de la Reserva siendo esta la única administradora de esta infraestructura.
I. Actividades comerciales dentro de las Áreas Naturales Protegidas;	
II. Actividades turístico-recreativas dentro de las Áreas Naturales Protegidas, en todas sus modalidades, y	
III. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos, con fines comerciales en las Áreas Naturales Protegidas.	
Regla 37. Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas Unidades Administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables:	En cumplimento de la presente regla, el presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, con la que se busca obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental correspondiente a las actividades descritas en capítulo II de la misma.
V. Obras y actividades que requieren presentación de una manifestación de impacto ambiental, en todas sus modalidades;	
Regla 38. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades:	En cumplimiento a esta regla y en razón de que es necesaria la excavación de un pozo para el abastecimiento de agua potable para las secciones estación de distribución y playa, se realizarán todos los trámites necesarios para obtener la autorización para la excavación y aprovechamiento de las aguas subterráneas.
II. Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los Artículos 18, primer párrafo, y 42, fracción I, de la Ley de Aguas Nacionales.	
Regla 39. Se requerirá concesión del Ejecutivo Federal a través de la SEMARNAT para el uso, aprovechamiento o explotación de una superficie de playa o Zona Federal Marítimo Terrestre o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.	En cumplimiento a esta regla, mediante la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se busca obtener la autorización en materia de impacto ambiental para realizar las obras descritas en el capítulo II del mismo, donde entre ellas se encuentra la edificación de obras complementarias que quedarán a disposición de la Dirección de la Reserva, entre las cuales se encuentra una estación en la playa del Vigía el Chico, así como el sendero hacia el muelle.

Regla 40. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere en el presente capítulo, la o el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y para brindar transparencia y certeza jurídica a los particulares se podrá consultar el Registro Federal de Trámites y Servicios a cargo de la Secretaría de Economía, en la página www. cofemer.gob.mx.	En apego a esta regla se hace de manifiesto que, el promovente es consciente de todos los requisitos y obligaciones a seguir en relación a la obtención de prorrogas y autorizaciones
Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado deberá cumplir con los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana Nom-001- Semarnat-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales, la Norma Oficial Mexicana Nom-001-Conagua-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad- Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y solo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos	En cumplimiento a la presente regla, se hace de manifiesto que, no existirán descargas de aguas residuales al suelo natural, o aguas superficiales, toda vez que, durante las etapas de preparación y construcción se contratará el servicio de baños portátiles, del cual la empresa contratista será la encargada de recolectar los residuos sanitarios y transportarlos a una planta de tratamiento dentro del estado, así mismo durante la operación se dispondrá de dos plantas de tratamiento las cuales sanearán bajo los parámetros de la NOM-001-CONAGUA-2011 las aguas residuales sanitarias, dichas aguas se utilizarán en el riego de las áreas verdes dentro de las instalaciones de las obras complementarias al camino, mientras que el excedente será trasladado mediante pipas de gua a otros proyecto que la requieran.
Regla 74. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico de cuerpos de agua ubicados en las Zonas de Amortiguamiento de la Reserva requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la Norma Oficial Mexicana Nom-003-CNA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación acuíferos.	En cumplimiento a esta regla y en razón de que es necesaria la excavación de un pozo para el abastecimiento de agua potable para las secciones estación de distribución y playa, se realizarán todos los trámites necesarios para obtener la autorización para la excavación y aprovechamiento de las aguas subterráneas.
Regla 77. En la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM3) Bahías de la Ascensión polígonos 3 y 4, Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR 1) polígonos 1 y 2, y en la Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2) solo se podrán realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas, sin rebasar la capacidad de carga de 140 embarcaciones para las subzonas y los polígonos señalados.	Se dará cumplimiento a esta regla en todo momento

Regla 78. La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general requieren previo a su realización la autorización en materia de impacto ambiental a que hace referencia el Artículo 28, fracciones I y XI, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad a lo dispuesto en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	En cumplimento de la presente regla, el presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, con la que se busca obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental correspondiente a las actividades descritas en capítulo II de la misma.
Regla 81. Dentro de la Reserva queda expresamente prohibido	
I. Ejecutar de obras públicas o privadas dentro de las Zonas Núcleo.	En cumplimiento a la presente regla, todas las obras contempladas se ubican fuera de las zonas núcleo, particularmente dentro de las subzonas Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1) y Caapechén-Boca Paila (SASM1), Tampalam-Pulticub (SASM2) y Bahías de La Ascensión y del Espíritu Santo (SASM3).
II. Colectar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de las Zonas Núcleo.	No se realizarán actividades dentro de las zonas núcleo, así mismo el proyecto no contempla el cambio de uso de suelo, por tal motivo se promoverá en todo momento la no afectación de la flora silvestre nativa.
III. Cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las Zonas Núcleo.	Se dará cumplimiento a lo establecido en esta regla, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de **rescate y reubicación de Fauna**, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
IV. Cazar y capturar las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero.	
Regla 84. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA y sus reglamentos, así como en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal y demás disposiciones legales aplicables.	En cumplimiento a esta regla se hace de manifiesto que el promovente es consciente de todas las responsabilidades administrativas y legales adquiridas por el desarrollo del proyecto.

Por lo anteriormente expuesto, se afirma que el proyecto en comento es congruente y da cumplimiento a las disposiciones y restricciones que establece el Programa de Manejo de la RBSK, ya que no se realizaran actividades de agricultura, no se alterara o destruirá por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres, no se realizara la apertura de bancos de material, no se llevara a cabo aprovechamiento forestal maderable, no se realizara extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica, no se realizaran actividades de ganadería, ni se interrumpirá, dragará, rellenará, desecará o desviarán los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, no se introducirán ejemplares o poblaciones exóticas invasoras, no se limpiarán, procesarán o tirarán productos provenientes de actividades pesqueras, no se removerá o extraerá material mineral y arena, no se usarán cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua, usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar, no

se utilizarán vehículos tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Así mismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de velocidad de los 40 kilómetros por hora, y lo más importante no se llevará a cabo la apertura de nuevos senderos, brechas o caminos; ya que las actividades de rehabilitación y modernización se llevarán a cabo dentro del camino artesanal ya existente, así como, las instalaciones de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) se instalaran en áreas degradas sin vegetación.

Con esto se considera que él proyecto es acorde con los objetivos de protección de la zona pues su área de afectación es reducida y la modernización se realizará sobre el trazo del camino existente y en operación, así como las obras complementarias al mismo se realizara en áreas degradas sin vegetación además de que se definieron medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales eficaces y factibles de llevar a cabo.

3.1.5 ANP´s Estatales

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) estatales son áreas protegidas establecidas por los gobiernos estatales y municipales, además de las ANP federales. Estas áreas son reservorios de ecosistemas y biodiversidad, y son herramientas efectivas para conservar los ecosistemas, permitir la adaptación de la biodiversidad y enfrentar los efectos del cambio climático.



Figura 3.7: Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas estatales.

En cuanto a las ANP Estatales como se aprecia en la figura anterior, el proyecto no se encuentra inmerso en alguna de estas.

3.1.6 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD

3.1.6.1 *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves*

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

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997.

Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó una base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos de todas las áreas que fueron nominadas, se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en su sistema de información geográfica.

El Proyecto se encuentra ubicado dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves 179, Sian Ka’ an.

AICA 179 Categoría G – 2
SIAN KA’ AN
Jorge Correa Sandoval, Mauro Berlanga Cano, Carmen Pozo de la Tijera, Barbara Mckinnon y Alejandro De Alba Bocanegra.

Descripción

La reserva de la Biosfera de Sian Ka’ an se localiza en la parte oriental de la Península de Yucatán, en la costa del estado de Quintana Roo, muy cerca del poblado Carrillo Puerto. Tiene una superficie de 567, 755 ha y su rango altitudinal es del nivel del mar a 10 msnm. No existen ríos superficiales ya que el agua que recibe se filtra rápidamente. La vegetación de la zona es muy variada e incluye lagunas costeras y cayos. La reserva abarca alrededor de 23 sitios arqueológicos de las épocas clásica y postclásica de la cultura maya.

Vegetación: Selvas medianas en un gradiente hacia el mar pasando a selvas inundables, pantanos de agua dulce y salobre, lagunas costeras, cayos y petenes.

Amenazas: Huracanes, turismo y deforestación.

Uso de la tierra: Conservación y turismo.

Tenencia de la tierra: Privada y federal.

Justificación

La zona se considera Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO. Es de gran importancia para las aves de selva y acuáticas. Además existe otro tipo de fauna en el área como son *Felis concolor, Leopardus pardalis, Tapirus bairdii, Ateles geoffroyi y Chelonia mydas*.

El total de aves registradas es de 338 especies (López-Ornat, 1990; Correa, en prep.), de las cuales 63% son residentes, 22% de invierno, 11% transitorias, 3% ocasionales y 1% residentes de verano. Se considera una zona importante para llevar a cabo estudios sobre la dinámica de los humedales en buen estado de conservación. Una de las especies presentes en el área, *Agriocharis ocellata*, se considera casi amenazada a nivel global (Collar, et al. 1994) y *Sterna antillarum* en peligro de extinción según ICBP.

Algunas se incluyen en la NOM-ECOL-059 (Sedesol, 1994): *Mycteria americana, Geranospiza caerulescens, Jabirú mycteria, Penelope purpurascens y Egretta rufescens,* entre otras. Se considera G-2 por las siguientes especies endémicas de Mesoamérica: *Piranga roseogularis, Amazona xantholora, Cyanocorax yucatanicus, Nyctiphrynus yucatanicus, Agriocharis ocellata, Amazilia yucatanensis y Melanoptila glahnrostris*.

Acciones de Conservación
Se trata de una Reserva de la Biosfera con decreto del 20 de enero de 1986. Amigos de Sian Ka'an es una asociación civil cuyo fin es la protección del patrimonio natural de Quintana Roo, así como convertir el proyecto de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en un ejemplo de conservación y uso racional de recursos naturales en México, llevan a cabo proyectos de monitoreo y programas de desarrollo sustentable para las comunidades de la reserva. También personal de Ecosur, Unidad Chetumal, realizan investigación en el sitio (monitoreo de corales, murciélagos aves, pesquería de langostas).



Figura 3.8: Localización del Proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA´s).

Vinculación

En lo que corresponde a rehabilitación de caminos, en la descripción de la ficha de la AICA no se presenta mayor especificación. Evidentemente se puede ocasionar impactos considerables, especialmente cuando se trata de una zona de relieve complejo, se encuentran ecosistemas con variados grados de conservación y numerosas especies endémicas y de interés para la conservación. En el caso específico del proyecto, los motivos de preocupación no desaparecen, pero se disminuyen al considerar que se trata de la modernización del camino artesanal "Puerta al Mar" existente e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), que se construirán en áreas degradas sin vegetación, por lo cual se establecen las acciones y programas de mitigación y la comparación de escenarios ambientales regionales descritos dentro del presente documento, que permite establecer que es preferente el desarrollar el proyecto y ejecutar las medidas de mitigación.

Regiones Terrestres Prioritarias

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

De acuerdo a lo señalado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa

Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de este organismo, el cual se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Al respecto, la CONABIO ha identificado Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP, ámbitos costeros y oceánicos).

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

Por su ubicación, el proyecto se encuentra en algunas regiones prioritarias, tal y como se puede observar en la siguiente imagen, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del mismo no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para realizar proyectos. No obstante, la designación de un sitio como una región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

Las Regiones Terrestres Prioritarias, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

El sitio donde se ubica el proyecto se localiza dentro de Región Terrestre Prioritaria de Sian Ka'an - Uaymi L-Xcalak. Esta RTP ocupa una superficie de 665262.2926 ha, es definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación y en la Región Terrestre Prioritaria Zonas forestales de Quintana Roo. Esta RTP ocupa una superficie de 1787748.0231 ha, fue considerada como tal en virtud de poseer las masas forestales continuas y bajo manejo probablemente de mayor importancia del México tropical.

Región Terrestre Prioritaria de Sian Ka'an - Uaymi L-Xcalak

A. Ubicación Geográfica

Coordenadas extremas:	Latitud N: 18° 10' 48'' a 20° 07' 12''
	Longitud W: 87° 24' 36'' a 88° 07' 48''
Entidades:	Quintana Roo.
Municipios:	Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco.
Localidades de referencia:	Chetumal, QR; Felipe Carrillo Puerto, QR; Tulum,

Q. Roo; Limones, QR; Xcalki, QR

B. Superficie

Superficie: 6,808 km2
Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km2)

C. Características Generales

Región definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Existe un alto nivel de conocimiento. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal. Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice.

D. Aspectos Antropogénicos

Problemática ambiental:
Existen problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera.

E. Conservación
Valor para la conservación:
Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: 3 (alto) Establecimiento de ANP como Sian Ka'an y Uaymil.
Importancia de los servicios ambientales: 2 (medio) Turísmo y pesca de langosta deportiva.
Presencia de grupos organizados: 3 (alto)



Figura 3.9: Localización del Proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

VINCULACIÓN: Tal como se menciona de la presente RTP, Al respecto se hace mención que el proyecto no prevé la realización de actividades que impliquen el aprovechamiento forestal en la zona, la modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal necesario, la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en sobre un área de **1.54847 ha**, correspondiente a estación de transferencia y una sección del camino pavimentado.

Región Hidrológica Prioritaria

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales

coordinados por la CONABIO. Este programa contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, The David and Lucile Packard Foundation, The United States Agency for International Development, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el fondo Mundial para la Naturaleza.

Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1 000 000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El Proyecto en comento se encuentra ubicado dentro de las Regiones Hidrológicas Prioritarias, RHP-108 Sian Ka'an, Se deben contemplar acciones para coadyuvar a la restaurar de la vegetación, a frenar la contaminación de acuíferos y a dar tratamiento a las aguas residuales.

Regiones Hidrológicas Prioritarias, RHP- 108 Sian Ka'an

Estado(s): Quintana Roo Extensión: 5,517.15 km2

Polígono: Latitud 20°07'48'' - 18°54'00'' N
Longitud 88°16'12'' - 87°24'36'' W

Recursos hídricos principales
lénticos: laguna Chunyaxche, cenotes, lagunas costeras, lagos, humedales, marismas
lóticos: canales, ríos subterráneos
Limnología básica: ND
Geología/Edafología: Geológicamente la zona está constituida por calizas granulosas, llamadas sascab, que no se han mineralizado. Placa Maya este con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha. Suelos tipo Gleysol, Zolonchak, Litosol y Rendzinas.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1300-2000 mm. Elevación máxima de 10 msnm.

Principales poblados: Punta Herrero, Punta Allen, Felipe Carrillo Puerto, Chunyaxchem, Muyil, Uaymil, Chumpón, Vigía Chico, Tres Reyes

Actividad económica principal: turismo, agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca deportiva y pesquerías de langosta, sábalo, robalo, pargos y langostino

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia o selva baja inundable, manglar, tintal, vegetación de dunas costeras, palmar inundable y sabana.

Aspectos económicos: pesquerías de sábalo, huachinango, mero, tiburón, robalo, pargos, langosta espinosa Panulirus argus, el crustáceo Macrobrachium acanthurus y el cangrejo moro Menippe mercenaria. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande; pesca deportiva.

Problemática:
- Modificación del entorno: desarrollos turísticos desordenados.
- Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
- Uso de recursos: introducción de tilapia Oreochromis mossambicus. Manejo inadecuado de pesquerías de langosta. Uso de trampas no selectivas.

Conservación: preocupan la introducción de especies exóticas, problemas de ordenamiento, de desarrollo turístico y los incendios provocados. La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional. Está considerada un humedal prioritario por la North American Wetlands Conservation Council. Comprende la Reserva de la Biosfera Sian Ka' an y el Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil.

VINCULACIÓN: Tal como se menciona de la presente RHP, Al respecto se hace mención que el proyecto no prevé la realización de actividades que impliquen el aprovechamiento de recursos hídricos, al considerar que se trata de la modernización del camino existente, y dichas actividades tienden a distribuirse en el trazo actual e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), sore áreas degradas sin vegetación, por lo que el proyecto dará cumplimiento cabal a las normas oficiales mexicanas en materia de agua y desechos sólidos.

Con respecto a los residuos sólidos, el Proyecto considera un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establece las acciones que se deberán seguir para el correcto almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen. De este modo se aclara que el Proyecto no contribuirá a la contaminación en la RHP debido a que realizará un adecuado manejo de sus aguas residuales generadas y de sus residuos sólidos. Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en dicha Región, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación que y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona.



Figura 3.10. Localización del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Región Marina Prioritaria RMP.

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación.

Estas son áreas designadas por contener ecosistemas de importancia crítica, ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de distribución amplia y al mismo tiempo son sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias.

Posteriormente se elaboraron las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como el consenso generado por los participantes al taller respecto de la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

Se llevó al cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan, considerando la información generada durante el taller. Es indispensable señalar que esta clasificación se hizo tomando como base la evaluación que realizaron los participantes al taller, utilizando los criterios de evaluación para cada una de las áreas.

Posteriormente, los valores así asignados fueron analizados por medio de un análisis de conglomerados, lo que dio como resultado 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores.

La delimitación de estos Sitios constituye un avance con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), debido principalmente a que se realizó una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios costeros y oceánicos en comparación con las RMP que son áreas generalizadas.

El Proyecto en comento se encuentra ubicado dentro de las Regiones Marinas Prioritarias, RMP- 65 Sian Ka’an.

Región Marina Prioritaria 65. SIAN KA’AN

Estado(s): Quintana Roo

Polígono: Latitud. 20°08'24 a 18°50'24'' | Longitud. 88°00'36'' a 87°21'

Extensión: 5 147 km2

Clima: cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha.

Descripción: lagunas, pastos marinos, bahías, playas, arrecifes, dunas.

Oceanografía: predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, tortugas aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas (Chelonia mydas, caguama) y aves migratorias. Abundancia y rareza de moluscos (Strombus gigas), crustáceos (Panulirus argus).

Aspectos económicos: zona pesquera (tiburón y langosta) de tres cooperativas. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande. Desarrollos turísticos costeros.

Problemática
Modificación del entorno: daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.
Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre el coral negro y tiburón. Cocodrilos, tortugas y manatí en peligro. Uso de trampas no selectivas.

Conservación: la zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional.

Asimismo, se señala que la única amenaza real para la ficodiversidad caribeña es la destrucción de hábitats. En tal virtud, a través de la planeación y diseño del Proyecto, así como las medidas propuestas; no se considera bajo ninguna óptica que existirá una destrucción de hábitats.

Al respecto, es importante señalar que el Proyecto no representa un incremento a asentamientos humanos y no contempla un aumento a las descargas urbanas



Figura 3.11. Localización del Proyecto respecto a las Regiones Marítimas Prioritarias (RMP).

Sitios Ramsar

Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR). Se firmó en Ramsar, Irán, en 1971 y entró en vigor en 1975 siendo el único convenio medioambiental que se ocupa de un ecosistema específico.

De acuerdo con este instrumento, las Partes Contratantes designan humedales idóneos de sus territorios para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional. Estos pueden ser designados con base en su población de peces, en su población de aves acuáticas, por su característica de humedales subterráneos, con base en su flora y en las características específicas de vegetación (turberas de vegetal carbonizado), también incluye superficies artificiales cubiertas de agua, ya sean permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas y extensiones de agua marina cuya profundidad en mÁrea baja no exceda de seis metros.

Las Partes Contratantes se obligan a buscar mantener las características ecológicas de los sitios y darán monitoreo a los humedales produciendo mapas y fichas informativas sobre éstos para describir y determinar sus características ecológicas. Este monitoreo se actualiza cada seis años (cada dos reuniones de la Conferencia), revisándose así los datos proporcionados. Para tal fin, existe un “Procedimiento de Orientación para la Gestión” dentro del Convenio.

En el Estado de Quintana Roo se tienen 13 sitios que entran dentro del Convenio de Humedales RAMSAR, sin embargo, el proyecto se ubica dentro del sitio Sian Ka’an, con número RAMSAR 1329 de fecha 27 de noviembre de 2003. Se trata de un humedal marino costero con una superficie de 652,193 hectáreas, cuyas características principales es que se ubica en una planicie kárstica costera parcialmente emergida, la cual forma parte de un extenso sistema de arrecife de barrera a lo largo de la costa norte de Centroamérica. Gran parte de la Reserva incluye una zona de reciente origen (pleistoceno), la cual aún se encuentra en un estado de transición con dos grandes bahías de aguas someras, marismas, manglares y selvas inundables.

Nombre del sitio Ramsar: Sian Ka’an

Coordenadas geográficas:
(latitud / longitud): 19º 05’ - 20º 06’ N y 87º 30’ - 87º 58’ W

Ubicación general:
Porción oriental de la Península de Yucatán y Mar Caribe, en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo, México. Se estima una población de 1,000 habitantes al interior del humedal. Existen 2 pequeñas comunidades (Col. Javier Rojo Gómez, Punta Allen) y Punta Herrero, y un campamento pesquero (María Elena) asentados en el área. Ciudades y pueblos en el Área de Influencia: Felipe Carrillo Puerto ubicado a 40 Km. al poniente del humedal y Tulum ubicado a 10 Km. al norte del humedal.

Área: (en hectáreas)
Sian Ka’an posee una superficie de 652,193 ha que comprende a la Reserva de la Biosfera Sian Ka’an (528,148 ha), Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka’an (34,927 ha) y el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil (89,118 ha).

Vinculación con los criterios de selección

Criterio	Descripción	Aplicación	Vinculación
1	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.	Se ubicó a la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, entre los 39 sitios con mayor valor en recursos de humedales y zonas marinas, por contener 4 de las 6 categorías evaluadas las cuales se refieren a: • Por contener valores en humedales de agua dulce. • Por contener el componente de recursos marino-costeros. • Por contener recursos de manglares. • Por contener arrecifes de coral.	El proyecto cumplirá con el respeto y la protección a estos criterios de selección mediante la aplicación del **Programa de Vigilancia ambiental y programas específicos** que lo componen, particularmente será mediante los **programas de Rescate de flora y fauna** que si bien, las actividades de cambio de uso de suelo no se llevarán dentro del polígono de la ANP, estos programas prevendrán cualquier interacción que pudiera llegar con las especies y poblaciones dentro de la reserva, particularmente la aplicación del **programa de Ahuyentamiento y rescate de fauna** dotará de los mecanismos de protección necesarios a las especies faunísticas durante los procesos de preparación y construcción del proyecto, así mismo, la aplicación del **programa de manejo integral de los residuos** brindará los procedimientos necesarios para evitar la contaminación del suelo y el agua dentro y fuera del área de la reserva previniendo cualquier afectación a los humedales y cuerpos de agua superficiales y subterráneos en toda el área de influencia del proyecto durante todas las etapas del proyecto incluida la operación y el mantenimiento. De la misma manera la aplicación del **programa de conservación de suelo y agua** y la construcción de las obras de drenaje pluvial prevendrán afectaciones a los flujos de escurrimientos pluviales dentro del trazo del proyecto y la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

2	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.	Especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción: Palmas chit (*Thrinax radiata*), nakax (*Coccothrinax readii*), tasiste (*Acoelorraphe wrightii*)y kuka (*Pseudophoenix sargentii*), despeinada (*Beaucarnea ameliae*) (NOM 059). Especies de animales amenazadas o en peligro de extinción: Aves: Pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), espátula rosa (*Ajaia ajaja*), flamenco rosa (*Phoeniconterus ruber*), Bobo (*Sula leucogaster*) Jabirú (*Jabiru mycteria*). Reptiles: Tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). Mamíferos: Jaguar (*Panthera onca*), puma (*Felis concolor*), ocelote, (*F. pardalis*), tigrillo (*F. weidii*), leoncillo (*F. yagouaroundi*), tapir (*Tapirus bardii*), mono saraguato (*Alouatta pigra*), jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), manatí (*Trichechus manatus*) y el cachalote (*Physeter catodon*) (NOM 059).	Será mediante la aplicación de los programas de: **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059- SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.) Que se brindará protección directa a las especies de flora y fauna presentes dentro del trazo de las áreas que componen el proyecto. Así también con la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** se dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

3	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.	Los inventarios de flora y fauna resaltan por sí solos el valor biológico, así como también los recientes descubrimientos de más de 20 especies de insectos nuevos para la ciencia, dos de ellos llevan ya el nombre de Sian Ka'an.	El proyecto representa una vía de acceso y desplazamiento ágil y seguro dentro del área de la reserva que entre los beneficios que traerá no sólo se encuentran los económicos por atracción de un mayor volumen de visitantes eh incremento del turismo de bajo impacto, sino que, volverá más eficientes los recorridos de vigilancia por parte del personal de la reserva y servirá para mejorar los trabajos de investigación y monitoreo de las poblaciones de flora y fauna existentes. Así mismo será mediante la aplicación de los programas de: **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059- SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.) Que se brindará protección directa a las especies de flora y fauna presentes dentro del trazo de las áreas que componen el proyecto. Así también con la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** se dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

Descripción general/resumida:

Sian Ka'an se ubica en una planicie kárstica costera parcialmente emergida, la cual forma parte de un extenso sistema de arrecife de barrera a lo largo de la costa norte de Centroamérica. Gran parte de la Reserva incluye una zona de reciente origen (pleistoceno), la cual aún se encuentra en un estado de transición con dos grandes bahías de aguas someras, marismas, manglares y selvas inundables.

Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

Dentro del sitio Ramsar:

ECOSISTEMAS/ PROCESOS	USOS SOCIOECO-NOMICOS	AMENAZAS ANTROPOGENICAS	PRINCIPALES ACCIONES DE MANEJO
Ambientes Marinos y Lacustres	Pesca Comercial	Sobreexplotación de especies comerciales	. Vigilancia . Educación Ambiental . Investigación pesquera
	Pesca Deportiva Turismo y Recreación	Disminución Poblaciones de especies de importancia turística. Impactos Ambientales	. Registros Estadísticos . Regulariza. de actividades Turísticas. . Monitoreo y Cap. de Carga . Educación Ambiental
Playas/ Dunas Costeras	Turismo Vivienda	Incremento de actividad y desarrollo turístico sin regulación. Irregularidad en la tenencia de la tierra y falta de seguridad jurídica sobre bienes nacionales.	Control de accesos . Actividades de Inspección. . Regularización del Uso Público . Ordenamiento Ecológico . Monitoreo y Cap. de Carga . Difusión . Regul. Tenencia de la Tierra . Dotación de Infraestructura . Turística.
Playas/ Dunas Costeras		Invasión de especies vegetales exóticas.	. Combate . Difusión . Educación Ambiental
Pantanos, marismas, manglares	Turismo	Incremento de actividades turísticas sin regulación. Invasión especies vegetales exóticas.	. Vigilancia . Planeación y Cap. de Carga . Monitoreo de Impactos . Especies exóticas (idem ant.)
Selvas bajas inundables y sistemas kársticos	Caza furtiva y Extracción de Recursos forestales.	Incendios forestales. Disminución de la población de especies de interés de auto-consumo y comercial.	. Vigilancia . Prev. y Comb. Incendios Forestales . Educación Ambiental. . Investigación y promoción de alternativas de desarrollo de la población Local
	Indefinición de límites ejidales y terrenos nacionales	Aprovechamientos forestales	. Deslinde y Amojonamiento . Irregularidad en la Tenencia de la tierra

Al respecto se hace mención que el proyecto incide en el sitio Ramsar: Sian Ka'an durante los trabajos de la modernización del camino artesanal Felipe Carrillo Puerto-Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), en todo momento se tendrá cuidado, para no interferir con el sistema de humedales existente, además de no afectar especies de flora y fauna o bien no causar ningún desequilibrio ecológico por contaminación o disposición inadecuada de residuos sólidos o líquidos peligrosos o no peligrosos.



Figura 3.12. Localización del Proyecto respecto a los sitios RAMSAR

3.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación, conforme lo establece el artículo 37 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Para el presente Proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del Proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación misma, identificando las Normas Oficiales cuyos criterios aplican a dichas obras o actividades y que se presentan en la siguiente.

Tabla 3-17. NOM´S aplicables al proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales.	Las descargas municipales dependiendo de la mayor carga de cumplimiento expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) o sólidos suspendidos totales según las cargas de contaminantes manifestadas en el permiso de descarga a la empresa especializada de sanitarios portátil es presentada a la Comisión Nacional del Agua.	La Contratista será la responsable de la realización de la obra en conjunto con la empresa que otorgue el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles.	No se verterá ningún tipo de desecho derivada de la operación del Proyecto, ya que se instalarán sanitarios móviles los cuales habrá uno por cada doce trabajadores. Para ello se contratará a una empresa especializada en manejo, tratamiento y disposición adecuada, que cuente con las autorizaciones correspondientes ante la SEMARNAT, vigentes.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos tales como, grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.	La Contratista en los talleres y patios de trabajo a su responsabilidad. La maquinaria y vehículos de empresas contratistas que realicen un mantenimiento preventivo y correctivo de los motores dentro de la zona de estudio.	La promovente y la empresa constructora no depositarán en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes. Para ello se contratará a una empresa especializada en manejo, traslado y disposición adecuada de residuos peligrosos, que expida manifiestos de los residuos y cuente con las autorizaciones correspondientes ante la SEMARNAT, vigentes. Además, construirá un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos cercano a su taller y patio de maniobra con la finalidad de contener temporalmente dichos residuos.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-022-SEMARNAT-2003. Que Establece las especificaciones que regulan el aprovechamiento sustentable en zonas de humedales costeros para prevenir su deterioro fomentando su conservación y en su caso su restauración	Es de observancia obligatoria para todo usuario en la cuenca hidrológica dentro del plan global de manejo de la cuenca hidrológica. Es de observancia obligatoria para las personas físicas y morales nacionales y extranjeras que pretendan llevar a cabo cualquier tipo de actividades en los humedales costeros mexicanos.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizarán las obras de infraestructura de arquitectura palafítica para turismo de bajo impacto en la zona de la Playa del Vigía el Chico.	El diseño del proyecto no consideró la remoción de vegetación de manglar para dar paso a la infraestructura situada en la zona de la playa del vigía el chico, en su lugar se removieron elementos correspondientes a la especie exótica palma de coco (*Cocos nucifera*), existentes en el sitio, así mismo las edificaciones de esta área se realizan de manera palafítica construida sobre pilotes con el fin de evitar la intervención a los flujos hidrológicos, así mismo mediante la aplicación del **Programa de vigilancia ambiental y programas específicos**, se prevendrán afectaciones a las poblaciones y hábitats de los humedales presentes en el área, será particularmente con la aplicación del **programa de manejo integral de los residuos** que se prevendrá la contaminación al suelo y a los cuerpos de agua superficiales y subterráneas. Así mismo con la aplicación del **programa de ahuyentamiento y rescate de fauna** se prevendrá la afectación a las poblaciones faunísticas del sitio, a la par, con la aplicación del **programa de conservación de suelo y agua y la construción de las obras de drenaje pluvial** prevendrán afectaciones a los flujos de escurrimientos pluviales dentro del trazo del

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
			proyecto y la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.
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.	Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustibles, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno, así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Se requerirá que los vehículos que se utilizan dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-044-SEMARNAT-2017. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano (HCNM), hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+ NOx), partículas (Part), e incluso de amoniaco (NH3), conforme a lo especificado en las Tablas 1, 2, 3 y 4 de la presente norma oficial mexicana; todos ellos, contaminantes provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Se requerirá que los vehículos que utilizan diésel como combustible que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores, dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.
NOM-045-SEMARNAT-2017. 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.	Se establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método	La empresa constructora y La Promovente deberán realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Los vehículos que se utilizan en el Proyecto deberán dar cumplimiento a esta norma, por lo cual se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares sin rebasar los niveles máximos permisibles.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
	de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Es de observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, así como de los responsables de los centros de verificación vehicular. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.		
NOM-080- SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	La exposición a emisión de rudo proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar de ser humano produciendo daño en la audición.	La empresa constructora responsable de la utilización de equipo y maquinaria pesada.	Se realizará el monitoreo de la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se excedan los limites máximo permisibles que establece la norma respectiva.
NOM-081-SEMARNAT1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades siguiente: Un reconocimiento inicial; una medición de campo; un procesamiento de datos de medición y; la elaboración de un informe de medición.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión en el Proyecto.	Los niveles de ruido esperados estarán dentro del rango de cumplimiento de la Tabla 1 para la NOM-081-SEMARNAT-1994. En todo caso, el contratista deberá vigilar y mantener en buen funcionamiento de los equipos dentro de plantas de asfalto ya que esta es una fuente fija para utilizar. En caso de exceder los valores permisibles se

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
			indicarán las adecuaciones que emplee para corregir dichas excedencias.
NOM-138-SEMARNAT//SS-2003 Su objetivo es establecer los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión en el Proyecto.	Se verificarán que los transportes utilizados en la modernización de camino artesanal "Puerta al Mar" de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), no tengan fuga y en caso de derrame accidental, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo con la NOM-138-SEMARNAT/SS2003. Bajo supervisión del promovente, el contratista llevara a cabo un programa de restauración y conservación de suelo donde se establecen medidas de mitigación o preventivas.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos (latas vacías con algún contenido de pintura,	La empresa constructora debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato con una empresa especializada en el	Contar con un programa integral de manejo de residuos peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal, identificación, etiquetado y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
	solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran residuos peligrosos conforme a la norma.	manejo y tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.	autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Promovente, deberá exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición finalizada, así como la copia del contrato celebrado cuando la autoridad ambiental así lo solicite.
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	La norma establece el listado de especies en alguna categoría de protección y los procedimientos para modificar el listado.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión en el Proyecto.	Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de Flora y Fauna. Con las medidas listadas dentro del presente documento, se mitigarán y compensarán su afectación, con el fin de prevenir, controlar y minimizar impactos adversos.

Otros instrumentos a considerar:

3.3 VINCULACIÓN CON PLANES DE DESARROLLO Y PROGRAMAS SECTORIALES

3.3.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024

Publicado en el Diario Oficial de la Federación en julio de 2019, tiene como finalidad establecer los objetivos, estrategias y prioridades nacionales que se buscarán conseguir durante la presente administración las cuales deberán regir el actuar del gobierno y serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales. Los ejes rectores del PND son:

Política y Gobierno

Política Social

Economía

Vinculación

Es presente proyecto forma parte del proyecto integral "Tren Maya", el cual es definido por el Plan Nacional de Desarrollo ("PND") 2019-2024 como el proyecto de infraestructura más importante de la presente administración, orientado a incrementar la derrama económica en los estados del sureste del país. Esta obra se reconoce como un detonador socioeconómico de gran importancia en el sureste mexicano y está catalogado como un asunto prioritario de seguridad nacional

3.3.2 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024

Contar con infraestructura suficiente y de calidad es factor indispensable para el crecimiento económico, así como un elemento fundamental para elevar la calidad de vida de las personas. De este modo, el desarrollo de infraestructura constituye una condición básica para mejorar la competitividad de las empresas, aumentar la productividad del país, generar más y mejores empleos, alcanzar mayores niveles de bienestar social y reducir diferencias entre regiones.

Los objetivos de esta estrategia nacional son los siguientes:

• Lograr el desarrollo regional y el ordenamiento territorial de la nación, con visión de largo plazo.

• Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna.

• Lograr un sistema de verdadero respaldo a la competitividad nacional y superar la posición de nuestro país en este rubro, que nos ubica en el lugar 62 de 137 países calificados en el orbe.

• Garantizar una infraestructura carretera que se vincule -sin cuellos de botella ni sitios de conflicto sin solución de continuidad- con las infraestructuras de puertos, vías férreas y aeropuertos y sin zonas de riesgo, y que incorpore el equipamiento conveniente para la conectividad de las telecomunicaciones modernas.

• Resolver los puntos de conflicto con la infraestructura de las zonas urbanas, que permita el tránsito ágil y seguro de personas y bienes por el territorio nacional y que dé a toda la posibilidad personal, comercial, cultural y política de conectarse con el resto de los mexicanos y con el mundo. En cuanto a las metas propuestas para 2018-2024 se contempla:

1. Serán construidos 5 mil 500 kilómetros de carreteras con una inversión de 14 mil 200 millones de pesos.

2. Se realizarán trabajos de conservación a toda la red federal de carreteras federales, lo que permitirá generar 31 mil empleos directos y 63 mil 500 empleos indirectos.

3. Se invertirán 10 mil 500 millones de pesos en concluir 22 carreteras útiles y se continuará la construcción y modernización de otras 48 carreteras en 251 kilómetros. Esto permitirá generar 46 mil empleos directos e indirectos.

4. En el Programa de Conservación y Rehabilitación de Caminos Rurales se invertirán 8 mil 170 millones para atender 600 caminos.

5. El Programa de Pavimentación a Cabeceras Municipales, se tiene una meta de más de 300 cabeceras en los estados de Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero y Oaxaca, con una longitud de siete mil 545 kilómetros, generando 23 mil empleos directos y 94 mil empleos indirectos.

6. A través del Fondo Nacional de Infraestructura (Fonadin) y de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, se trabajará en la conservación y mantenimiento a cuatro mil 230 kilómetros de vías, con una inversión de 12 mil 700 millones de pesos.

7. En términos de la inversión público-privada, se trabajará en 20 carreteras concesionadas con una inversión de 27 mil 338 millones de pesos y una meta de 299 kilómetros.

3.3.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

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

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

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

• Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.

• Promover la cobertura, el acceso y el uso de servicios postales, de telecomunicaciones y radiodifusión, en condiciones que resulten alcanzables para la población, con énfasis en grupos prioritarios y en situación de vulnerabilidad, para fortalecer la inclusión digital y el desarrollo tecnológico.

• Consolidar la red de infraestructura portuaria y a la marina mercante como detonadores de desarrollo regional, mediante el establecimiento de nodos industriales y centros de producción alrededor de los puertos y; mejorando la conectividad multimodal para fortalecer el mercado interno regional.

3.3.4 Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo (2023-2027)

El Plan Estatal de Desarrollo es el documento rector que busca orientar la acción de gobierno para mejorar la calidad de vida de las y los quintanarroenses y fomentar el desarrollo integral, solidario y sostenible en el Estado, en el contexto del Nuevo Acuerdo por el Bienestar y el Desarrollo de Quintana Roo

El Plan está integrado por cinco ejes rectores con su respectivo objetivo estratégico.

- **Bienestar social y calidad de vida**
- **Seguridad Ciudadana**
- **Desarrollo Económico Inclusivo**
- **Medio Ambiente y Crecimiento Sustentable**
- **Gobierno Honesto, Austero y Cercano a la Gente**

Particularmente el eje 4. Medio Ambiente Y Crecimiento Sustentable en su apartado 4.20 Infraestructura para el Bienestar, menciona:

Los municipios del centro y sur del estado requieren de programas que potencien la construcción y el mejoramiento de la infraestructura para la conectividad y el desarrollo social, para un mayor impulso a las oportunidades de desarrollo de sus habitantes.

Los municipios del centro y sur del estado requieren de programas que potencien la construcción y el mejoramiento de la infraestructura para la conectividad y el desarrollo social, para un mayor impulso a las oportunidades de desarrollo de sus habitantes.

Vinculación

El presente proyecto empata completamente con las metas y objetivos planteados dentro del Plan Estatal de Desarrollo del estado, particularmente con el eje y apartado mencionados al representar un aporte al cumplimiento de sus metas y estrategias, esto debido a que el proyecto consiste en la modernización y construcción de obras adicionales del camino Artesanal Puerta al Mar, mejorando

las condiciones para el desarrollo social en la región beneficiando directamente a las comunidades adyacentes al proyecto y a toda la población que eventualmente circule por esta vía

3.4 LEGISLACIÓN FEDERAL

3.4.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El documento legal fundamental de México es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, redactada en 1917 y ha sufrido algunas modificaciones desde entonces. Es en sus Artículos 25, 27 y 28 donde están contenidos los principales aspectos que determinan el papel del Estado Mexicano en el campo de los recursos naturales en general y de la energía en particular.

Artículo 4º:

"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."

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"

Así mismo, expresa que:

"el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución" y que "al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación."

Igualmente, puntualiza que el Estado:

"podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo" y que "la ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución".

Por lo tanto, el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general,

de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. Con observación en el marco de libertades que otorga la Constitución.

Artículo 27: "la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada." "corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos."

…En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; …

Motivo por el que, cualquier obra o actividad que implique la influencia al medio ambiente, conlleva la necesidad de demostrar su viabilidad ambiental y, en su caso, la adopción de las medidas de prevención y control ambiental previstas en las disposiciones reglamentarias de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Este artículo también establece que se:

"podrán otorgar subsidios a actividades prioritarias, cuando sean generales, de carácter temporal y no afecten sustancialmente las finanzas de la Nación."

Aunado a lo anterior, resulta importante atender lo dispuesto por las leyes locales, en virtud de que el Pacto Federal prevé la formulación de un marco normativo, en el que la concurrencia de las autoridades se encuentra implícita, tanto en materia de protección y conservación de los recursos naturales como en materia de aprovechamiento sustentable de los mismos. En efecto la Carta Magna, prevé lo siguiente:

Artículo 73. El Congreso tiene facultad: …

Fracción XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; …

En ese sentido, cualquier actividad también debe llevarse a cabo acorde a las disposiciones del régimen municipal, principalmente aquellas relacionadas con los usos del suelo, toda vez que, la Constitución Política de México, otorga plena jurisdicción a los Gobiernos Municipales sobre la regulación del uso del suelo municipal y las actividades humanas que se efectúan en su territorio. Lo anterior, de acuerdo con lo previsto en el siguiente dispositivo legal:

Artículo 115. … los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes: …

Fracción V. Los Municipios, en los términos de las leyes Federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

Inciso a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;

- Inciso b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;
- Inciso c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
- Inciso d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
- Inciso e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;
- Inciso f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
- Inciso g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia; Convenios internacionales y nacionales

Como parte del resultado de la reforma constitucional del año 2011, el Artículo 1° de nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos fue reformado para establecer que en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece. Por lo antes mencionado, la normatividad internacional aplicable en materia ambiental se torna relevante por lo que en las siguientes líneas se resaltan algunos instrumentos internacionales aplicables al caso en particular:

- Tratados sobre comercio, industria y medio ambiente. - Se deben de evaluar todas y cada una de las posibles afectaciones, tanto a corto, como a mediano y largo plazo, con el objeto de evitar que las actividades comerciales e industriales del ser humano degraden el planeta, tal es el caso de Capítulo Ambiental del Tratado Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). El Proyecto está diseñado para acatar con cabalidad los criterios de cumplimiento ambiental que fueron pactados en el TLCAN, en virtud de que su operación está planeada con estricto apego al marco normativo ambiental de México.

- Tratados sobre manejo de residuos peligrosos transfronterizos. - El Proyecto prevé el adecuado manejo de todos los residuos que generará, particularmente aquellos identificados por la legislación ambiental mexicana como peligrosos. Es importante notar que el Proyecto no exportará ni importará residuos peligrosos en ningún momento y en ninguna de sus actividades.

Cabe señalar que, a través del cumplimiento de las disposiciones legales ambientales vigentes en México, se dará pleno cumplimiento a lo dispuesto en cada uno de los tratados internacionales vigentes, ya que la normatividad internacional aplicable al proyecto en materia de impacto ambiental, prevención, control de la contaminación y aprovechamiento de los recursos naturales, resulta congruente con los compromisos contraídos con la comunidad internacional. Los cuales a su vez están contemplados e integrados en la legislación ambiental mexicana vigente la cual será respetada estrictamente durante la ejecución de las diferentes actividades del proyecto.



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

3.4.1.1 *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), fue publicada en 28 de enero de 1988 y la última reforma se realizó el 05 de junio de 2018. Dicha Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

A continuación, se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 3-18. Artículos de la LGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	**Vinculación con el Proyecto y cumplimiento**
Artículo 28. La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para Proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto se refiere modernización del camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), donde las obras se encuentran inmersas en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado Quintana Roo,; para ello se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si los programas y medidas diseñadas sean suficientes y ajustadas a las prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados que garanticen la integridad funcional del ecosistema.
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;	La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo **fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera** de Sian Ka’an, en una superficie de **1.54847 ha**

	correspondiente a la obra Estación de transferencia y una sección del camino pavimentado
X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo	Dentro de las actividades del proyecto se considera la instalación de infraestructura para turismo de bajo impacto ambiental en una sección denominada Playa Vigía el chico, la cual será tutelada por la administración de la ANP, cabe señalar que estas obras se construirán a manera de palafitos, sobre pilotes a fin de evitar la afectación de los flujos hidrológicos de la zona de playa.
XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;	Una sección del proyecto de modernización y mantenimiento del camino existente Felipe Carrillo Puerto- Vigía el Chico, se llevará a cabo dentro del polígono de la ANP de Sian Ka'an, en este tenor, para el diseño de las obras planteadas, como los programas y medidas de mitigación establecidas se realizan en función del cumplimiento de las reglas instauradas para la reserva, así mismo se hace manifiesto de que las obras que considera el tramo del camino artesanal se ubica exclusivamente dentro del trazo ya existente, las obras asociadas que se edificarán en función de incrementar el flujo de visitantes a la reserva se realizan en áreas sin vegetación nativa y de manera palafítica para evitar afectaciones a los flujos hidrológicos.
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Se elaborará y se aplicará el Plan de Manejo Ambiental, para controlar la generación de partículas ocasionadas durante las etapas de la construcción del Proyecto.
Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:	Se contará con sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio, los residuos generados de estos serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
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.	Durante el desarrollo del proyecto no se comprometerá ningún cuerpo de agua que pudiese poner en riesgo su integridad.

Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
Artículo 123. Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:	Se aplicarán los procedimientos para el manejo de los residuos sólidos municipales, de manejo especial y peligrosos; durante las diferentes etapas del Proyecto, se estará supervisando la aplicación correcta del procedimiento con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación del suelo.
II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	Asimismo, según las necesidades en cada etapa, de construcción de la obra, se contará invariablemente con un almacén temporal de residuos peligros y no peligrosos que esta con sobre un firme de concreto para evitar filtraciones, además de estar cubiertos con material impermeable para el almacenamiento de cualquier sustancia peligrosa.
III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;	
V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	
Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:	Se aplicarán los procedimientos de manejo de residuos de acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental.
I. La contaminación del suelo;	

II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;	
III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y	
IV. Riesgos y problemas de salud.	
Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones de este, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	En caso fortuito de que por alguna circunstancia se genere contaminación de suelo por derrame de sustancia o residuos peligrosos, la Promovente aplicará las medidas correctivas necesarias para recuperar el suelo contaminado y restablecer las condiciones del suelo, de acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental.

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

3.4.2 Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento

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

Tabla.8. Artículos del Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	**Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento**
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:	
A) HIDRÁULICAS: III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de	El proyecto tiene entre sus obras asociadas la construcción de un muelle andador en la zona de la Playa del Vigía, el cual será únicamente para el atracado de embarcaciones pequeñas, esta obra se describe dentro del capítulo 2 de la presenta MIA-R, dando cumplimiento al presente criterio

abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;	
O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: 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 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;	Para la realización del proyecto, el cual consiste en la modernización y mantenimiento del camino existente que va de la comunidad de Felipe Carrillo Puerto a la Playa del Vigía el Chico, es necesaria la realización del CUSTF de una superficie de 1.54847 ha de SMQ, por lo cual se hace la solicitud de evaluación a esta Autoridad para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental, con lo cual se da cumplimiento al presente criterio.
R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas	Para la realización del proyecto es necesaria la edificación de obras asociadas en el área de Playa el Vigía el Chico, las cuales se llevarán a cabo a manera de palafito para evitar afectaciones a los flujos hidrológicos naturales, descripción que se presenta en el apartado correspondiente dentro del capítulo 2 de la presente MIA-R, con lo cual se da cumplimiento a este criterio
S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación	Parte de Proyecto se construye dentro del polígono correspondiente a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, las áreas y alcances de las obras de describen dentro del capítulo 2 de la presente MIA-R, con lo cual se da cumplimiento al presente criterio

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

3.4.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas.

Tabla 3-19 Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas

Articulo	Vinculación

Artículo 87.- De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva	
I.- Cambiar el uso del suelo de superficies que mantengan ecosistemas originales	El proyecto no requiere de CUSTF dentro del polígono de la ANP, sin embargo, fuera de la misma se requiere de la remisión de vegetación en la sección donde se instalará la estación de transferencia en una superficie de 1.54847, será con la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental y programas específicos con los que se vigilará que no exista afectación a la vegetación fuera de la superficie que se solicita
II.- Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos	Dentro de los alcances de la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, queda estrictamente prohibida la cacería, colecta o extracción de los elementos naturales que se encuentren en el AP y SAR
VI.- Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres;	Dentro de los alcances de la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, queda estrictamente prohibido alterar o destruir las áreas con vegetación adyacentes al camino ya existente, así mismo se prohíbe el alterar las áreas de refugio y anidación de las especies silvestres
Alimentar, tocar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre	Si bien durante los trabajos de preparación y construcción del proyecto no se utilizarán aparatos de sonido, se generará ruido producto de los trabajos de la maquinaria, para lo cual se han establecido estrategias para reducir al máximo las emisiones de ruido, las cuales se pueden verificar en el ***programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria***, en el cual se establecen los límites de ruido permisibles para la operación de la maquinaria y **las buenas prácticas ambientales**, donde se establecen los horarios y temporalidad de actividad de la maquinaria en campo.
XIII.-Abrir senderos, brechas o caminos;	Por ningún motivo se abrirán caminos, brechas o senderos, para la realización del proyecto se sujetarán todas las actividades a la superficie del camino ya existente, así mismo mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental***, se vigilará el apego a esta regla y al diseño del proyecto descrita en el capítulo 2
XIV.- Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua;	Se dará cumplimento a esta regla mediante la aplicación del ***programa de manejo integral de los residuos***, dentro del cual se describen el manejo particularizado para cada tipo de residuo que se pueda presentar dentro de las etapas del proyecto, así mismo se manifiesta que la recolección de los

	residuos que se generen, serán recolectados y tratados por empresas especializadas y autorizadas para prestar estos servicios.
Artículo 88.- Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:	
VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;	El presente proyecto el cual corresponde a la modernización y mantenimiento del camino existente que va de la localidad de Felipe Carrillo Puerto a la playa del Vigía el Chico, requiere la autorización en materia de impacto ambiental con respecto a los términos VII, X y XI del artículo 28 de la Ley, que se presenta en el apartado correspondiente

3.4.4 Ley General de Vida Silvestre

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En taba siguiente se presenta la vinculación jurídica del Proyecto con los preceptos que resultan aplicables.

Tabla 6. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables con la LGVS.

Articulo	**Vinculación jurídica**
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.	Se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre ni en perjuicio de los intereses de la Nación. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de rescate y reubicación tanto de Fauna como de Flora (correspondiente a germoplasma de herbáceas), para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
Artículo 27 Bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las	En acatamiento de lo ordenado en este artículo, así como del equilibrio ecológico y estabilidad biológica de las especies, no se liberarán especies exóticas, ni se utilizarán en las acciones de mitigación. Por lo anterior existe congruencia y armonía con lo señalado en este artículo.

listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Previo al inicio de los trabajos de construcción, todos los ejemplares de fauna silvestre que se encuentren en la zona serán ahuyentados y reubicados en sitios con características similares al ecosistema en donde fueron localizados; dichas actividades serán realizadas por personal experto y/o capacitado para tal fin, con el objeto de evitar al máximo la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, considerando las características de las diferentes especies y los métodos más eficaces.

3.4.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Esta ley, cuyo texto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de abril de 2022 (última reforma) es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Sus disposiciones son de orden e interés público, siendo de observancia general en todo el territorio nacional. Su objeto es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal que correspondan a la Federación, los Estados y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Una consideración importante es lo previsto por dicha ley respecto del cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, que particularmente prevé lo siguiente:

Articulo	**Vinculación jurídica**
Artículo 7…. Fracción VI. **Cambio de uso del suelo en terrenos forestales:** La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales; Fracción LXXI. **Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales	En cuanto a la competencia material y territorial sobre el cambio de uso de suelo en cuestión, es de hacer notar en primera instancia que existen obras y actividades que para su desarrollo requieren de autorización de cambio de uso del suelo en áreas forestales, lo que implica la elaboración del estudio base para la para tramitación de la autorización requerida.

Fracción 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.	
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	El Proyecto es congruente con esta disposición, toda vez que, con la entrega ante la autoridad y el contenido de este documento para su evaluación, en el que se analizan los impactos que pudiesen presentarse por la remoción de la vegetación forestal y se proponen las medidas y acciones de prevención, mitigación, restauración y compensación suficientes, que se desprenden de los elementos técnicos y jurídicos para asegurar el cumplimiento de este artículo. También, este artículo establece que las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán atender lo que, en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.
Artículo 97, también prevé como condición para el otorgamiento de las autorizaciones de cambio de uso de suelo que los terrenos materia del cambio de uso de suelo no hayan sido incendiados recientemente. Si lo fueron, para que sea procedente a autorización se requiere que hayan transcurrido más de 20 años desde el evento y que se demuestre que el ecosistema se ha regenerado totalmente.	Al respecto, es importante mencionar que los terrenos materia de este trámite no han sido incendiados, por lo que no se cumple este criterio de improcedencia
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	En cumplimiento a lo previsto en este artículo, en su momento el promovente acreditará la realización del pago o depósito ante el Fondo Forestal Nacional, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento y la propia SEMARNAT.

3.4.5.1 ***Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS).***

Este reglamento, reformado el 09 de diciembre de 2020, tiene por objeto desarrollar o reglamentar las disposiciones de la LGDFS en el ámbito de la competencia federal, en cuanto se refiere a los instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como la conservación, protección y restauración de estos. Las atribuciones en materia forestal y de cambios de uso de suelo forestales están a su vez asignadas, a la SEMARNAT, a través de su Delegación Federal en el estado de Quintana Roo (donde se pretende desarrollar el proyecto), en artículos 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en los artículos 138, 139, 141,
de su reglamento.

Artículo 138. Los Terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;

II. Lugar y fecha;

III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y

IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;

II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;

III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;

IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y

V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;

II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM;

III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos desuelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;

V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;

VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;

VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;

VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;

IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;

X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;

XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;

XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;



XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;

XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y

XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

En el presente documento se justifican plenamente los aspectos técnicos, como lo es, en el sentido de que con el cambio de uso de suelo no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo, así como los beneficios económicos y sociales que generará en su área de influencia, suficientemente para motivar lo excepcional del cambio de uso del suelo de terrenos forestales que su ejecución conlleva.

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

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado 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.

Para efecto de esta Ley, de conformidad con el artículo 5, se entiende por Residuo, el material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

Tabla 3-20. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGPGIR.

Artículo	**Vinculación jurídica**
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. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los	El Proyecto es congruente con este precepto, en virtud de que los residuos que se generen se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la legislación y en las normas oficiales mexicanas vigentes, de la siguiente forma: Minimización -Se evitarán excesos de materiales residuales con la planeación y estimación adecuada de las actividades y materiales requeridos para las diferentes etapas.

principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	-Se concientizará y/o capacitar a trabajadores, empleados y residentes para el manejo de residuos. Separación -Se separarán los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en reciclables (preferentemente por tipo de residuo) y no reciclables. -Se separarán los residuos peligrosos con base en sus características de riesgo. -Se evitará mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos urbanos o de manejo especial. Acopio y almacenamiento temporal -Se usarán contenedores adecuados para el acopio de los diversos tipos de residuos debidamente señalados y herméticos. -Se establecerán áreas de almacenamiento de residuos. Dichas áreas estarán señalizadas y se ubicarán en áreas separadas de las áreas de trabajo y almacenamiento de materiales minimizando los riegos en caso de accidentes o derrames. - Los residuos especiales provenientes de excedentes de excavaciones o cortes de talud, se acamellonarán en sitios específicos señalizados previamente y se les proporcionará un riego periódico para evitar su dispersión. Estará estrictamente prohibido acamellonar o almacenar residuos cercanos a cuerpos o corrientes de agua. -Se desalojarán periódicamente los residuos almacenados, para su tratamiento o disposición final de forma adecuada. -Se llevará un control de entradas y salidas de los residuos mediante el uso de bitácoras. -Se inspeccionarán continuamente las áreas de almacenamiento. 4. Transporte, tratamiento y disposición final -Se contratarán empresas autorizadas para el almacenamiento, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El promovente y en su caso la empresa constructora deberá dar atención a esta Ley, responsabilizándose por el manejo integral de los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto. La empresa constructora se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.
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	El Proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se contratará a una empresa especializada y autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la recolección, transporte y

bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	disposición final de los residuos peligrosos. En este sentido es importante mencionar que los residuos peligrosos generados tendrán la característica de microescala, pues su volumen será mínimo. Asimismo, los residuos que se generen por el Proyecto se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en esta Ley, su Reglamento y en las normas oficiales mexicanas vigentes aplicables en la materia.
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.	El Promovente notificara a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y/o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, sobre la generación y manejo de los residuos peligrosos conforme a lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.
Artículo 44. Generación de los Residuos Peligrosos. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: Grandes generadores; Pequeños generadores, y Microgeneradores.	El promovente y en su caso la empresa constructora aplicará el correcto manejo, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto. En este sentido, el Proyecto generará residuos catalogados en el numeral III Microgenerador de este artículo, pues debido al proceso constructivo, el volumen de los residuos a generarse será en mínimas cantidades.
Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. 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.	El Promovente en atención a esta Ley se responsabilizará por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto. Identificará, clasificará y manejará los 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. Asimismo, la empresa constructora se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso

	que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.
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.	El promovente y en su caso la empresa constructora será la responsable en dar la atención a esta Ley, para el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante el desarrollo de las obras. Asimismo, la empresa constructora estará registrada ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda, y someterá a su consideración las acciones de manejo integral de residuos sólidos y peligrosos, también generará una bitácora y presentará el informe correspondiente según lo especifique la autoridad correspondiente.
Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Durante las tres etapas de implementación del Proyecto (Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento), se les proporcionará un manejo y gestión integral a los residuos de cualquier tipo generados por las obras y/o actividades del Proyecto, a fin de evitar la contaminación del ambiente. Durante la operación se continuará con la implementación del programa de manejo integral de los residuos, es importante mencionar que, en las áreas de estacionamiento, así como estación de transferencia y obras de playa se ubicarán depósitos de residuos sólidos municipales, los cuales estarán rotulados por el tipo de residuo a recibir cada contenedor. El Promovente y en su caso la empresa constructora, en atención a esta Ley deberá responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo del Proyecto, una vez concluida la construcción la vigilancia de la aplicación de este programa será de la dirección de la reserva.

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

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción

y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La siguiente tabla contiene la vinculación jurídica del Proyecto con los preceptos aplicables.

Tabla 3-21. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación jurídica
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera. Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente deberán de caracterizase y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo con su peligrosidad. Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan. Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.	El Proyecto contempla la implementación de acciones de manejo integral de residuos, para evitar derrames o fugas de residuos peligrosos. Sin embargo, para el caso de que por accidente se mezclará alguna sustancia potencialmente peligrosa con el suelo, se manejará como se establece en este y otros preceptos normativos aplicables en la materia.
Artículo 43. Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información: Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante; Nombre del representante legal, en su caso; Fecha de inicio de operaciones; Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;	De acuerdo con el presente artículo, la empresa constructora se registrará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como generador de residuos peligrosos, conforme a la clasificación establecida en el reglamento. Con lo anterior se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto.

Artículo	Vinculación jurídica
A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada. En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.	
Artículo 65. Los generadores o prestadores de servicios que soliciten prórroga de seis meses adicionales para el almacenamiento de residuos peligrosos presentarán ante la Secretaría una solicitud con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado por la Ley para el almacenamiento, la cual contendrá la siguiente información: Nombre, denominación o razón social y número de registro o autorización, según corresponda, y Justificación de la situación de tipo técnico, económico o administrativo por la que es necesario extender el plazo de almacenamiento. La Secretaría dará respuesta a la solicitud en un plazo máximo de diez días hábiles, de no darse respuesta en dicho plazo se considerará que la prórroga ha sido autorizada.	Los residuos que se generen como resultado de las obras y/o actividades del Proyecto serán depositados temporalmente en contenedores, previamente etiquetados para después ser puestos a disposición de una empresa contratada por el Promovente o la constructora del Proyecto, en donde dicha empresa se encargará de su tratamiento, manejo y disposición final en conformidad con las disposiciones aplicables de la LGPGIR y de este Reglamento.
Artículo 68. Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. 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, y Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos proporcionarán:	Se dará cumplimiento a este precepto, pues una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o exista la suspensión de la actividad generadora de sus residuos, se notificará a la autoridad tal determinación.

Artículo	Vinculación jurídica
La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos; La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación; El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo; El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación, y El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores. Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.	
Artículo 71. Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán: I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: Nombre del residuo y cantidad generada; Características de peligrosidad; Área o proceso donde se generó; Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.	Para dar cumplimiento a este precepto, se elaborará una bitácora para el registro de los residuos peligrosos generados durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción del Proyecto, los generados en etapas de mantenimiento se manejarán en conformidad a como lo establece la LGPGIR y este Reglamento. Asimismo, se cumplirá en todo momento con los requisitos señalados en este artículo para la integración de datos en las bitácoras de registro de residuos.

Artículo	Vinculación jurídica
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; 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 se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.	El almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen en las etapas de Preparación del sitio y Construcción del Proyecto se realizará de conformidad por este precepto, pues estos serán separados y dispuestos en contenedores previamente etiquetados de acuerdo con su naturaleza, evitando fugas, derrames que contaminen el suelo y así garantizando la seguridad de las personas, los trabajadores y los recursos naturales aún presentes en el ecosistema.
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. No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a seis meses, sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el promovente tramitarán la prórroga a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, en tiempo y forma.	No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a seis meses; sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el Promovente tramitarán la prórroga ante la autoridad.

3.5 Cumplimiento de las regulaciones en materia de vías de comunicación.

3.5.1 Ley de caminos, puentes y autotransporte federal.

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

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

Vinculación

El presente proyecto corresponde a una vía general de comunicación y se relaciona de manera directa con la presente ley (últimas reformas publicadas DOF 15-11-2023), por lo que está regulando por todas las etapas.

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

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

II.- Construir y conservar caminos y puentes;

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

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

Vinculación

En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la administración pública federal (como es este caso), construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de los mismos. Asimismo, establece que son parte de las vías generales de comunicación de los terrenos necesarios para el derecho de la vía, las obras y construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas. Por lo anterior, esta Ley se vincula con el proyecto, por tratarse de una vía general de comunicación, cuyo mantenimiento y rehabilitación es promovida por la Secretaría de la Defensa Nacional como parte de las obras auxiliares del macroproyecto del Tren Maya.

3.5.2 Ley de vías generales de comunicación.

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

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

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

Vinculación

Esta Ley (última reforma publicada DOF 03-05-2023) establece que las vías generales de comunicación quedan sujetas exclusivamente a los poderes federales. El Gobierno federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo, o en cooperación con las autoridades locales, así como, el ejecutivo ejercitará sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. En este caso, se vincula el presente proyecto con esta Ley por tratarse una vía general de comunicación en el Estado de Quintana Roo, además de que es un proyecto que pretende llevar a cabo la Secretaría de la Defensa Nacional a través de particulares, previo conocimiento y autorización de las autoridades correspondientes.

El análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto considero la ubicación, dimensiones características y obras de este, así como las condiciones actuales del medio abiótico y biótico de la zona, para identificar y describir la concordancia de las obras y actividades a llevar a cabo, con los lineamientos establecidos en las leyes y normas ambientales aplicables de carácter federal, estatal

y municipal, y sustentar con ello la viabilidad del proyecto. Por lo que, concluimos que no existen criterios explícitos dentro de este marco normativo que indique que el proyecto contraviene con las disposiciones jurídicas analizadas.

3.5.3 Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

De acuerdo con la naturaleza del proyecto y a las actividades que se contemplan para su ejecución, la LEEEPA del Estado de Quintana Roo establece ciertas obligaciones a ser consideradas en materia de emisión de contaminantes por fuentes móviles, así como en materia de prevención de contaminación de suelo, y de generación, manejo y disposición de residuos industriales (no peligrosos y de manejo especial), así como de residuos sólidos urbanos (última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado el 21 de diciembre de 2023).

El proyecto observará las obligaciones establecidas y definirá acciones que permitan asegurar el cumplimiento de la Ley Estatal. La observación de estas obligaciones se considera principalmente para la etapa de preparación de sitio y desarrollo del proyecto.

CAPITULO III

Emisión de Contaminantes Generados por Fuentes Móviles

Artículo 116.- Las emisiones de contaminantes generadas por fuentes móviles, que circulen en el territorio estatal, no deberán rebasar los límites máximos permisibles señalados en las normas oficiales mexicanas.

CAPITULO V

Prevención y Control de la Contaminación del Suelo y del Subsuelo

Artículo 137.- La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Artículo 138.- Para los efectos del presente capítulo, queda prohibido descargar, derramar o depositar cualquier tipo de desechos orgánicos, inorgánicos, sustancias líquidas, o sólidos urbanos o de manejo especial o infiltración de sus lixiviados, en la vía pública, carreteras estatales, caminos rurales y cualquier otro sitio no autorizado para tal fin.

CAPITULO VII

Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial

Artículo 149.- En lo respectivo a la materia de Residuos Sólidos urbanos y de manejo especial, se deberán observar las disposiciones establecidas en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, así como su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas, los programas y demás disposiciones jurídicas en la materia.

CAPITULO VIII



Prevención y Control de la Contaminación Visual, Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica.

Artículo 161.- Quedan prohibidas las emisiones contaminantes ocasionadas por ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas. La Secretaría y los Municipios adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

Vinculación

La vinculación de la Ley Estatal con las actividades del proyecto se traduce en las acciones que se propone para la mitigación de ciertos impactos como lo es el mantenimiento de fuentes móviles para reducir sus emisiones y cumplir con lo establecido en esta materia. Además, se elaboró para este proyecto un plan de manejo integral de los residuos, donde se describe el manejo para todos los residuos que se puedan generar asociados a las actividades del proyecto, observando los términos establecidos por la ley. Así también, se asegurará de la correcta disposición de los residuos sólidos urbanos en sitios autorizados para ello y evitando la contaminación del suelo por un mal manejo.

El análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto considero la ubicación, dimensiones características y obras de este, así como las condiciones actuales del medio abiótico y biótico de la zona, para identificar y describir la concordancia de las obras y actividades a llevar a cabo, con los lineamientos establecidos en las leyes y normas ambientales aplicables de carácter federal, estatal y municipal, y sustentar con ello la viabilidad del proyecto. Por lo que, concluimos que no existen criterios explícitos dentro de este marco normativo que indique que el proyecto contraviene con las disposiciones jurídicas analizadas.

3.6 Tratados Internacionales

3.6.1 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) tiene como objetivo fomentar la identificación, protección y preservación del patrimonio cultural y natural de todo el mundo considerado de valor excepcional para la humanidad. Esto se materializa en un tratado internacional denominado Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, adoptado por la UNESCO en 1972.
Lo que hace que el concepto de Patrimonio Mundial sea excepcional es su aplicación universal. Los sitios del Patrimonio Mundial pertenecen a todos los pueblos del mundo, independientemente del territorio en el que se encuentren.

Actualmente la lista del Patrimonio Mundial la conforman 1223 sitios, de los cuales 952 son del tipo cultural, 231 natural y 40 mixtos

La reserva de la biosfera Sian Ka’an, es uno de los 231 sitios naturales considerado como Patrimonio Mundial.

La reserva de la biosfera de Sian Ka'an, fue inscrita dentro de la lista de Patrimonio Mundial en el año 1987, bajo el número de expediente 410, con los Criterios de selección N (iii) y N (iv), es importante señalar que estos criterios estuvieron vigentes hasta los lineamientos operativos del 2002, posteriormente en 2005 los criterios mencionados se cambiaron a (vii) (x), actualmente vigentes.

Criterios operativos	Criterio Cultural						Criterio Natural			
(año)										
2002	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
2005	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(viii)	(ix)	(vii)	(x)

Criterios de selección

(i)

representar una obra maestra del genio creativo humano;

(ii)

exhibir un intercambio importante de valores humanos, a lo largo del tiempo o dentro de un área cultural del mundo, sobre avances en arquitectura o tecnología, artes monumentales, planificación urbana o diseño paisajístico;

(iii)

aportar un testimonio único o al menos excepcional de una tradición cultural o de una civilización viva o desaparecida;

(iv)

ser un ejemplo sobresaliente de un tipo de edificio, conjunto arquitectónico o tecnológico o paisaje que ilustre (una) etapa(s) significativa(s) de la historia humana;

(v)

ser un ejemplo destacado de asentamiento humano tradicional, de uso de la tierra o del mar que sea representativo de una cultura (o culturas), o de la interacción humana con el medio ambiente, especialmente cuando éste se ha vuelto vulnerable bajo el impacto de un cambio irreversible;

(vi)

estar asociado directa o tangiblemente con acontecimientos o tradiciones vivas, con ideas o creencias, con obras artísticas o literarias de excepcional importancia universal. (El Comité considera que este criterio debería utilizarse preferiblemente junto con otros criterios);



(vii)

contener fenómenos naturales superlativos o áreas de excepcional belleza natural e importancia estética;

(viii)

ser ejemplos destacados que representan etapas importantes de la historia de la Tierra, incluido el registro de la vida, procesos geológicos significativos en curso en el desarrollo de las formas del relieve o características geomorfológicas o fisiográficas significativas;

(ix)

ser ejemplos destacados que representen importantes procesos ecológicos y biológicos en curso en la evolución y el desarrollo de los ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos y de las comunidades de plantas y animales;

(x)

contener los hábitats naturales más importantes y significativos para la conservación in situ de la diversidad biológica, incluidos aquellos que contienen especies amenazadas de valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia o la conservación.



Tabla 22. vinculación con los criterios de selección del Patrimonio Mundial

Criterio	Vinculación
Criterio (vii): La estética y la belleza de Sian Ka'an se derivan de la relativamente tranquila interfaz entre el mar y la tierra a lo largo de una costa bien conservada. El mosaico de elementos del paisaje es diverso en formas, figuras y colores, lo que permite vistas e impresiones intrigantes. Entre los fenómenos naturales notables y raros se encuentran los "Cenotes", sumideros naturales llenos de agua que albergan comunidades especializadas de vida, y los "Petenes", islas de árboles que emergen de los pantanos. Ambos están conectados por sistemas subterráneos de agua dulce, y juntos forman un tesoro invaluable y frágil para las generaciones futuras.	El desarrollo del proyecto se espera no impacte de manera negativa la estética que actualmente ostenta la reserva, esto aunado a la aplicación precisa del **Programa de Vigilancia Ambiental y los programas específicos** que los componen, instrumentos que servirán para verificar el cumplimiento de las medidas diseñadas y la evaluación del éxito de las mismas. Aunado a lo anterior, la operación del proyecto procura una vía de tránsito ágil y seguro para el personal de vigilancia de la reserva, así mismo, dotará de un acceso dinámico a los investigadores que arriben a la reserva para hacer trabajos académicos y de investigación. Dentro de los alcances de los programas específicos se encuentra la propuesta de restauración de una zona de manglar en el área denominada el Playón, con lo cual se fortalecerán los trabajos de conservación del paisaje del patrimonio
Criterio (x): La escala y el estado de conservación de Sian Ka'an y la diversidad de su ecosistema sustentan una fascinante variedad de formas de vida. Se han confirmado más de 850 plantas vasculares, incluidas 120 especies leñosas, en lo que se supone que es un inventario aún incompleto. En términos de fauna, entre los más de 100 mamíferos documentados, destacan especies en peligro de extinción como el mono araña de manos negras, el mono aullador negro de Yucatán y el tapir centroamericano. En las aguas costeras se encuentra una pequeña población del vulnerable manatí antillano. Se han registrado unas 330 especies de aves, 219 de las cuales se reproducen en Sian Ka'an. Los anfibios y reptiles están representados por más de 40 especies registradas, entre ellas el vulnerable cocodrilo americano y cuatro de las seis especies de tortugas que se encuentran a lo largo de la costa mexicana, todas reproduciéndose dentro de la propiedad. El aislamiento de algunos de los "Cenotes" condujo a la evolución de varias especies que son endémicas localmente de sumideros individuales. Con unas 80 especies registradas de corales formadores de arrecifes, la parte del	El proyecto cumplirá con el respeto y la protección a estos criterios de selección mediante la aplicación del **Programa de Vigilancia ambiental y programas específicos** que lo componen, particularmente será mediante los **programas de Rescate de flora y fauna** que si bien, las actividades de cambio de uso de suelo **no se llevarán dentro del polígono de la ANP**, estos programas prevendrán cualquier interacción que pudiera llegar con las especies y poblaciones dentro de la reserva, particularmente la aplicación del **programa de Ahuyentamiento y rescate de fauna** dotará de los mecanismos de protección necesarios a las especies faunísticas durante los procesos de preparación y construcción del proyecto, así mismo, la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

Arrecife Mesoamericano dentro de la propiedad es una de las más ricas de México. Junto con muchos otros hábitats acuáticos, alberga más de 400 especies de peces y una gran variedad de vida marina.	



Requisitos de protección y gestión

Después del abandono histórico de la zona, la inaccesibilidad, las inundaciones frecuentes y los suelos pobres permitieron siglos de regeneración natural, hasta que los planes gubernamentales fomentaron la extracción de madera y el desmonte de tierras para pasturas de ganado en el siglo XX. Los efectos no deseados del desarrollo descontrolado llevaron a la creación de una reserva natural en 1982, consolidada en 1986 cuando el área fue categorizada como reserva nacional de la biosfera por Decreto Presidencial y también reconocida internacionalmente. Más recientemente, Sian Ka'an también fue reconocido como parte de un vasto Humedal de Importancia Internacional bajo la Convención de Ramsar. La gran propiedad es de propiedad federal con la excepción de una pequeña parcela de tierra privada de alrededor del uno por ciento del área total en la costa norte. Hoy en día, la Agencia Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP) bajo la Secretaría de Medio Ambiente (SEMARNAT) está a cargo de la gestión, cooperando con socios en todos los niveles de gobierno. Un programa de gestión debe guiar todas las actividades y la zonificación. La participación de las comunidades locales, representantes gubernamentales, la academia y organizaciones no gubernamentales en la gestión se promueve a través de un Consejo Asesor.

Sian Ka'an es susceptible a tormentas tropicales frecuentes y fuertes. La barrera de arrecifes proporciona protección natural a la costa, un ejemplo elocuente de cómo la conservación contribuye a la preparación ante desastres. En cuanto al impacto humano, la inaccesibilidad protege grandes extensiones de la propiedad. Además de los pueblos pesqueros costeros de Punta Allen y Punta Herrero, hay pocos residentes permanentes en la propiedad. Sin embargo, la caza, la pesca y la recolección de productos forestales están muy extendidas. La pesca deportiva y la pesca comercial para abastecer a los centros turísticos cercanos han provocado una marcada disminución de algunas especies, en particular la langosta espinosa. Se necesitan respuestas de gestión. La agricultura al norte de la propiedad conlleva riesgos de contaminación y los incendios provocados para despejar el terreno se han propagado repetidamente a la propiedad. Se informa sobre especies invasoras exóticas, principalmente a lo largo de los caminos de tierra en la tierra, pero también en el océano. Sin embargo, el principal sector económico que impacta directa e indirectamente en la propiedad es el turismo. Los albergues y clubes de pesca, los pequeños hoteles, las cabañas y los parques de caravanas son las manifestaciones visibles dentro de la propiedad. El turismo ha alcanzado proporciones de turismo de masas en algunas partes de la costa de Yucatán y la propiedad se encuentra en las cercanías de Tulum y Cancún, dos de las principales atracciones turísticas de Yucatán. La urbanización costera asociada, con problemas de basura y aguas residuales bien documentados, por ejemplo, requiere respuestas de monitoreo y gestión. Los intentos de fomentar formas de turismo de bajo impacto en la propiedad para promover la conciencia pública y la educación de los visitantes, pero también como fuente de financiación para la conservación, merecen ser consolidados.

Vinculación

El proyecto es congruente con los requisitos de protección y gestión determinados por la UNESCO, debido a que la obra beneficiará a la vigilancia y protección de la reserva, brindando de una vía segura y moderna para el desplazamiento de los guardabosques, de la misma forma se busca con

las obras adicionales consolidar el turismo de bajo impacto dentro de la misma, proveyendo de la infraestructura necesaria para realizar las actividades turísticas y de investigación que se apegan al plan de manejo de la reserva. De la misma forma, durante la preparación y construcción del proyecto se vigilará el apego al reglamento de la reserva y los requisitos del organismo internacional, con base en la aplicación de los programas ambientales que integran el programa de vigilancia ambiental, que será de aplicación obligatoria en todas las etapas del proyecto, dentro de los cuales destacan la protección dela vida silvestre mediante la aplicación del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, el correcto manejo de los residuos mediante la aplicación del programa de manejo integral de los residuos, de la protección de los flujos hidrológicos y prevención de la erosión mediante la aplicación del programa de conservación de suelos y agua y la construcción de obras de drenaje transversal diseñadas y ubicadas con base en los resultados del estudio hidrodinámico, con respecto a la problemática de descarga de aguas residuales se propone la instalación de dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), las cuales se encargarán de sanear bajo los parámetros de la NOM-001-CONAGUA-2011, las aguas que provengan de los servicios sanitarios dentro de las obras adicionales del proyecto, cabe señalar que estas aguas no se verterán a cuerpos de agua superficial o subterránea, sino que, se utilizarán para el riego de las áreas verdes, el resto de las aguas será retirado con Pipas para ser utilizada en otros proyectos.

3.6.2 Identificación de Impactos ambientales potenciales al Patrimonio Mundial

Actualmente las evaluaciones del impacto fundamentan el proceso de toma de decisiones al estudiar las consecuencias que pueden tener las actividades propuestas en el entorno o, en el caso de los bienes del patrimonio mundial, en su valor universal excepcional. Es importante antes de tomar decisiones o adoptar medidas con carácter irreversible, se realicen evaluaciones de este tipo, de modo que las constataciones sienten realmente las bases de la decisión definitiva.

En este tenor, se realizó la evaluación de impactos ambientales potenciales que el proyecto pueda traer al Patrimonio Mundial, con base en las herramientas descritas en el apéndice Herramientas del Borrador_Manual y Caja de Herramientas para las evaluaciones del Impacto ambiental, obteniendo lo siguientes resultados:

ELEMENTO DE LA ACTIVIADD PROPUESTA	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO	FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	REVERSIBILIAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	DURACIÓN DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	NIVEL DE CAMBIO EN EL ATRIBUTO	CALIDAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Modernización del camino existente	Ecosistema	Fragmentación del hábitat por modernización del camino existente	Una vez	Corto plazo	Reversible	Permanente	Insignificante	Negativo	IMPACTO NEGATIVO LEVE
Presencia de trabajadores durante los trabajos de modernización	Fauna	Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	Intermitente	Corto plazo	Irreversible	Temporal	Moderado	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO
Presencia de maquinaria durante los trabajos de modernización		Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y modernización del camino eh instalaciones	Intermitente	Corto plazo	Irreversible	Temporal	Moderado	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO

ELEMENTO DE LA ACTIVIADD PROPUESTA	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO	FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	REVERSIBILIAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	DURACIÓN DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	NIVEL DE CAMBIO EN EL ATRIBUTO	CALIDAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	EVALUACIÓN DEL IMPACTO
		Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Intermitente	Corto plazo	Irreversible	Temporal	Grande	Negativo	IMPACTO NEGATIVO IMPORTANTE
Residuos orgánicos dejados por el personal durante los trabajos de modernización del camino existente		Atracción de fauna nociva u oportunista	Intermitente	Corto plazo	Reversible	Temporal	Moderado	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO
Incremento en circulación vehicular por operación del proyecto		Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Constante	Largo Plazo	Reversible	Permanente	Grande	Negativo	IMPACTO NEGATIVO IMPORTANTE

ELEMENTO DE LA ACTIVIADD PROPUESTA	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO	FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	REVERSIBILIAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	DURACIÓN DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	NIVEL DE CAMBIO EN EL ATRIBUTO	CALIDAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Residuos generados tanto por el personal que trabaje en la modernización del camino como por los visitantes a a la reserva durante la operación del proyecto	Calidad del terreno	Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	Intermitente	Corto plazo	Reversible	Temporal	Moderado	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO
Residuos generados durante las actividades de modernización del camino		Generación de residuos de manejo especial	Intermitente	Corto plazo	Reversible	Temporal	Moderado	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO
Residuos generados durante las actividades de modernización del camino		Generación de residuos peligrosos	Intermitente	Corto plazo	Reversible	Temporal	Grande	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO
Residuos generados tanto por el personal que trabaje en la modernización del camino como por los visitantes a a la reserva durante la operación del proyecto	Calidad del agua	Generación de aguas residuales sanitarias	Intermitente	Corto plazo	Reversible	Temporal	Moderado	Negativo	IMPACTO NEGATIVO MODERADO

ELEMENTO DE LA ACTIVIADD PROPUESTA	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO	FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	REVERSIBILIAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	DURACIÓN DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	NIVEL DE CAMBIO EN EL ATRIBUTO	CALIDAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Presencia de vehículos, personal y maquinaria durante los trabajos de modernización del camino existente	Paisaje	Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria	Una vez	Corto plazo	Reversible	Permanente	Insignificante	Negativo	IMPACTO NEGATIVO LEVE
Modernización del camino existente	Ecosistema	La modernización del camino existente proveerá de una vía de acceso y transito ágil para el personal de vigilancia de la Reserva	Constante	Largo Plazo	Reversible	Permanente	Grande	Positivo	IMPACTO POSITIVO IMPORTANTE
Modernización del camino existente	Diversidad	La modernización del camino existente dotará de una vía de transito ágil y seguro para investigadores que desarrollen labores académicas y de investigación dentro de la Reserva	Constante	Largo Plazo	Reversible	Permanente	Grande	Positivo	IMPACTO POSITIVO IMPORTANTE

ELEMENTO DE LA ACTIVIADD PROPUESTA	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO	FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	REVERSIBILIAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	DURACIÓN DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	NIVEL DE CAMBIO EN EL ATRIBUTO	CALIDAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Incremento en arrivo de visitantes por operación del proyecto		La operación del camino supone un incremento en la derrama económica para la Reserva, recurso que favorecerá a los objetivos de manejo y conservación de la reserva	Constante	Largo Plazo	Reversible	Permanente	Grande	Positivo	IMPACTO POSITIVO IMPORTANTE
Modernización del camino existente	Social	Los trabajos de modernización generán trabajo temporal para los pobladores de las localidades cercanas	Intermitente	Corto plazo	Reversible	Temporal	Grande	Positivo	IMPACTO POSITIVO MODERADO
Modernización del camino existente	Social	La operación del camino responde a las necesidades de los pobladores de las localidades de Felipe Carrillo Puerto en su necesidad de obtener una salida al mar	Constante	Largo Plazo	Reversible	Permanente	Grande	Positivo	IMPACTO POSITIVO IMPORTANTE

ELEMENTO DE LA ACTIVIADD PROPUESTA	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO	FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	REVERSIBILIAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	DURACIÓN DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	NIVEL DE CAMBIO EN EL ATRIBUTO	CALIDAD DEL CAMBIO EN EL ATRIBUTO	EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Modernización del camino existente	Social	La modernización del camino dotará a la reserva de la infraestructura necesaria para brindar los servicios necesarios para el corecto desarrollo del turismo de bajo impacto	Constante	Largo Plazo	Reversible	Permanente	Grande	Positivo	IMPACTO POSITIVO IMPORTANTE

Como se puede apreciar en los resultados de la evaluación de impactos al Patrimonio Mundial, el desarrollo del proyecto sin considerar la aplicación de medidas de mitigación y compensación particulares puede acarrear impactos negativos importantes, en este sentido y dentro de la avaluación de impacto ambiental de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional en su capítulo 6, se muestran las medidas de mitigación y programas específicos que las contienen, con lo cual se observará que el nivel de significancia de estos no se manifieste.

En otro sentido los beneficios que el proyecto traerá a la Reserva de la Biosfera son un su mayoría importantes, debido a que beneficiaran no sólo a los objetivos de conservación, protección y manejo de la reserva, sino también, a los pobladores de las localidades cercanas en particular de Felipe Carrillo Puerto lo cuales requieren de una vía segura para comunicarse al mar, se generan empleos temporales y permanentes, se espera se incremente la cantidad de visitantes a la reserva y se explote el turismo de bajo impacto por parte de la reserva.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD: PARTICULAR PROYECTO "CAMINO ARTESANAL PUERTA AL MAR" DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO. Q. ROO."

CAPITULO IV

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. "Felipe Ángeles".



4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 9

4.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional regional (SAR) donde se pretende establecerse el proyecto **9**
4.1.2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 11

4. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 24

4.1 Delimitación del área de estudio **24**

4.2 Metodología de la delimitación del Área de Influencia (AI) **24**

4.3 Caracterización y análisis del área de estudio **31**
4.2.1. Aspectos abióticos 31
4.3.1.1 Clima 31
4.3.1.2 Geología y morfología 38
4.3.1.3 Fisiografía 42
4.3.1.4 Suelos 44
4.3.1.5 Hidrología 46
4.3.1.6 Hidrología subterránea. 48
4.3.1.7 Riesgos geológicos 51
4.2.2. Aspectos bióticos 55
4.3.1.8 Vegetación terrestre 55
4.3.1.9 Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la información vectorial serie VII de INEGI (2018) 55
4.3.1.10 Metodología de trabajo 60
4.3.1.11 Análisis de la información para la caracterización de la vegetación 77
4.3.1.12 Resultados 82
4.3.1.13 Área del proyecto (AP) 135
4.3.1.14 Fauna 168
4.3.1.15 Resultados por grupos faunísticos 184
4.3.1.16 Comparación a nivel comunidad por grupo faunístico 206
4.3.1.17 Paisaje 228
a) Medio socioeconómico 230

4.2.3. Diagnóstico ambiental **233**

Tabla 4-1. Coordenadas UTM del Sistema Ambiental Regional (Datum WGS84 Zona 16). 11
Tabla 4-1. Coordenadas del polígono del AI en formato UTM (Datum WGS 84 Z16). 26
Tabla 4-2. Climas dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). 31
Tabla 4-3. Temperaturas máximas, media, mínima y media normal promedio de la estación de Felipe Carrillo Puerto 23003. 32
Tabla 4-4. Precipitacion máxima, normal, diaria y promedio de la estación de Felipe Carrillo Puerto 23003. 33
Tabla 4-5. Clasificación de los vientos en el SAR 37
Tabla 4-6. Superficie por tipo de roca en SAR. 40

Tabla 4-7. Sistema de topoformas dentro del SAR. 42
Tabla 4-8. Edafología dentro del SAR 44
Tabla 4-9. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR 55
Tabla 4-10. Vegetación en el AP según Serie VII de INEGI 56
Tabla 4-11. Coordenadas de los polígonos de muestreos de vegetación en el SAR en formato WGS84-UTM 32616. 64
Tabla 4-12. Coordenadas de los sitios de muestreo del AP en formato WGS84-UTM. 67
Tabla 4-13: Valores empleados para la determinación del tamaño demuestra del SA. 68
Tabla 4-14: Valores de construcción de la curva de acumulación de especies (CAE). 71
Tabla 4-15. Rangos de valores para la altura (h) y el diámetro normal (DN), de los individuos arbóreos encontrados en el SAR 82
Tabla 4-16. Relación de nivel taxonómico por familia botánica de las especies encontradas en el SAR. 83
Tabla 4-17. Listado de especies registradas dentro de las actividades de muestreo, del SAR. 86
Tabla 4-18. Número de especies por estrato analizado dentro del SAR. 96
Tabla 4-19. Riqueza del estrato arbóreo, en el SAR. 96
Tabla 4-20. Riqueza del estrato arbustivo en el SAR 98
Tabla 4-21. Riqueza del estrato herbáceo, en el SAR. 100
Tabla 4-22. Riqueza del estrato epífito y trepador del SAR. 101
Tabla 4-23. Relación de individuos por especie y por estrato analizado en el SAR. 103
Tabla 4-24. Distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR. 107
Tabla 4-25: Datos dasométricos SBQ 110
Tabla 4-26. Datos dasométricos VM 111
Tabla 4-27. Datos dasométricos TV 111
Tabla 4-28. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado, en el SAR. 112
Tabla 4-29. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado en el SAR. 113
Tabla 4-30. Análisis de riqueza SBQ 114
Tabla 4-31. Análisis de riqueza MV 114
Tabla 4-32. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo en el SAR. 116
Tabla 4-33. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo en el SAR. 123
Tabla 4-34. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo en el SAR. 126
Tabla 4-35. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador, en el SAR. 128
Tabla 4-36. Indice de Valor de Importancia SBQ 131
Tabla 4-37. Indice de Valor de Importancia MV 132
Tabla 4-38. Indice de Valor de Importancia Tular (TV) 133
Tabla 4-39. . Relación de nivel taxonómico por familia botánica 135
Tabla 4-40. Número de especies por estrato analizado 136
Tabla 4-41. Riqueza del Estrato arbóreo en el AP 137
Tabla 4-42. Riqueza del Estrato herbáceo del AP. 139
Tabla 4-43. Riqueza del Estrato Epífit y trepadoras del AP. 140
Tabla 4-44. Riqueza del Estrato arbóreo de la comunidad MV del AP 141
Tabla 4-45. Clases diamétricas 143
Tabla 4-46. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado del AP 146

Tabla 4-47. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado en el AP. 147
Tabla 4-48. Indices de diversidad MV 148
Tabla 4-49. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo en el AP. 149
Tabla 4-50. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo en el AP. 150
Tabla 4-51. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo en el AP. 151
Tabla 4-52. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador, en el AP. 151
Tabla 4-53. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo del MV en el AP 152
Tabla 4-54. Comparativa vegetación de Manglar 153
Tabla 4-55. Comparativa IVI estrato arbóreo 154
Tabla 4-56. Comparación del IVI del estrato arbustivo entre ambas áreas de estudio 157
Tabla 4-57. Comparación del IVI del estrato herbáceo entre ambas áreas de estudio 158
Tabla 4-58. Comparación del IVI del estrato herbáceo entre ambas áreas de estudio 159
Tabla 4-59. Comparación de la diversidad por estrato dentro de ambas áreas de estudio 159
Tabla 4-60. Comparación de la serie de números de Hill por estrato dentro de ambas áreas de estudio 162
Tabla 4-61. Comparación de riqueza registrada 164
Tabla 4-62. Comparación de riqueza registrada a nivel general y por estrato 164
Tabla 4-63. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato arbóreo 164
Tabla 4-64. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato arbustivo. 165
Tabla 4-65. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato herbáceo 165
Tabla 4-66. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato epífito y trepador. 165
Tabla 4-67. Distribución de especies bajo Protección Nacional 165
Tabla 4-68. Distribución de especies bajo protección internacional 166
Tabla 4-69. Coordenadas de puntos de avistamiento de aves 172
Tabla 4-70. Coordenadas de puntos de avistamiento de aves 172
Tabla 4-71. Coordenadas de colocación de trampas Tomahawk 173
Tabla 4-72. Coordenadas de colocación de trampas Tomahawk 173
Tabla 4-73. Coordenadasd e puntos de muestreo intensivo SAR 174
Tabla 4-74. Coordenadas de muestreo intensivo AP 174
Tabla 4-75. Resultados CAE AP 175
Tabla 4-76. Resultados CAE AP 178
Tabla 4-77. Curva de acumulación de especies CAE 179
Tabla 4-78. Distribución de los taxa identificados 183
Tabla 4-79. Porcentaje de fauna identificada respecto a la literatura 184
Tabla 4-80. Resultados de anfibios AP 184
Tabla 4-81: Resultados de aves observadas 185
Tabla 4-82. Resulatdos de mamíferos observados 189
Tabla 4-83. Resultados de reptiles registrados 190
Tabla 4-84. Diversidad de grupos identificados 191
Tabla 4-85. Números de Hill por grupo faunístico 192
Tabla 4-86. Especies Protegidas identificadas en el AP 193
Tabla 4-87. especies identificadas en campo 194
Tabla 4-88. Grupos faunísticos reportados en el AP 196

Tabla 4-89. Porcentaje de fauna registrada en el AP con relación a la literatura 196
Tabla 4-90. Resultados del grupo de los anfibios 197
Tabla 4-91. Resultados grupo Aves 198
Tabla 4-92. Resultados grupo de mamíferos 201
Tabla 4-93. Resultados de grupo de reptiles 203
Tabla 4-94. Resultados de diversidad fauna AP 204
Tabla 4-95. Resultados númros de Hill AP 205
Tabla 4-96. Comparación de grupos faunísticos 207
Tabla 4-97. Comparación listados faunísticos entre SAR y AP. 207
Tabla 4-98. Comparación de especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 entre el AP y el SA. 211
Tabla 4-99 comparativa anfibios 212
Tabla 4-100 Comparativa Aves 213
Tabla 4-101 Comparativa mamíferos 216
Tabla 4-102 Comparativa reptiles 217
Tabla 4-103. Demografía del Municipio Felipe Carrillo Puerto 230
Tabla 4-104. Demografía del Municipio Felipe Carrillo Puerto 231
Tabla 4-105: Indicadores medibles y cuantificables de cambio en el sitio del Proyecto y SA. 233
Tabla 4-106. Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la SAR según el SIGEIA. 236

Figura 4.1. Delimitacion del Sistema Ambiental Regional 23
Figura 4.1 Se muestra el área de influencia definida por los efectos ecológicos que se extienden a diferentes distancias desde el camino. La mayoría de las distancias están basadas en estudios específicos. La distancia de la izquierda es arbitrariamente la mitad d 25
Figura 4.2. Polígono del AI. 26
Figura 4.3. Climas dentro del SAR. 32
Figura 4.4. Temperatura media anual dentro del SAR. 33
Figura 4.5. Precipitación media anual dentro del SAR. 34
Figura 4.6. Climograma de los resultados de temperatura y precipitación (contiene información de la estación Felipe Carrillo Puerto 23003). 36
Figura 4.7. Rosa de los vientos del área de Proyecto 38
Figura 4.8. Mapa de geología en el SAR. 41
Figura 4.9. Mapa de fisiografía en el SAR 43
Figura 4.10. Mapa de grupos edafológicos en el SAR. 45
Figura 4.11. Región Hidrológica 33 Yucatán Este 47
Figura 4.12. Ubicación del SAR y Ap, con respecto a la subcuenca Vigia Chico 48
Figura 4.13. Trayectoria y área de insidencia de los huracanes en la Península de Yucatán 50
Figura 4.14. Riesgo por Ciclones Tropicales 50
Figura 4.15. Riesgo por Fallas y Fracturas 52
Figura 4.16. Mapa de riesgo por disolución kárstica 53
Figura 4.17. Clasificación de riesgo por karsticidad en el área de proyecto 54

Figura 4.18. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR 56
Figura 4.19. Estado de conservación dentro de los usos de suelo dentro del SAR y el AP. 60
Figura 4.20. Diagrama del sitio de muestreo empleado..... 63
Figura 4.21. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). ... 72
Figura 4.22. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). 73
Figura 4.23. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza esperada con el índice de CHAO1 y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). 73
Figura 4.24. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del AP. 75
Figura 4.25. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del AP. 75
Figura 4.26. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza esperada con el índice de CHAO1 y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del AP. 76
Figura 4.27. Número de géneros por familia botánica dentro del SAR. 85
Figura 4.28. Número de especies de familia botánica dentro del SAR. 85
Figura 4.29. Géneros dentro del estrato arbóreo en el SAR. 97
Figura 4.30. Especies dentro del estrato arbóreo en el SAR. 98
Figura 4.31. Géneros del estrato arbustivo, del SAR. 99
Figura 4.32. Especies dentro del estrato arbustivo, del SAR. 100
Figura 4.33. Géneros dentro del estrato herbáceo, del SAR. 101
Figura 4.34. Especies dentro del estrato herbáceo, del SAR. 101
Figura 4.35. Géneros dentro del estrato epífito y trepador. 102
Figura 4.36. Especies dentro del estrato epífito y trepador. 102
Figura 4.37. Distribución de clases diamétricas por Nha-1 dentro de la comunidad forestal en el SAR.. 108
Figura 4.38. Distribución de clases diamétricas por m 2ha-1 dentro de la comunidad forestal. 109
Figura 4.39. Distribución de clases diamétricas por altura (h) media dentro de la comunidad forestal.. 109
Figura 4.40. Distribución de clases diamétricas por volumen total árbol (m3) dentro de la comunidad forestal. 110
Figura 4.41. Comparación de índices de biodiversidad alfa entre estratos presentes en el SAR. 113
Figura 4.42. Comparación de índices de biodiversidad alfa entre estratos del SAR, a través de los números de Hill. 113
Figura 4.43. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo, del SAR. 122
Figura 4.44. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo del SA. 125
Figura 4.45. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo del SAR. 127
Figura 4.46. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador del SAR. 131
Figura 4.47. IVI de las especies presentes dentro del arbóreo de la comunidad SBQ del SAR 132
Figura 4.48. Indice de Valor de Importancia MV. 133
Figura 4.49. Número de géneros por familia botánica..... 136
Figura 4.50. Número de especies de familia botánica 136
Figura 4.51. Géneros registrados por familia botánica del estrato arbóreo del AP. 137

Figura 4.52. Especies registradas por familia botánica dentro del estrato arbóreo en el AP 138
Figura 4.53. Géneros registrados por familia botánica dentro del estrato arbustivo en el AP 138
Figura 4.54. Especies registradas por familia botánica dentro del estrato arbustivo en el AP 139
Figura 4.55. Géneros dentro del estrato herbáceo del AP..... 139
Figura 4.56. Especies dentro del estrato herbáceo del AP. 140
Figura 4.57. Géneros dentro del estrato epífito trepador del AP 140
Figura 4.58. Especies dentro del estrato epífito trepador del AP..... 141
Figura 4.59. Géneros dentro del estrato arbóreo de la comunidad MV del AP..... 141
Figura 4.60. Especies dentro del estrato arbóreo de la comunidad MV del AP..... 142
Figura 4.61. Distribución de clases diamétricas por Nha-1 dentro de la comunidad forestal en el AP. ... 144
Figura 4.62. Distribución de clases diamétricas por m 2ha-1 dentro de la comunidad forestal. 144
Figura 4.63. Distribución de clases diamétricas por altura (h) media dentro de la comunidad forestal.. 145
Figura 4.64. Distribución de clases diamétricas por volumen total árbol (m3) dentro de la comunidad forestal. 145
Figura 4.65. Comparación de índices de biodiversidad alfa ente estratos en el AP..... 147
Figura 4.66. Comparación de índices de biodiversidad alfa entre estratos a través de los números de Hill. 148
Figura 4.67. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo, del AP. 150
Figura 4.68. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador del AP. 152
Figura 4.70. Comparación de la diversidad del estrato arbóreo..... 160
Figura 4.71. Comparación de la diversidad del estrato arbustivo..... 161
Figura 4.72. Comparación de la diversidad del estrato herbáceo..... 161
Figura 4.73. Comparación de la diversidad del estrato epífito y trepador..... 162
Figura 4.74. Comparación se la serie de números de Hill del estrato arbóreo..... 162
Figura 4.75. Comparación se la serie de números de Hill del estrato arbustivo..... 163
Figura 4.76. Comparación se la serie de números de Hill del estrato herbáceo..... 163
Figura 4.77. Comparación se la serie de números de Hill del estrato epífito trepador 163
Figura 4.78. Esquema de busqueda de huellas y excretas..... 169
Figura 4.79. Esquema de busqueda de herpetofauna 170
Figura 4.80. Esquema de busqueda intensiva..... 171
Figura 4.81. Curva de acumulación de especies CAE 177
Figura 4.82. Cuerva de especies observadas 177
Figura 4.83. Curva de Chao 1..... 178
Figura 4.84. Curva de especies observadas 180
Figura 4.85. Curva de riqueza esperada Chao 1 180
Figura 4.86. Abunancia de anfibios por especie..... 185
Figura 4.87. Abundancia de anfibios por familia 185
Figura 4.88. Abundancia de aves por especie..... 188
Figura 4.89. Abundancia de aves por familia 188
Figura 4.90. Abundancia de mamíferos por familia..... 189
Figura 4.91. Abundancia de mamíferos por especie..... 190
Figura 4.92. Abundancia de reptiles por especie 191

Figura 4.93. Abundancia por familia de reptiles 191
Figura 4.94. Abundancia de grupos faunísticos..... 192
Figura 4.95. Comparación de grupos indentificados 193
Figura 4.96. Abundancia de anfibios por especie..... 197
Figura 4.97. Abundancia de anfibios por familia 198
Figura 4.98. Abundancia de aves por especie..... 200
Figura 4.99. Abunancia de aves por familia..... 201
Figura 4.100. Abundancia de mamíferos por especie..... 202
Figura 4.101. Abundancia de mamíferos por familia 202
Figura 4.102. Abundancia de reptiles por especie 203
Figura 4.103. Abundancia de reptiles por familia..... 204
Figura 4.104. Resultados de diversidad por grupo faunístico 205
Figura 4.105. Comparación números de Hill..... 206
Figura 4.106. Comparación números de Hill aves 206
Figura 4.107 comparativa anfibios 213
Figura 4.108. Comparativa entre el grupo de las aves 216
Figura 4.109. Comparativo grupo de los mamíferos..... 217
Figura 4.110. Comparación entre el grupo de los reptiles..... 218
Figura 4.111. Comparación entre índices de diversidad alfa 219
Figura 4.112. Comparación números de Hill anfibios 220
Figura 4.113. Comparación números de Hill aves 220
Figura 4.114. Comparación números de Hill mamíferos 221
Figura 4.115. Comparación números de Hill reptiles..... 221
Figura 4.116. Gráfica del indice similitud de Jaccard SAR y AP..... 222
Figura 4.117. Gráfica del indice de distancia de Bray-Curtis entre el SAr y el AP..... 222
Figura 4.118. Distribución nacional de Litobathes brownorum de acuerdo con Conabio (2023). 223
Figura 4.119. Distribución nacional de Eucometis penicillata de acuerdo con Conabio (2023). 223
Figura 4.120. Distribución nacional de Eupsittula nana de acuerdo con Conabio (2023). 224
Figura 4.121. Distribución nacional de Meleagris ocellata de acuerdo con Conabio (2023). 224
Figura 4.122. Distribución nacional de Tigrisoma mexicanum de acuerdo con Conabio (2023). 224
Figura 4.123. Distribución nacional de Ctenosaura similis de acuerdo con Conabio (2023). 225
Figura 4.124 Distribución nacional de Boa Imperator de acuerdo con Conabio (2023). 225
Figura 4.125.Distribución nacional de Iguana iguana de acuerdo con Conabio (2023)..... 226
Figura 4.126. Distribución nacional de Meleagris ocellata de acuerdo con Conabio (2023). 227
Figura 4.127. Distribución nacional de Ortalis vetula de acuerdo con Conabio (2023). 227
Figura 4.128. Distribución nacional de Cuniculus paca de acuerdo con Conabio (2023). 227
Figura 4.129. Distribución nacional de Nasua narica de acuerdo con Conabio (2023)..... 228
Figura 4.130 Distribución nacional de Trogon melanocephalus de acuerdo con Conabio (2023). 228
Figura 4.131. Distribución de la población analfabeta de Felipe Carrillo Puerto 231
Figura 4.132. Porcentaje de carencias sociales en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto 232

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

4.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional regional (SAR) donde se pretende establecerse el proyecto

La importancia de describir el Sistema Ambiental Regional Regional (SAR) para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero o sin proyecto, de la zona donde se pretende construir el mismo, para después poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos, como benéficos, que resulten de la ejecución del proyecto, cuyas alternativas, diseño y medidas de mitigación se propongan de acuerdo con los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

La delimitación del SAR, tiene el objetivo de definir la unidad geográfica de referencia para la evaluación de impacto ambiental; esta unidad geográfica debe abarcar los ecosistemas con relevancia para el proyecto evaluado y en los cuales el desarrollo y operación del mismo podría influir.

Un ecosistema es un súper organismo con una complejidad organizacional con múltiples interacciones y recursividad. No es un concepto espacial, y por consiguiente, no se le atribuye una delimitación geográfica clara (Alessandro & Pucciarelli, 2012). Al conformar los ecosistemas sistemas continuos, sin fronteras y carecer de barreras definidas, se hace evidente la dificultad para establecer la delimitación de estos. No obstante, para la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia el cual, al tener límites territoriales, permite concretar el ámbito de análisis. A través de esta noción de SAR, es posible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes, y prever cómo y en qué nivel el proyecto va a influir en los procesos que se llevan a cabo.

Para lograr lo anterior, se hace necesario realizar un análisis del territorio, con un enfoque sistémico y holístico que permita obtener una visión integral de los componentes y procesos que se tienen lugar, a distintas escalas, en el área del proyecto.

Para llevar a cabo el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (2007) adopta una aproximación por subsistemas y menciona los siguientes

- Medio físico: elementos y procesos naturales del territorio.
- Población: sus actividades de producción, consumo y relación social.
- Sistema de asentamientos: el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- Marco legal e institucional: regula y administra las reglas de funcionamiento.

Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Así, para diagnosticar el sistema territorial, se utilizó el software de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS 10.5, con el objetivo de lograr una visión integral del área a distintas escalas espaciales.

En relación con la definición geográfica del SAR, se considera primeramente los puntos requeridos en la Guía de la MIA Regional de SEMARNAT:

- La descripción del SAR puede contener uno o más ecosistemas, cuyas tendencias de desarrollo y deterioro ambiental es imprescindible analizar y determinar para lograr la identificación y evaluación eficiente del impacto del proyecto sobre dicho ecosistema.
- El tipo o la naturaleza de los impactos que se generan en el SAR y que podrían verse incrementados por el establecimiento del proyecto. En la modalidad regional, la evaluación ambiental de los impactos acumulativos que se desarrollan en el SAR y la forma como el proyecto puede incrementar el nivel de acumulación o residualidad, es uno de los contenidos fundamentales del estudio que se integre a la MIA-R.
- El SAR puede acotarse a las delimitaciones regionales concretas tales como: cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras. Su mayor utilidad es la de comparar alternativas reales en el contexto del territorio, dándole a la gestión de un proyecto, o conjunto de proyectos dentro de un plan o programa, un enfoque hacia el desarrollo sustentable.

Para delimitar el SAR se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados. Debe delimitarse analítica y gráficamente el SAR de la región de estudio 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 interactuará en espacio y tiempo. Es fundamental, definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados.

Considerando lo anterior, para la delimitación del SAR de este Proyecto, se realizó el análisis de información espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Se analizaron las capas de interés de acuerdo con lo descrito anteriormente, considerando la naturaleza de los impactos del Proyecto y los ya existentes en la región. Mediante la capa del uso de suelo y vegetación del INEGI, serie VI se identificó una extensión heterogénea, con uso de suelo de Agricultura de Temporal, Vegetación hidrófila, Pastizal inducido, Selva Baja Caducifolia, entre otros.

Se analizó, además, la topografía de la región, ya que los parteaguas son definidos por sistemas topográficos, donde fluyen corrientes superficiales mediante los puntos de mayor elevación del relieve. Estos suelen ser límites bien definidos, que permiten analizar un espacio geográfico la disponibilidad, calidad y permanencia de los recursos naturales. A pesar de ello se observa que la uniformidad y la continuidad de los componentes ambientales son distintos en la parte baja o el valle en el que se encuentra el área del Proyecto a las de la serranía, cambiando abruptamente la vegetación y la topografía hacia la parte alta de esta, por lo que, la delimitación a partir de unidades de vegetación y parteaguas, no representan una unidad de evaluación eficiente.

Así mismo, se consideró la naturaleza de los impactos que se generarán con el Proyecto, siendo uno de los más significativos el impacto visual en la continuidad del SAR (contaminación visual por presencia de equipos e infraestructura), sin embargo, este impacto se ha generado desde hace más de 40 años, por las actividades agropecuarias, la presencia de la carretera federal, infraestructura y la presencia de zonas rurales y urbanas.

A razón de lo anterior, el SAR para el proyecto Camino Artesanal Puerta al Mar, bajo el enfoque de Gómez-Orea (2007), se delimitó mediante vías de comunicación localizadas alrededor del área del Proyecto. En la

porción Norte se delimito con la carretera Estatal Los Pozos-San Marcos, al Este con calles de la localidad de San Marcos Evangelista, la Sur con un camino de terracería y al Oeste con la Carretera Estatal 417 Acatlán de Juárez-Cd. Guzmán.

Sin embargo, en una pequeña porción al suroeste del SAR propuesto se continuó la delimitación considerando el Modelo Digital de Elevación, en el que se trazó una línea limítrofe mediante la cota 1,350 m, ya que, se observó que a partir de esa cota comienza a incrementar la elevación generando un cambio en la uniformidad y continuidad del resto del SAR.

4.1.2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Una vez evaluados los criterios básicos y específicos del proyecto es posible generar el SAR, del cual partirá la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación propuestas. Esta Sistema es el conjunto de los elementos bióticos, abióticos y sociales en los cuales tendrá injerencia el proyecto.

La figura siguiente muestra la delimitación del Sistema Ambiental Regional con la interacción de las capas de los criterios tomados y su posible relación entre sí.

Dicho polígono (SAR) se definió únicamente tomando las microcuencas Felipe Carrillo Puerto y Javier Rojo Gomez. El polígono cuenta con una superficie de 214,289.61 ha.

Tabla 4-1. Coordenadas UTM del Sistema Ambiental Regional (Datum WGS84 Zona 16).

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	422088	2167149	**448**	382601	2180714	**895**	452749	2194467	**1342**	439442	2187398
2	422390	2166496	**449**	382653	2180755	**896**	452776	2194611	**1343**	439387	2187259
3	422414	2166469	**450**	382752	2180838	**897**	452803	2194758	**1344**	439331	2187119
4	422461	2166443	**451**	382972	2180988	**898**	452829	2194907	**1345**	439331	2187118
5	422528	2166417	**452**	383403	2180981	**899**	452830	2194911	**1346**	439275	2186977
6	422585	2166401	**453**	383559	2181062	**900**	452858	2195059	**1347**	439274	2186976
7	422642	2166396	**454**	383622	2181231	**901**	452860	2195066	**1348**	439218	2186835
8	422714	2166408	**455**	383671	2181414	**902**	452891	2195214	**1349**	439217	2186833
9	422815	2166434	**456**	383776	2181574	**903**	452894	2195224	**1350**	439159	2186693
10	422900	2166460	**457**	383824	2181678	**904**	452931	2195370	**1351**	439157	2186689
11	422991	2166492	**458**	383864	2181768	**905**	452935	2195385	**1352**	439097	2186551
12	423085	2166526	**459**	383915	2181878	**906**	452980	2195527	**1353**	439095	2186546
13	423085	2166526	**460**	383925	2182354	**907**	452989	2195553	**1354**	439033	2186409
14	423182	2166561	**461**	383889	2182598	**908**	453046	2195691	**1355**	439030	2186403
15	423186	2166562	**462**	383874	2182858	**909**	453057	2195714	**1356**	438965	2186267
16	423282	2166596	**463**	383755	2183081	**910**	453099	2195795	**1357**	438961	2186260
17	423291	2166599	**464**	383762	2183493	**911**	453127	2195848	**1358**	438892	2186127
18	423388	2166629	**465**	384171	2184416	**912**	453135	2195862	**1359**	438886	2186116
19	423402	2166633	**466**	384325	2184788	**913**	453212	2195993	**1360**	438812	2185987
20	423522	2166665	**467**	384722	2185233	**914**	453216	2196000	**1361**	438797	2185962

21	423547	2166670	**468**	385389	2185805	**915**	453296	2196128	**1362**	438710	2185840
22	423667	2166691	**469**	385841	2186324	**916**	453376	2196256	**1363**	438697	2185823
23	423701	2166695	**470**	386309	2187024	**917**	453383	2196267	**1364**	438601	2185707
24	423824	2166702	**471**	386677	2187242	**918**	453469	2196392	**1365**	438591	2185695
25	423861	2166702	**472**	387695	2188042	**919**	453477	2196403	**1366**	438488	2185583
26	423970	2166695	**473**	387953	2188175	**920**	453569	2196525	**1367**	438485	2185580
27	424002	2166691	**474**	388244	2188347	**921**	453570	2196526	**1368**	438382	2185470
28	424114	2166671	**475**	388937	2188881	**922**	453606	2196573	**1369**	438284	2185364
29	424146	2166664	**476**	389066	2188927	**923**	453660	2196644	**1370**	438197	2185262
30	424255	2166632	**477**	389266	2189063	**924**	453739	2196754	**1371**	438122	2185160
31	424292	2166619	**478**	389548	2189149	**925**	453800	2196853	**1372**	438055	2185049
32	424389	2166576	**479**	390711	2190066	**926**	453833	2196928	**1373**	437987	2184926
33	424446	2166543	**480**	390810	2190118	**927**	453843	2197008	**1374**	437921	2184799
34	424539	2166474	**481**	390941	2190188	**928**	453837	2197125	**1375**	437856	2184670
35	424592	2166424	**482**	391292	2190256	**929**	453820	2197243	**1376**	437794	2184538
36	424631	2166363	**483**	391371	2190263	**930**	453787	2197373	**1377**	437733	2184405
37	424683	2166255	**484**	391417	2190243	**931**	453749	2197519	**1378**	437673	2184269
38	424713	2166121	**485**	391500	2190184	**932**	453742	2197551	**1379**	437613	2184133
39	424712	2166006	**486**	391599	2190128	**933**	453720	2197698	**1380**	437555	2183995
40	424707	2165955	**487**	391659	2190040	**934**	453717	2197733	**1381**	437496	2183856
41	424687	2165851	**488**	391776	2189959	**935**	453712	2197885	**1382**	437437	2183717
42	424684	2165836	**489**	391966	2189879	**936**	453712	2197914	**1383**	437437	2183717
43	424658	2165728	**490**	392161	2189673	**937**	453722	2198066	**1384**	437378	2183578
44	424636	2165630	**491**	392326	2189617	**938**	453728	2198105	**1385**	437321	2183446
45	424625	2165554	**492**	392624	2189301	**939**	453757	2198252	**1386**	437273	2183317
46	424623	2165470	**493**	392636	2189051	**940**	453768	2198292	**1387**	437228	2183179
47	424621	2165368	**494**	392883	2188779	**941**	453788	2198352	**1388**	437182	2183036
48	424623	2165288	**495**	393021	2188722	**942**	453816	2198432	**1389**	437179	2183028
49	424626	2165276	**496**	393164	2188283	**943**	453827	2198460	**1390**	437129	2182886
50	424635	2165271	**497**	393385	2188197	**944**	453891	2198597	**1391**	437122	2182869
51	424709	2165242	**498**	393556	2188196	**945**	453900	2198615	**1392**	437064	2182731
52	424791	2165220	**499**	393662	2189075	**946**	453972	2198749	**1393**	437046	2182697
53	424891	2165196	**500**	393701	2189131	**947**	453980	2198762	**1394**	436971	2182569
54	424894	2165195	**501**	393761	2189402	**948**	454059	2198891	**1395**	436938	2182523
55	424999	2165169	**502**	393949	2189417	**949**	454083	2198924	**1396**	436839	2182409
56	425014	2165165	**503**	394049	2189442	**950**	454165	2199025	**1397**	436832	2182403
57	425115	2165134	**504**	394107	2189431	**951**	454179	2199041	**1398**	436742	2182305
58	425147	2165122	**505**	394160	2189656	**952**	454190	2199054	**1399**	436674	2182211
59	425261	2165072	**506**	394298	2189752	**953**	454280	2199152	**1400**	436609	2182097
60	425325	2165034	**507**	394367	2189817	**954**	454315	2199202	**1401**	436542	2181972

61	425421	2164959	**508**	394665	2189762	**955**	454318	2199206	**1402**	436475	2181841
62	425477	2164902	**509**	395006	2189778	**956**	454336	2199287	**1403**	436408	2181708
63	425543	2164814	**510**	395688	2189908	**957**	454360	2199356	**1404**	436342	2181573
64	425575	2164760	**511**	395983	2190112	**958**	454400	2199417	**1405**	436340	2181571
65	425599	2164708	**512**	398007	2190886	**959**	454497	2199531	**1406**	436273	2181436
66	425621	2164659	**513**	398293	2191047	**960**	454558	2199609	**1407**	436270	2181432
67	425646	2164573	**514**	398547	2191059	**961**	454580	2199669	**1408**	436201	2181299
68	425662	2164451	**515**	398770	2191096	**962**	454593	2199768	**1409**	436197	2181292
69	425652	2164322	**516**	398970	2191091	**963**	454598	2199894	**1410**	436124	2181161
70	425618	2164214	**517**	399213	2191046	**964**	454593	2200031	**1411**	436119	2181152
71	425590	2164151	**518**	399420	2191062	**965**	454582	2200175	**1412**	436041	2181024
72	425528	2164045	**519**	399701	2191147	**966**	454568	2200323	**1413**	436033	2181011
73	425511	2164021	**520**	399930	2191165	**967**	454553	2200470	**1414**	435950	2180887
74	425450	2163936	**521**	400023	2191188	**968**	454537	2200617	**1415**	435941	2180874
75	425445	2163930	**522**	400419	2191180	**969**	454519	2200763	**1416**	435850	2180754
76	425382	2163849	**523**	400541	2191211	**970**	454500	2200910	**1417**	435842	2180743
77	425330	2163776	**524**	400572	2191168	**971**	454479	2201057	**1418**	435745	2180627
78	425296	2163721	**525**	400889	2190970	**972**	454457	2201204	**1419**	435739	2180619
79	425265	2163644	**526**	401689	2191456	**973**	454433	2201349	**1420**	435638	2180505
80	425243	2163567	**527**	403483	2191634	**974**	454408	2201495	**1421**	435631	2180498
81	425226	2163484	**528**	406473	2192370	**975**	454381	2201639	**1422**	435528	2180389
82	425218	2163411	**529**	409433	2193701	**976**	454364	2201730	**1423**	435524	2180385
83	425220	2163355	**530**	411027	2194582	**977**	454355	2201729	**1424**	435418	2180277
84	425247	2163341	**531**	412278	2194597	**978**	454331	2201727	**1425**	435412	2180271
85	425276	2163330	**532**	414182	2196029	**979**	454304	2201725	**1426**	435303	2180167
86	425336	2163307	**533**	414214	2196099	**980**	454150	2201723	**1427**	435297	2180161
87	425438	2163269	**534**	415372	2195909	**981**	454074	2201732	**1428**	435185	2180059
88	425455	2163261	**535**	417078	2196705	**982**	454003	2201760	**1429**	435182	2180057
89	425544	2163221	**536**	418761	2197286	**983**	453878	2201827	**1430**	435068	2179956
90	425654	2163175	**537**	422635	2197099	**984**	453833	2201857	**1431**	435066	2179954
91	425743	2163139	**538**	425550	2198093	**985**	453719	2201948	**1432**	434951	2179855
92	425835	2163103	**539**	429941	2198717	**986**	453702	2201962	**1433**	434951	2179855
93	425928	2163067	**540**	432153	2200217	**987**	453592	2202064	**1434**	434836	2179756
94	425930	2163066	**541**	434663	2201469	**988**	453582	2202074	**1435**	434725	2179659
95	426023	2163029	**542**	438542	2202362	**989**	453475	2202183	**1436**	434617	2179562
96	426029	2163027	**543**	441767	2203215	**990**	453471	2202187	**1437**	434514	2179465
97	426121	2162988	**544**	446304	2205229	**991**	453365	2202298	**1438**	434418	2179369
98	426125	2162986	**545**	450172	2206015	**992**	453262	2202405	**1439**	434370	2179317
99	426218	2162946	**546**	451116	2206696	**993**	453162	2202502	**1440**	434357	2179269
100	426220	2162945	**547**	451082	2206747	**994**	453065	2202587	**1441**	434351	2179180

101	426312	2162903	**548**	451058	2206838	**995**	452987	2202643	**1442**	434370	2179055
102	426313	2162903	**549**	451063	2206932	**996**	452910	2202674	**1443**	434373	2179026
103	426405	2162861	**550**	451096	2207019	**997**	452787	2202698	**1444**	434381	2178876
104	426406	2162861	**551**	451155	2207092	**998**	452636	2202727	**1445**	434376	2178802
105	426498	2162820	**552**	451234	2207143	**999**	452589	2202740	**1446**	434353	2178732
106	426587	2162779	**553**	451469	2207248	**1000**	452449	2202792	**1447**	434292	2178602
107	426676	2162740	**554**	451555	2207272	**1001**	452399	2202815	**1448**	434278	2178576
108	426765	2162703	**555**	451643	2207269	**1002**	452269	2202893	**1449**	434203	2178450
109	426874	2162659	**556**	451728	2207241	**1003**	452238	2202914	**1450**	434197	2178440
110	426982	2162620	**557**	451800	2207189	**1004**	452118	2203008	**1451**	434116	2178315
111	427081	2162587	**558**	451854	2207118	**1005**	452093	2203030	**1452**	434111	2178307
112	427160	2162569	**559**	451885	2207035	**1006**	451986	2203134	**1453**	434026	2178184
113	427241	2162567	**560**	451901	2206958	**1007**	451942	2203188	**1454**	434022	2178179
114	427325	2162572	**561**	452874	2205523	**1008**	451874	2203294	**1455**	433933	2178056
115	427424	2162581	**562**	452907	2205457	**1009**	451874	2203294	**1456**	433931	2178053
116	427441	2162582	**563**	453276	2204449	**1010**	451881	2203149	**1457**	433841	2177932
117	427568	2162585	**564**	453464	2204203	**1011**	451892	2203018	**1458**	433840	2177930
118	427574	2162585	**565**	453518	2204184	**1012**	451907	2202933	**1459**	433748	2177808
119	427671	2162586	**566**	453608	2204258	**1013**	451927	2202896	**1460**	433657	2177688
120	427759	2162590	**567**	453678	2204302	**1014**	451952	2202875	**1461**	433570	2177569
121	427767	2162591	**568**	453821	2204366	**1015**	452057	2202845	**1462**	433486	2177450
122	427870	2162598	**569**	453864	2204381	**1016**	452218	2202806	**1463**	433404	2177329
123	427976	2162606	**570**	454013	2204421	**1017**	452311	2202767	**1464**	433324	2177206
124	428083	2162615	**571**	454087	2204432	**1018**	452386	2202698	**1465**	433245	2177083
125	428088	2162615	**572**	454162	2204423	**1019**	452433	2202609	**1466**	433174	2176965
126	428195	2162623	**573**	454294	2204391	**1020**	452466	2202509	**1467**	433113	2176850
127	428203	2162623	**574**	454379	2204356	**1021**	452481	2202429	**1468**	433062	2176730
128	428308	2162628	**575**	454449	2204298	**1022**	452474	2202349	**1469**	433013	2176597
129	428320	2162628	**576**	454555	2204177	**1023**	452445	2202220	**1470**	432963	2176459
130	428422	2162628	**577**	454587	2204133	**1024**	452439	2202200	**1471**	432914	2176320
131	428441	2162627	**578**	454664	2204005	**1025**	452399	2202068	**1472**	432867	2176179
132	428564	2162620	**579**	454674	2203987	**1026**	452395	2202053	**1473**	432820	2176039
133	428593	2162617	**580**	454743	2203852	**1027**	452346	2201917	**1474**	432775	2175898
134	428693	2162601	**581**	454751	2203836	**1028**	452342	2201906	**1475**	432731	2175756
135	428708	2162598	**582**	454812	2203697	**1029**	452287	2201768	**1476**	432688	2175614
136	428749	2162589	**583**	454819	2203679	**1030**	452284	2201760	**1477**	432647	2175472
137	428855	2162557	**584**	454870	2203538	**1031**	452223	2201620	**1478**	432607	2175329
138	428914	2162531	**585**	454878	2203513	**1032**	452221	2201615	**1479**	432567	2175186
139	429007	2162479	**586**	454917	2203367	**1033**	452156	2201472	**1480**	432529	2175043
140	429092	2162407	**587**	454922	2203343	**1034**	452155	2201470	**1481**	432497	2174918

141	429161	2162323	**588**	454949	2203195	**1035**	452089	2201326	**1482**	432485	2174814
142	429203	2162256	**589**	454952	2203174	**1036**	452022	2201182	**1483**	432490	2174686
143	429253	2162144	**590**	454968	2203024	**1037**	451959	2201041	**1484**	432491	2174673
144	429265	2162111	**591**	454970	2202990	**1038**	451900	2200902	**1485**	432490	2174521
145	429297	2162011	**592**	454970	2202838	**1039**	451847	2200767	**1486**	432483	2174457
146	429297	2162009	**593**	454969	2202822	**1040**	451803	2200639	**1487**	432451	2174311
147	429301	2161995	**594**	454960	2202677	**1041**	451771	2200522	**1488**	432447	2174294
148	429329	2161888	**595**	454959	2202558	**1042**	451759	2200422	**1489**	432406	2174150
149	429357	2161786	**596**	454975	2202459	**1043**	451767	2200357	**1490**	432405	2174146
150	429383	2161702	**597**	455010	2202350	**1044**	451795	2200297	**1491**	432362	2174003
151	429410	2161640	**598**	455059	2202228	**1045**	451859	2200210	**1492**	432361	2174000
152	429441	2161590	**599**	455118	2202099	**1046**	451950	2200106	**1493**	432317	2173856
153	429487	2161533	**600**	455182	2201964	**1047**	452054	2199993	**1494**	432316	2173853
154	429549	2161469	**601**	455184	2201961	**1048**	452063	2199982	**1495**	432270	2173710
155	429588	2161430	**602**	455248	2201823	**1049**	452161	2199864	**1496**	432269	2173707
156	429622	2161397	**603**	455253	2201812	**1050**	452183	2199834	**1497**	432222	2173565
157	429698	2161324	**604**	455311	2201672	**1051**	452262	2199711	**1498**	432222	2173564
158	429706	2161316	**605**	455317	2201654	**1052**	452275	2199674	**1499**	432174	2173421
159	429778	2161240	**606**	455366	2201512	**1053**	452297	2199681	**1500**	432173	2173419
160	429795	2161221	**607**	455370	2201497	**1054**	452421	2199693	**1501**	432125	2173277
161	429873	2161125	**608**	455411	2201352	**1055**	452589	2199673	**1502**	432125	2173276
162	429903	2161080	**609**	455414	2201340	**1056**	452708	2199662	**1503**	432076	2173134
163	429958	2160979	**610**	455449	2201193	**1057**	452748	2199673	**1504**	432028	2172991
164	429987	2160904	**611**	455452	2201182	**1058**	452753	2199674	**1505**	431979	2172849
165	430013	2160795	**612**	455481	2201033	**1059**	452802	2199706	**1506**	431932	2172707
166	430021	2160720	**613**	455483	2201021	**1060**	452842	2199731	**1507**	431885	2172566
167	430018	2160605	**614**	455507	2200872	**1061**	452847	2199735	**1508**	431840	2172425
168	430012	2160551	**615**	455508	2200860	**1062**	452977	2199815	**1509**	431796	2172284
169	430005	2160514	**616**	455525	2200711	**1063**	453033	2199842	**1510**	431755	2172147
170	429988	2160431	**617**	455527	2200694	**1064**	453198	2199902	**1511**	431722	2172020
171	429980	2160400	**618**	455535	2200544	**1065**	453288	2199919	**1512**	431701	2171890
172	429961	2160342	**619**	455536	2200521	**1066**	453379	2199909	**1513**	431682	2171745
173	429949	2160302	**620**	455533	2200371	**1067**	453463	2199872	**1514**	431681	2171737
174	429943	2160285	**621**	455532	2200357	**1068**	453531	2199811	**1515**	431658	2171588
175	429904	2160185	**622**	455522	2200206	**1069**	453578	2199732	**1516**	431653	2171562
176	429901	2160175	**623**	455522	2200203	**1070**	453642	2199575	**1517**	431617	2171417
177	429859	2160076	**624**	455511	2200056	**1071**	453663	2199474	**1518**	431608	2171387
178	429857	2160073	**625**	455504	2199919	**1072**	453650	2199372	**1519**	431557	2171246
179	429815	2159976	**626**	455506	2199801	**1073**	453599	2199211	**1520**	431557	2171244
180	429776	2159883	**627**	455523	2199699	**1074**	453532	2199097	**1521**	431505	2171103

181	429745	2159807	**628**	455566	2199575	**1075**	453433	2198991	**1522**	431504	2171102
182	429729	2159768	**629**	455619	2199428	**1076**	453413	2198971	**1523**	431452	2170960
183	429720	2159748	**630**	455632	2199381	**1077**	453301	2198872	**1524**	431451	2170959
184	429675	2159657	**631**	455659	2199237	**1078**	453288	2198861	**1525**	431398	2170818
185	429667	2159644	**632**	455660	2199131	**1079**	453168	2198767	**1526**	431397	2170816
186	429618	2159556	**633**	455636	2198994	**1080**	453162	2198762	**1527**	431343	2170675
187	429615	2159551	**634**	455616	2198926	**1081**	453065	2198689	**1528**	431343	2170673
188	429565	2159467	**635**	455559	2198795	**1082**	453040	2198670	**1529**	431288	2170532
189	429522	2159390	**636**	455542	2198760	**1083**	453004	2198643	**1530**	431287	2170530
190	429480	2159301	**637**	455466	2198632	**1084**	452923	2198581	**1531**	431231	2170389
191	429449	2159211	**638**	455454	2198614	**1085**	452820	2198496	**1532**	431231	2170388
192	429441	2159182	**639**	455366	2198487	**1086**	452759	2198438	**1533**	431174	2170247
193	429429	2159135	**640**	455362	2198482	**1087**	452753	2198424	**1534**	431173	2170245
194	429420	2159089	**641**	455272	2198358	**1088**	452784	2198382	**1535**	431115	2170105
195	429414	2159056	**642**	455190	2198241	**1089**	452836	2198264	**1536**	431114	2170102
196	429406	2158981	**643**	455125	2198133	**1090**	452864	2198121	**1537**	431055	2169963
197	429406	2158900	**644**	455075	2198023	**1091**	452870	2198058	**1538**	431054	2169961
198	429416	2158842	**645**	455030	2197901	**1092**	452868	2197904	**1539**	430993	2169822
199	429439	2158788	**646**	454991	2197772	**1093**	452865	2197862	**1540**	430992	2169820
200	429482	2158704	**647**	454958	2197637	**1094**	452841	2197709	**1541**	430931	2169683
201	429492	2158682	**648**	454929	2197499	**1095**	452827	2197655	**1542**	430929	2169679
202	429531	2158588	**649**	454907	2197375	**1096**	452776	2197515	**1543**	430867	2169543
203	429549	2158522	**650**	454902	2197265	**1097**	452757	2197473	**1544**	430865	2169540
204	429569	2158400	**651**	454911	2197170	**1098**	452685	2197341	**1545**	430801	2169405
205	429572	2158356	**652**	454942	2197081	**1099**	452672	2197319	**1546**	430800	2169402
206	429573	2158307	**653**	455005	2196965	**1100**	452588	2197190	**1547**	430734	2169268
207	429574	2158231	**654**	455036	2196875	**1101**	452584	2197184	**1548**	430733	2169265
208	429573	2158207	**655**	455038	2196780	**1102**	452498	2197062	**1549**	430666	2169133
209	429572	2158198	**656**	455010	2196690	**1103**	452427	2196950	**1550**	430631	2169079
210	429566	2158107	**657**	454951	2196572	**1104**	452377	2196853	**1551**	430537	2168963
211	429565	2158096	**658**	454902	2196499	**1105**	452349	2196767	**1552**	430468	2168901
212	429554	2157995	**659**	454800	2196391	**1106**	452339	2196670	**1553**	430337	2168816
213	429553	2157989	**660**	454784	2196375	**1107**	452341	2196550	**1554**	430292	2168792
214	429541	2157889	**661**	454674	2196274	**1108**	452354	2196409	**1555**	430152	2168731
215	429540	2157885	**662**	454592	2196187	**1109**	452370	2196257	**1556**	430130	2168722
216	429535	2157848	**663**	454529	2196092	**1110**	452372	2196245	**1557**	429987	2168673
217	429523	2157761	**664**	454462	2195973	**1111**	452381	2196093	**1558**	429970	2168668
218	429521	2157746	**665**	454395	2195847	**1112**	452372	2195999	**1559**	429822	2168628
219	429504	2157658	**666**	454330	2195718	**1113**	452335	2195913	**1560**	429804	2168623
220	429502	2157647	**667**	454267	2195587	**1114**	452267	2195807	**1561**	429654	2168592

221	429501	2157641	**668**	454205	2195454	**1115**	452200	2195733	**1562**	429632	2168589
222	429480	2157543	**669**	454146	2195319	**1116**	452113	2195685	**1563**	429482	2168569
223	429461	2157450	**670**	454087	2195183	**1117**	452014	2195669	**1564**	429452	2168567
224	429445	2157363	**671**	454030	2195048	**1118**	451915	2195686	**1565**	429304	2168563
225	429431	2157248	**672**	453979	2194918	**1119**	451782	2195732	**1566**	429232	2168570
226	429420	2157149	**673**	453933	2194785	**1120**	451773	2195735	**1567**	429082	2168603
227	429420	2157149	**674**	453889	2194647	**1121**	451709	2195767	**1568**	429028	2168621
228	429408	2157049	**675**	453846	2194504	**1122**	451655	2195812	**1569**	428887	2168681
229	429397	2156951	**676**	453845	2194503	**1123**	451615	2195853	**1570**	428841	2168706
230	429388	2156855	**677**	453801	2194359	**1124**	451588	2195860	**1571**	428730	2168779
231	429380	2156761	**678**	453799	2194353	**1125**	451567	2195860	**1572**	428717	2168788
232	429376	2156671	**679**	453752	2194210	**1126**	451517	2195859	**1573**	428674	2168822
233	429375	2156561	**680**	453748	2194201	**1127**	451422	2195835	**1574**	428563	2168928
234	429380	2156458	**681**	453696	2194060	**1128**	451338	2195802	**1575**	428531	2168964
235	429393	2156355	**682**	453690	2194044	**1129**	451311	2195791	**1576**	428474	2169039
236	429409	2156271	**683**	453629	2193906	**1130**	451199	2195733	**1577**	428440	2169084
237	429430	2156186	**684**	453617	2193881	**1131**	451085	2195664	**1578**	428412	2169131
238	429456	2156104	**685**	453544	2193749	**1132**	450974	2195589	**1579**	428405	2169145
239	429485	2156031	**686**	453532	2193730	**1133**	450889	2195518	**1580**	428344	2169265
240	429525	2155954	**687**	453449	2193603	**1134**	450830	2195447	**1581**	428334	2169288
241	429585	2155947	**688**	453440	2193591	**1135**	450777	2195352	**1582**	428280	2169423
242	429594	2155946	**689**	453351	2193469	**1136**	450720	2195231	**1583**	428241	2169509
243	430040	2156221	**690**	453350	2193467	**1137**	450666	2195104	**1584**	428232	2169530
244	430572	2156576	**691**	453256	2193342	**1138**	450615	2194970	**1585**	428178	2169608
245	430623	2156611	**692**	453237	2193318	**1139**	450565	2194832	**1586**	428097	2169689
246	430925	2156824	**693**	453132	2193205	**1140**	450516	2194689	**1587**	427990	2169783
247	431110	2156956	**694**	453067	2193151	**1141**	450465	2194545	**1588**	427983	2169788
248	431156	2156988	**695**	452955	2193083	**1142**	450465	2194544	**1589**	427928	2169840
249	431246	2157031	**696**	452945	2193077	**1143**	450414	2194400	**1590**	427873	2169891
250	431346	2157042	**697**	452824	2193036	**1144**	450412	2194395	**1591**	427814	2169965
251	431444	2157020	**698**	452678	2193019	**1145**	450358	2194253	**1592**	427736	2170106
252	431529	2156967	**699**	452629	2193017	**1146**	450355	2194244	**1593**	427703	2170198
253	431538	2156959	**700**	452491	2193024	**1147**	450298	2194105	**1594**	427701	2170296
254	431597	2156886	**701**	452397	2193017	**1148**	450293	2194093	**1595**	427732	2170389
255	431631	2156799	**702**	452307	2192985	**1149**	450230	2193958	**1596**	427790	2170468
256	431637	2156705	**703**	452188	2192932	**1150**	450224	2193944	**1597**	427871	2170524
257	431613	2156614	**704**	452067	2192869	**1151**	450155	2193812	**1598**	427966	2170550
258	431562	2156535	**705**	451946	2192799	**1152**	450136	2193780	**1599**	428077	2170562
259	431521	2156501	**706**	451828	2192724	**1153**	450051	2193658	**1600**	428190	2170553
260	431851	2156150	**707**	451720	2192650	**1154**	450026	2193626	**1601**	428329	2170514

261	431620	2155993	**708**	451622	2192570	**1155**	449924	2193516	**1602**	428342	2170510
262	432071	2155829	**709**	451600	2192548	**1156**	449909	2193500	**1603**	428488	2170463
263	432311	2155056	**710**	451532	2192483	**1157**	449798	2193396	**1604**	428631	2170418
264	432290	2154412	**711**	451446	2192383	**1158**	449795	2193393	**1605**	428762	2170383
265	432354	2154407	**712**	451355	2192269	**1159**	449686	2193294	**1606**	428891	2170361
266	432400	2154420	**713**	451262	2192152	**1160**	449596	2193203	**1607**	429032	2170344
267	432419	2154330	**714**	451174	2192038	**1161**	449531	2193122	**1608**	429171	2170332
268	432540	2154175	**715**	451093	2191924	**1162**	449493	2193049	**1609**	429228	2170331
269	432829	2153969	**716**	451021	2191812	**1163**	449477	2192972	**1610**	429219	2170348
270	433141	2153714	**717**	450959	2191701	**1164**	449476	2192859	**1611**	429210	2170366
271	433286	2153542	**718**	450907	2191586	**1165**	449486	2192713	**1612**	429183	2170451
272	433350	2153264	**719**	450862	2191462	**1166**	449486	2192708	**1613**	429181	2170539
273	433368	2153089	**720**	450820	2191331	**1167**	449493	2192554	**1614**	429205	2170625
274	433324	2152376	**721**	450782	2191197	**1168**	449493	2192518	**1615**	429254	2170699
275	433440	2152047	**722**	450747	2191058	**1169**	449482	2192373	**1616**	429322	2170756
276	432658	2151910	**723**	450716	2190916	**1170**	449454	2192265	**1617**	429404	2170791
277	431455	2151486	**724**	450686	2190772	**1171**	449396	2192144	**1618**	429492	2170800
278	429186	2151357	**725**	450658	2190626	**1172**	449343	2192067	**1619**	429580	2170783
279	427964	2150752	**726**	450631	2190478	**1173**	449270	2192010	**1620**	429693	2170742
280	425545	2150943	**727**	450604	2190329	**1174**	449163	2191951	**1621**	429702	2170739
281	424555	2150803	**728**	450604	2190328	**1175**	449153	2191941	**1622**	429711	2170736
282	423866	2150630	**729**	450579	2190194	**1176**	449126	2191915	**1623**	429723	2170732
283	421998	2149666	**730**	450569	2190093	**1177**	449093	2191839	**1624**	429735	2170748
284	421080	2149640	**731**	450583	2189998	**1178**	449042	2191709	**1625**	429820	2170825
285	419612	2149000	**732**	450619	2189874	**1179**	448994	2191571	**1626**	429833	2170833
286	417209	2148762	**733**	450661	2189731	**1180**	448948	2191429	**1627**	429949	2170903
287	416441	2148415	**734**	450703	2189589	**1181**	448903	2191282	**1628**	429963	2170911
288	416181	2148443	**735**	450747	2189448	**1182**	448857	2191134	**1629**	430096	2170981
289	416174	2148366	**736**	450793	2189308	**1183**	448856	2191131	**1630**	430098	2170982
290	416149	2148165	**737**	450840	2189170	**1184**	448810	2190984	**1631**	430227	2171049
291	415085	2148396	**738**	450890	2189035	**1185**	448808	2190980	**1632**	430278	2171078
292	414103	2148499	**739**	450942	2188902	**1186**	448760	2190834	**1633**	430264	2171091
293	411566	2147968	**740**	450996	2188775	**1187**	448757	2190826	**1634**	430174	2171206
294	407725	2148268	**741**	451047	2188670	**1188**	448705	2190685	**1635**	430127	2171290
295	407411	2147962	**742**	451110	2188580	**1189**	448700	2190673	**1636**	430109	2171385
296	407379	2148003	**743**	451200	2188477	**1190**	448644	2190536	**1637**	430123	2171481
297	407326	2148073	**744**	451301	2188364	**1191**	448637	2190522	**1638**	430166	2171567
298	407022	2148164	**745**	451318	2188343	**1192**	448575	2190392	**1639**	430234	2171635
299	406875	2148243	**746**	451407	2188223	**1193**	448566	2190373	**1640**	430321	2171678
300	405751	2148375	**747**	451439	2188169	**1194**	448496	2190251	**1641**	430370	2171693

301	405700	2148336	**748**	451501	2188032	**1195**	448448	2190186	**1642**	430459	2171721
302	405660	2148244	**749**	451527	2187941	**1196**	448353	2190092	**1643**	430481	2171724
303	403344	2148454	**750**	451544	2187784	**1197**	448288	2190042	**1644**	430453	2171745
304	402485	2148526	**751**	451534	2187665	**1198**	448212	2190012	**1645**	430388	2171809
305	402423	2148424	**752**	451493	2187527	**1199**	448067	2189977	**1646**	430346	2171889
306	402270	2148345	**753**	451458	2187452	**1200**	448021	2189969	**1647**	430330	2171978
307	402206	2148291	**754**	451379	2187326	**1201**	447954	2189963	**1648**	430341	2172068
308	402103	2148238	**755**	451356	2187295	**1202**	447873	2189957	**1649**	430382	2172216
309	402022	2148170	**756**	451257	2187176	**1203**	447806	2189942	**1650**	430391	2172242
310	402007	2148158	**757**	451249	2187166	**1204**	447775	2189935	**1651**	430445	2172383
311	400898	2148795	**758**	451146	2187052	**1205**	447681	2189886	**1652**	430448	2172391
312	399903	2149245	**759**	451121	2187028	**1206**	447551	2189811	**1653**	430507	2172530
313	398746	2149800	**760**	451007	2186928	**1207**	447415	2189728	**1654**	430510	2172537
314	397991	2150051	**761**	450947	2186887	**1208**	447276	2189640	**1655**	430562	2172652
315	397254	2150475	**762**	450813	2186818	**1209**	447135	2189549	**1656**	430572	2172675
316	396138	2150591	**763**	450787	2186806	**1210**	446995	2189457	**1657**	430576	2172682
317	395355	2151178	**764**	450641	2186747	**1211**	446994	2189456	**1658**	430641	2172817
318	394760	2151625	**765**	450610	2186737	**1212**	446857	2189368	**1659**	430645	2172824
319	394793	2151858	**766**	450527	2186713	**1213**	446853	2189365	**1660**	430684	2172901
320	394941	2152078	**767**	450462	2186695	**1214**	446721	2189282	**1661**	430714	2172957
321	395192	2152166	**768**	450383	2186684	**1215**	446715	2189279	**1662**	430724	2172976
322	395232	2152260	**769**	450245	2186683	**1216**	446589	2189203	**1663**	430803	2173104
323	395127	2152380	**770**	450142	2186699	**1217**	446579	2189198	**1664**	430835	2173148
324	395060	2152512	**771**	450052	2186750	**1218**	446460	2189133	**1665**	430936	2173260
325	395033	2152824	**772**	449931	2186849	**1219**	446434	2189120	**1666**	430939	2173264
326	394925	2152911	**773**	449852	2186948	**1220**	446224	2189031	**1667**	431021	2173352
327	394872	2153063	**774**	449783	2187086	**1221**	446128	2189008	**1668**	431043	2173388
328	394955	2153476	**775**	449756	2187167	**1222**	446030	2189017	**1669**	431044	2173411
329	395090	2153578	**776**	449753	2187253	**1223**	445939	2189058	**1670**	431016	2173506
330	395074	2153737	**777**	449775	2187336	**1224**	445868	2189126	**1671**	431009	2173539
331	395078	2153769	**778**	449830	2187467	**1225**	445839	2189180	**1672**	430984	2173683
332	395054	2153999	**779**	449869	2187533	**1226**	445759	2189092	**1673**	430992	2173820
333	394948	2154064	**780**	449880	2187545	**1227**	445744	2189077	**1674**	431035	2173965
334	394862	2154178	**781**	449850	2187554	**1228**	445639	2188978	**1675**	431048	2174000
335	394800	2154355	**782**	449764	2187568	**1229**	445558	2188923	**1676**	431109	2174138
336	394790	2154647	**783**	449659	2187558	**1230**	445463	2188897	**1677**	431118	2174157
337	394728	2154718	**784**	449650	2187557	**1231**	445366	2188903	**1678**	431188	2174290
338	394780	2154796	**785**	449592	2187557	**1232**	445275	2188941	**1679**	431196	2174304
339	394706	2155030	**786**	449446	2187571	**1233**	445201	2189005	**1680**	431274	2174433
340	394722	2155146	**787**	449354	2187595	**1234**	445147	2189071	**1681**	431276	2174438

341	394594	2155191	**788**	449274	2187646	**1235**	445113	2189024	**1682**	431355	2174563
342	394627	2155421	**789**	449215	2187719	**1236**	445019	2188922	**1683**	431428	2174683
343	394484	2155508	**790**	449212	2187724	**1237**	444945	2188863	**1684**	431489	2174798
344	394472	2155733	**791**	449140	2187848	**1238**	444856	2188830	**1685**	431531	2174895
345	394354	2155804	**792**	449112	2187913	**1239**	444704	2188800	**1686**	431550	2174986
346	394330	2155872	**793**	449070	2188058	**1240**	444650	2188794	**1687**	431553	2175092
347	394243	2155942	**794**	449065	2188076	**1241**	444556	2188793	**1688**	431544	2175187
348	394216	2155979	**795**	449031	2188224	**1242**	444495	2188792	**1689**	431506	2175295
349	394149	2155983	**796**	449027	2188245	**1243**	444341	2188783	**1690**	431505	2175297
350	394072	2156086	**797**	449004	2188395	**1244**	444328	2188783	**1691**	431457	2175440
351	393912	2156204	**798**	449001	2188423	**1245**	444164	2188780	**1692**	431441	2175538
352	393791	2156366	**799**	448992	2188573	**1246**	444114	2188783	**1693**	431441	2175572
353	393671	2156438	**800**	448992	2188600	**1247**	443971	2188805	**1694**	431442	2175688
354	393473	2156649	**801**	448997	2188751	**1248**	443891	2188829	**1695**	431446	2175735
355	393440	2156651	**802**	448997	2188757	**1249**	443820	2188874	**1696**	431458	2175805
356	393537	2157155	**803**	449005	2188902	**1250**	443724	2188956	**1697**	431471	2175884
357	392209	2157719	**804**	449007	2189028	**1251**	443672	2189014	**1698**	431475	2175904
358	391865	2157826	**805**	448995	2189134	**1252**	443636	2189084	**1699**	431510	2176050
359	391604	2158148	**806**	448962	2189251	**1253**	443620	2189161	**1700**	431516	2176071
360	391550	2158214	**807**	448917	2189390	**1254**	443611	2189275	**1701**	431548	2176171
361	391260	2158849	**808**	448909	2189420	**1255**	443606	2189344	**1702**	431542	2176165
362	390960	2159378	**809**	448879	2189567	**1256**	443611	2189426	**1703**	431489	2176125
363	391035	2159761	**810**	448873	2189649	**1257**	443638	2189503	**1704**	431360	2176048
364	390657	2160227	**811**	448890	2189729	**1258**	443685	2189570	**1705**	431273	2176013
365	390129	2160281	**812**	448910	2189786	**1259**	443771	2189663	**1706**	431127	2175979
366	390050	2160894	**813**	448939	2189867	**1260**	443835	2189715	**1707**	431090	2175973
367	389789	2161454	**814**	448990	2189957	**1261**	443910	2189748	**1708**	430940	2175958
368	389822	2161771	**815**	449068	2190024	**1262**	443924	2189751	**1709**	430927	2175957
369	389324	2162462	**816**	449196	2190100	**1263**	443914	2189766	**1710**	430776	2175949
370	388841	2162939	**817**	449223	2190115	**1264**	443888	2189845	**1711**	430766	2175949
371	388504	2163440	**818**	449358	2190178	**1265**	443884	2189927	**1712**	430616	2175946
372	388589	2163539	**819**	449456	2190230	**1266**	443888	2189962	**1713**	430606	2175946
373	388895	2164035	**820**	449472	2190244	**1267**	443829	2189945	**1714**	430456	2175947
374	389243	2164400	**821**	449479	2190267	**1268**	443719	2189954	**1715**	430450	2175947
375	389662	2164757	**822**	449480	2190318	**1269**	443595	2189988	**1716**	430300	2175952
376	390640	2165584	**823**	449443	2190404	**1270**	443477	2190052	**1717**	430295	2175952
377	391066	2166571	**824**	449421	2190488	**1271**	443392	2190126	**1718**	430145	2175959
378	391034	2166607	**825**	449423	2190575	**1272**	443416	2190050	**1719**	430143	2175959
379	390958	2167181	**826**	449448	2190710	**1273**	443465	2189911	**1720**	429993	2175967
380	390933	2167288	**827**	449471	2190785	**1274**	443468	2189903	**1721**	429962	2175970

381	390899	2167535	**828**	449514	2190851	**1275**	443515	2189758	**1722**	429813	2175993
382	390950	2168365	**829**	449540	2190882	**1276**	443522	2189734	**1723**	429785	2175999
383	390970	2168530	**830**	449615	2190971	**1277**	443556	2189588	**1724**	429645	2176035
384	391175	2169008	**831**	449666	2191019	**1278**	443563	2189544	**1725**	429602	2176044
385	391221	2169160	**832**	449773	2191097	**1279**	443577	2189385	**1726**	429521	2176062
386	391346	2169458	**833**	449791	2191110	**1280**	443575	2189319	**1727**	429399	2176074
387	391389	2169578	**834**	449865	2191165	**1281**	443554	2189167	**1728**	429264	2176078
388	391455	2169758	**835**	449896	2191218	**1282**	443520	2189065	**1729**	429122	2176077
389	391802	2170848	**836**	449941	2191329	**1283**	443452	2188981	**1730**	428996	2176073
390	391910	2171013	**837**	449988	2191458	**1284**	443355	2188897	**1731**	428976	2176073
391	392131	2171450	**838**	450031	2191593	**1285**	443259	2188841	**1732**	428828	2176068
392	392354	2171660	**839**	450072	2191733	**1286**	443149	2188824	**1733**	428681	2176061
393	392411	2171763	**840**	450113	2191876	**1287**	443077	2188827	**1734**	428535	2176052
394	392373	2171808	**841**	450153	2192022	**1288**	442987	2188830	**1735**	428389	2176042
395	392261	2171984	**842**	450153	2192023	**1289**	442892	2188849	**1736**	428246	2176030
396	392284	2172170	**843**	450193	2192170	**1290**	442749	2188902	**1737**	428111	2176014
397	392097	2172497	**844**	450194	2192174	**1291**	442702	2188925	**1738**	427972	2175989
398	392034	2172619	**845**	450234	2192311	**1292**	442570	2189003	**1739**	427845	2175966
399	392006	2172823	**846**	450239	2192332	**1293**	442516	2189044	**1740**	427840	2175965
400	392017	2172910	**847**	450221	2192363	**1294**	442406	2189148	**1741**	427252	2175868
401	391965	2172971	**848**	450210	2192384	**1295**	442358	2189206	**1742**	427082	2175840
402	391778	2173028	**849**	450144	2192518	**1296**	442327	2189275	**1743**	426987	2175780
403	391668	2173202	**850**	450118	2192595	**1297**	442282	2189415	**1744**	426618	2175547
404	391623	2173326	**851**	450114	2192677	**1298**	442272	2189457	**1745**	426565	2175513
405	391568	2173391	**852**	450127	2192825	**1299**	442248	2189609	**1746**	426527	2175493
406	391543	2173459	**853**	450129	2192846	**1300**	442246	2189619	**1747**	426161	2175329
407	391465	2173551	**854**	450155	2193010	**1301**	442228	2189762	**1748**	425824	2175178
408	390866	2174540	**855**	450159	2193029	**1302**	442205	2189872	**1749**	425824	2175178
409	390763	2174661	**856**	450197	2193194	**1303**	442180	2189935	**1750**	425565	2175063
410	390533	2175033	**857**	450205	2193223	**1304**	442133	2189990	**1751**	425525	2175048
411	390924	2177070	**858**	450255	2193375	**1305**	442053	2190052	**1752**	424786	2174837
412	390361	2178022	**859**	450275	2193420	**1306**	442031	2190064	**1753**	424335	2174498
413	390261	2178239	**860**	450340	2193543	**1307**	441964	2190028	**1754**	424256	2174456
414	390119	2178406	**861**	450411	2193631	**1308**	441873	2189961	**1755**	424169	2174439
415	389806	2178726	**862**	450493	2193701	**1309**	441786	2189877	**1756**	424080	2174448
416	389000	2178990	**863**	450496	2193704	**1310**	441692	2189775	**1757**	423749	2174533
417	388911	2179031	**864**	450578	2193753	**1311**	441597	2189667	**1758**	423736	2174504
418	388821	2179071	**865**	450671	2193774	**1312**	441502	2189555	**1759**	423629	2174260
419	388706	2179124	**866**	450766	2193765	**1313**	441406	2189440	**1760**	423585	2174189
420	388430	2179271	**867**	450902	2193730	**1314**	441309	2189323	**1761**	423524	2174133

421	388211	2179289	**868**	450958	2193709	**1315**	441308	2189321	**1762**	423382	2174036
422	387934	2179225	**869**	451074	2193652	**1316**	441210	2189205	**1763**	423294	2173995
423	386814	2179102	**870**	451086	2193645	**1317**	441208	2189202	**1764**	423197	2173984
424	386539	2178994	**871**	451128	2193637	**1318**	441110	2189088	**1765**	423102	2174005
425	385872	2178513	**872**	451166	2193649	**1319**	441104	2189082	**1766**	423019	2174055
426	385607	2178439	**873**	451266	2193701	**1320**	441003	2188971	**1767**	422956	2174129
427	385480	2178389	**874**	451292	2193716	**1321**	440997	2188964	**1768**	422920	2174220
428	384805	2178428	**875**	451389	2193776	**1322**	440892	2188857	**1769**	422866	2174469
429	384774	2178575	**876**	451389	2193777	**1323**	440883	2188848	**1770**	422830	2174632
430	383608	2178739	**877**	451522	2193858	**1324**	440775	2188745	**1771**	422825	2174654
431	383469	2178707	**878**	451541	2193869	**1325**	440757	2188729	**1772**	422812	2174493
432	383456	2178725	**879**	451677	2193940	**1326**	440641	2188636	**1773**	422788	2174397
433	383100	2179079	**880**	451723	2193959	**1327**	440611	2188616	**1774**	422584	2173930
434	382981	2179243	**881**	451863	2194004	**1328**	440485	2188537	**1775**	422498	2173513
435	382908	2179325	**882**	451929	2194017	**1329**	440465	2188525	**1776**	422528	2173353
436	382869	2179378	**883**	452078	2194030	**1330**	440330	2188455	**1777**	422554	2173217
437	382839	2179410	**884**	452118	2194031	**1331**	440323	2188451	**1778**	422723	2172313
438	382770	2179507	**885**	452271	2194024	**1332**	440187	2188386	**1779**	422729	2172300
439	382325	2179589	**886**	452279	2194024	**1333**	440061	2188322	**1780**	422824	2172082
440	382170	2179856	**887**	452421	2194013	**1334**	439950	2188258	**1781**	422906	2171897
441	382052	2179986	**888**	452512	2194013	**1335**	439852	2188189	**1782**	422928	2171817
442	381962	2180110	**889**	452544	2194024	**1336**	439779	2188123	**1783**	422928	2171734
443	381979	2180124	**890**	452575	2194052	**1337**	439727	2188046	**1784**	422808	2170879
444	382131	2180243	**891**	452598	2194073	**1338**	439672	2187935	**1785**	422656	2169460
445	382311	2180427	**892**	452658	2194142	**1339**	439613	2187804	**1786**	422698	2169266
446	382524	2180593	**893**	452689	2194214	**1340**	439554	2187671	**1787**	422703	2169166
447	382565	2180655	**894**	452719	2194330	**1341**	439498	2187536	**1788**	422675	2169069
									1789	422314	2168335
									1790	422270	2168039
									1791	422257	2167984
									1792	422062	2167428
									1793	422058	2167214
									1794	422088	2167149





Figura 4.1. Delimitacion del Sistema Ambiental Regional

4. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

4.1Delimitación del área de estudio

La delimitación del Área de Estudio, que se integra por 3 componentes; Área de Influencia (AI) , Área de del Proyecto (AP) y Sistema Ambiental Regional (SAR), genera una de las herramientas más importantes para la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación que de ahí se desprendan, es por eso que algunos de los estados de la República Mexicana se han dado a la tarea de delimitar y construir un Ordenamiento Ecológico del Territorio donde se engloben los criterios, políticas, vocaciones y características bióticas y abióticas de las diferentes partes que componen a su territorio.

4.2 Metodología de la delimitación del Área de Influencia (AI)

La metodología utilizada se encuentra basada de los trabajos de Forman and Alexander (1998) publicada en el artículo *Roads and Their Major Ecological Effects (Los Caminos Y Sus Principales Efectos Ecológicos)*: Esta unidad de análisis se delimitó tomando en cuenta las características del proyecto y los posibles impactos a generar por el desarrollo de este tipo de proyecto.

El polígono preliminar de AI fue procesado en el sistema de información geográfica *Qgis 3.24.0* en DATUM WGS84 y proyección UTM 32616, por medio de la generación de polígonos búfer de 1,000 m y 500 (siendo estas las distancias máximas y la media arbitraria definidas por los estudios de Forman *et al* (1998). Posteriormente para definir el área de afectación tomando en consideración los antecedentes de la investigación de la ecología de caminos (*Road Ecology*) principalmente, es necesario definir las zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considere la posibilidad de fauna por la afinidad al hábitat que vayan a ser fragmentados o ecosistemas frágiles que vayan a ser perturbados por el proyecto. En las zonas donde se tiene un impacto humano previo de consideración como son amplias áreas agrícolas o ganaderas se considera la extensión de afectación posible de acuerdo con la siguiente figura:

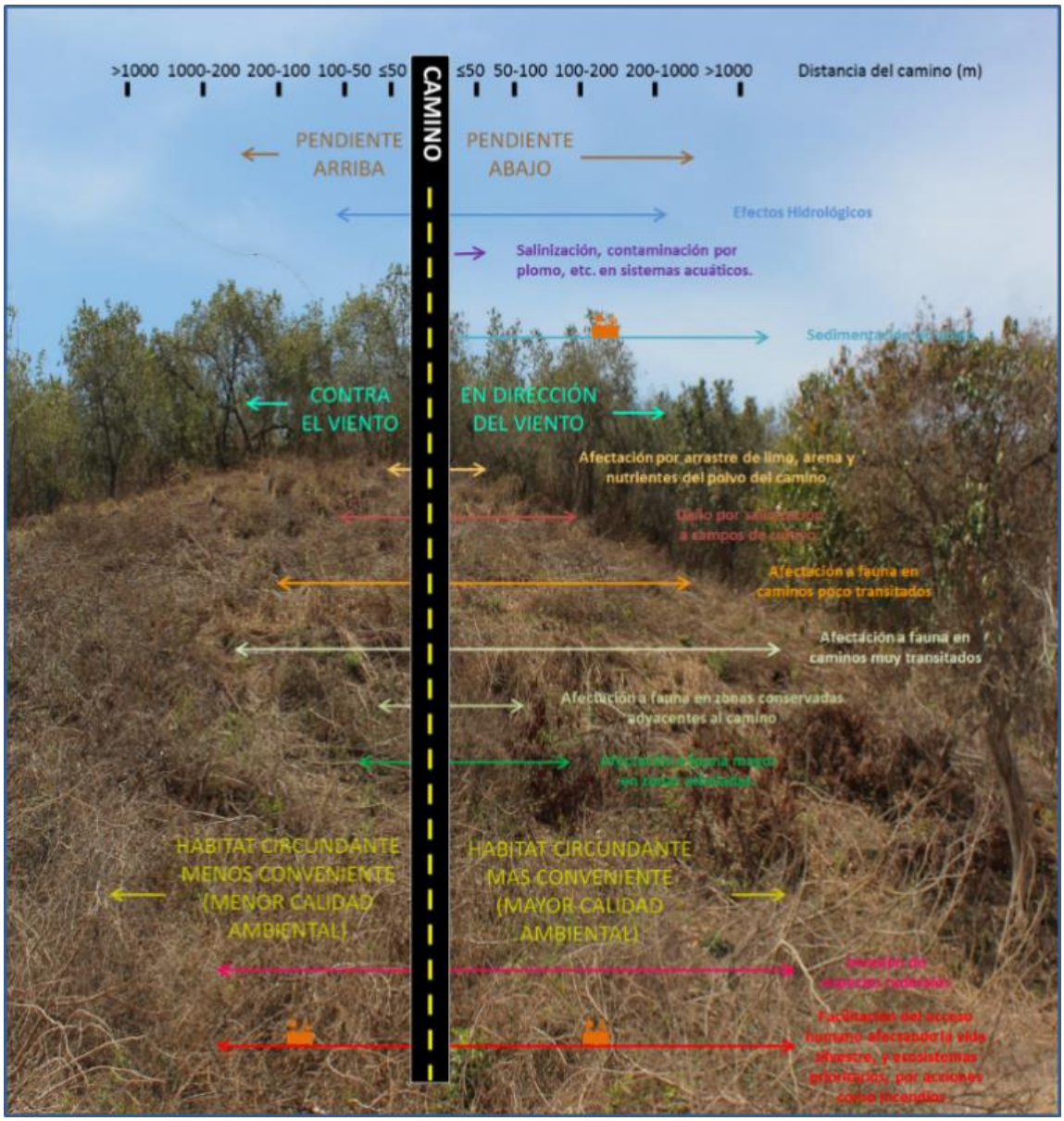


Figura 4.1 Se muestra el área de influencia definida por los efectos ecológicos que se extienden a diferentes distancias desde el camino. La mayoría de las distancias están basadas en estudios específicos. La distancia de la izquierda es arbitrariamente la mitad d

El polígono es ajustado finalmente con las distancias definidas en el gráfico siguiente de acuerdo con la calidad ambiental principalmente, y de los criterios anteriormente mencionados, teniendo una mayor amplitud en las zonas de mayor rango de actividad de fauna y con mayor calidad ambiental. Finalmente se ajustó el polígono del AI con los criterios anteriores, lo que nos arrojó un polígono con una superficie de **5752.3056 ha** utilizando un buffer promedio **de 1,000 m.**



Figura 4.2. Polígono del AI.

Coordenadas del polígono del AI del proyecto:

Tabla 4-1. Coordenadas del polígono del AI en formato UTM (Datum WGS 84 Z16).

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	421444	2185649	**174**	431131	2189603	**347**	431474	2188547	**520**	403824	2171742
2	421340	2185566	**175**	431133	2189603	**348**	431237	2188579	**521**	403684	2171654
3	421208	2185458	**176**	431246	2189587	**349**	431111	2188596	**522**	403669	2171644
4	421087	2185359	**177**	431371	2189570	**350**	431109	2188596	**523**	403442	2171512
5	421085	2185357	**178**	431611	2189537	**351**	430996	2188612	**524**	403226	2171383
6	420739	2185076	**179**	431617	2189537	**352**	430868	2188629	**525**	403221	2171380
7	420737	2185074	**180**	431785	2189512	**353**	430722	2188648	**526**	402586	2171010
8	420230	2184668	**181**	432011	2189482	**354**	430721	2188648	**527**	401833	2170557
9	419749	2184277	**182**	432018	2189482	**355**	430539	2188673	**528**	401829	2170555
10	419214	2183842	**183**	432265	2189446	**356**	430423	2188687	**529**	401694	2170476
11	419208	2183837	**184**	432425	2189424	**357**	430414	2188688	**530**	401693	2170475
12	418925	2183613	**185**	432599	2189400	**358**	430335	2188700	**531**	401253	2170218
13	418408	2183191	**186**	432821	2189371	**359**	430203	2188717	**532**	400212	2169572
14	417600	2182524	**187**	432828	2189370	**360**	430194	2188718	**533**	399703	2169253
15	417598	2182522	**188**	433021	2189341	**361**	430105	2188731	**534**	398738	2168642
16	417022	2182053	**189**	433022	2189341	**362**	430040	2188739	**535**	398636	2168593

17	416608	2181712	**190**	433252	2189306	**363**	429986	2188749	**536**	398312	2168480
18	416285	2181446	**191**	433456	2189281	**364**	429971	2188753	**537**	398307	2168478
19	415808	2181053	**192**	433476	2189278	**365**	429906	2188759	**538**	397658	2168258
20	415226	2180574	**193**	433553	2189265	**366**	429878	2188763	**539**	397285	2168130
21	414832	2180251	**194**	433680	2189227	**367**	429831	2188770	**540**	396922	2168001
22	414576	2180040	**195**	433723	2189207	**368**	429823	2188771	**541**	396497	2167842
23	414375	2179874	**196**	433776	2189179	**369**	429754	2188783	**542**	396482	2167837
24	414121	2179666	**197**	433835	2189143	**370**	429738	2188786	**543**	396045	2167689
25	413778	2179384	**198**	433878	2189113	**371**	429724	2188789	**544**	395557	2167514
26	413424	2179093	**199**	433981	2189033	**372**	429715	2188790	**545**	395526	2167503
27	413060	2178794	**200**	434155	2188908	**373**	429709	2188791	**546**	395506	2167495
28	412637	2178446	**201**	434352	2188769	**374**	429530	2188811	**547**	395496	2167488
29	412197	2178085	**202**	434358	2188764	**375**	429527	2188811	**548**	395421	2167436
30	411547	2177551	**203**	434534	2188636	**376**	429300	2188838	**549**	395361	2167393
31	411224	2177285	**204**	434554	2188624	**377**	429297	2188839	**550**	395336	2167376
32	411165	2177236	**205**	434606	2188600	**378**	429091	2188864	**551**	395269	2167334
33	410799	2177124	**206**	434712	2188560	**379**	428767	2188904	**552**	395168	2167268
34	410461	2177304	**207**	434729	2188552	**380**	428437	2188945	**553**	395166	2167266
35	410349	2177670	**208**	434913	2188474	**381**	428188	2188975	**554**	395100	2167223
36	410528	2178008	**209**	435028	2188426	**382**	427832	2189017	**555**	394997	2167156
37	410587	2178056	**210**	435076	2188409	**383**	427489	2189056	**556**	394832	2167047
38	410911	2178323	**211**	435080	2188407	**384**	427485	2189056	**557**	394706	2166964
39	410912	2178324	**212**	435113	2188401	**385**	427297	2189079	**558**	394689	2166953
40	411562	2178858	**213**	435218	2188388	**386**	427295	2189080	**559**	394602	2166900
41	412002	2179219	**214**	435228	2188386	**387**	427152	2189098	**560**	394497	2166829
42	412425	2179566	**215**	435335	2188370	**388**	427055	2189109	**561**	394485	2166820
43	412789	2179865	**216**	435459	2188353	**389**	427036	2189095	**562**	394393	2166761
44	413143	2180156	**217**	435461	2188353	**390**	427030	2189090	**563**	394280	2166687
45	413486	2180438	**218**	435619	2188330	**391**	426904	2188996	**564**	394277	2166685
46	413740	2180647	**219**	435779	2188308	**392**	426796	2188915	**565**	394190	2166629
47	413941	2180812	**220**	435782	2188308	**393**	426698	2188840	**566**	394127	2166588
48	414198	2181023	**221**	435962	2188282	**394**	426696	2188839	**567**	394125	2166586
49	414590	2181346	**222**	436117	2188261	**395**	426398	2188613	**568**	394008	2166510
50	415172	2181825	**223**	436122	2188260	**396**	426395	2188610	**569**	393999	2166504
51	415649	2182217	**224**	436248	2188242	**397**	426278	2188523	**570**	393952	2166475
52	415972	2182484	**225**	436256	2188241	**398**	426146	2188423	**571**	393895	2166439
53	415972	2182484	**226**	436343	2188227	**399**	426145	2188423	**572**	393820	2166389
54	416388	2182826	**227**	436381	2188226	**400**	425987	2188304	**573**	393746	2166340
55	416390	2182827	**228**	436430	2188222	**401**	425888	2188229	**574**	393742	2166337
56	416965	2183296	**229**	436565	2188205	**402**	425739	2188115	**575**	393582	2166233

57	417772	2183963	**230**	436589	2188201	**403**	425736	2188112	**576**	393503	2166181
58	417774	2183965	**231**	436671	2188187	**404**	425588	2188001	**577**	393459	2166152
59	418295	2184390	**232**	436859	2188162	**405**	425409	2187864	**578**	393444	2166142
60	418302	2184396	**233**	436861	2188161	**406**	425406	2187862	**579**	393397	2166114
61	418586	2184620	**234**	436993	2188143	**407**	425282	2187768	**580**	393306	2166054
62	419118	2185053	**235**	437057	2188130	**408**	425277	2187764	**581**	393293	2166046
63	419118	2185053	**236**	437122	2188113	**409**	425131	2187657	**582**	393245	2166016
64	419601	2185445	**237**	437301	2188068	**410**	425086	2187623	**583**	393154	2165955
65	419603	2185447	**238**	437305	2188067	**411**	424990	2187550	**584**	393144	2165948
66	420110	2185853	**239**	437425	2188036	**412**	424989	2187549	**585**	393093	2165916
67	420453	2186132	**240**	437572	2188001	**413**	424775	2187387	**586**	393026	2165871
68	420574	2186231	**241**	437696	2187952	**414**	424774	2187386	**587**	393019	2165866
69	420576	2186233	**242**	437785	2187904	**415**	424570	2187232	**588**	392508	2165533
70	420711	2186343	**243**	437794	2187898	**416**	424388	2187091	**589**	392132	2165462
71	420713	2186344	**244**	437873	2187853	**417**	424387	2187090	**590**	391816	2165678
72	420832	2186440	**245**	437884	2187846	**418**	424116	2186881	**591**	391745	2166054
73	420835	2186443	**246**	437923	2187823	**419**	424115	2186880	**592**	391961	2166370
74	420923	2186513	**247**	438011	2187754	**420**	423690	2186553	**593**	392468	2166701
75	420967	2186544	**248**	438037	2187729	**421**	423688	2186552	**594**	392538	2166749
76	420986	2186556	**249**	438045	2187721	**422**	423424	2186351	**595**	392553	2166758
77	421063	2186596	**250**	438097	2187667	**423**	423157	2186148	**596**	392606	2166791
78	421102	2186612	**251**	438199	2187564	**424**	423026	2186048	**597**	392698	2166853
79	421174	2186635	**252**	438205	2187558	**425**	422921	2185967	**598**	392712	2166862
80	421211	2186644	**253**	438264	2187495	**426**	422855	2185915	**599**	392760	2166892
81	421329	2186658	**254**	438318	2187440	**427**	422850	2185912	**600**	392852	2166953
82	421380	2186658	**255**	438320	2187438	**428**	422737	2185824	**601**	392869	2166964
83	421430	2186656	**256**	438411	2187346	**429**	422733	2185821	**602**	392917	2166993
84	421468	2186652	**257**	438412	2187345	**430**	422654	2185761	**603**	392953	2167016
85	421615	2186637	**258**	438504	2187250	**431**	422611	2185728	**604**	393033	2167069
86	421741	2186625	**259**	438507	2187247	**432**	422594	2185716	**605**	393034	2167070
87	421871	2186613	**260**	438587	2187163	**433**	422573	2185701	**606**	393193	2167173
88	421972	2186604	**261**	438679	2187069	**434**	422541	2185680	**607**	393265	2167221
89	422097	2186594	**262**	438755	2186992	**435**	422522	2185669	**608**	393347	2167276
90	422128	2186618	**263**	438762	2186985	**436**	422440	2185630	**609**	393360	2167284
91	422237	2186702	**264**	438794	2186951	**437**	422422	2185623	**610**	393424	2167324
92	422304	2186754	**265**	438932	2186594	**438**	422399	2185615	**611**	393465	2167350
93	422309	2186759	**266**	438777	2186245	**439**	422382	2185610	**612**	393576	2167422
94	422418	2186842	**267**	438420	2186107	**440**	422273	2185589	**613**	393641	2167465
95	422420	2186843	**268**	438070	2186262	**441**	422229	2185585	**614**	393647	2167469
96	422552	2186944	**269**	438042	2186292	**442**	422149	2185585	**615**	393735	2167526

97	422818	2187146	**270**	437966	2186367	**443**	422117	2185587	**616**	393848	2167599
98	423081	2187346	**271**	437963	2186371	**444**	422107	2185588	**617**	393851	2167601
99	423505	2187673	**272**	437869	2186468	**445**	422030	2185596	**618**	393938	2167658
100	423776	2187881	**273**	437867	2186470	**446**	421887	2185608	**619**	394048	2167733
101	423959	2188024	**274**	437787	2186553	**447**	421784	2185617	**620**	394071	2167748
102	423965	2188028	**275**	437696	2186646	**448**	421779	2185617	**621**	394163	2167803
103	424171	2188184	**276**	437606	2186738	**449**	421646	2185630	**622**	394281	2167881
104	424384	2188345	**277**	437549	2186796	**450**	421645	2185630	**623**	394282	2167882
105	424480	2188419	**278**	437541	2186804	**451**	421519	2185642	**624**	394448	2167991
106	424482	2188420	**279**	437481	2186867	**452**	421444	2185649	**625**	394551	2168059
107	424531	2188457	**280**	437384	2186967	**453**	411097	2177181	**626**	394554	2168061
108	424537	2188461	**281**	437352	2186999	**454**	410731	2177069	**627**	394621	2168104
109	424683	2188568	**282**	437299	2187030	**455**	410394	2177249	**628**	394725	2168172
110	424802	2188659	**283**	437273	2187044	**456**	410282	2177615	**629**	394732	2168177
111	424981	2188796	**284**	437188	2187064	**457**	410461	2177952	**630**	394789	2168213
112	424984	2188798	**285**	437178	2187067	**458**	410528	2178008	**631**	394840	2168250
113	425131	2188909	**286**	437056	2187098	**459**	410894	2178120	**632**	394844	2168253
114	425280	2189023	**287**	436874	2187144	**460**	411232	2177940	**633**	394931	2168314
115	425283	2189025	**288**	436864	2187147	**461**	411344	2177574	**634**	394951	2168327
116	425384	2189102	**289**	436826	2187157	**462**	411165	2177236	**635**	395013	2168366
117	425386	2189103	**290**	436727	2187170	**463**	411097	2177181	**636**	395099	2168410
118	425544	2189222	**291**	436528	2187197	**464**	407524	2175519	**637**	395171	2168438
119	425677	2189322	**292**	436506	2187200	**465**	407622	2175600	**638**	395183	2168442
120	425679	2189324	**293**	436426	2187214	**466**	407704	2175669	**639**	395219	2168455
121	425795	2189410	**294**	436326	2187227	**467**	407787	2175738	**640**	395712	2168632
122	426091	2189635	**295**	436298	2187228	**468**	407844	2175785	**641**	395721	2168635
123	426191	2189711	**296**	436269	2187230	**469**	407846	2175786	**642**	396155	2168782
124	426195	2189714	**297**	436239	2187232	**470**	408054	2175958	**643**	396576	2168939
125	426305	2189796	**298**	436204	2187237	**471**	408142	2176030	**644**	396583	2168942
126	426428	2189889	**299**	436102	2187253	**472**	408417	2176259	**645**	396952	2169073
127	426507	2189950	**300**	435983	2187270	**473**	408419	2176260	**646**	396958	2169075
128	426521	2189960	**301**	435827	2187291	**474**	408761	2176542	**647**	397335	2169204
129	426582	2190004	**302**	435821	2187292	**475**	409038	2176771	**648**	397336	2169205
130	426647	2190043	**303**	435640	2187318	**476**	409402	2177079	**649**	397984	2169424
131	426673	2190056	**304**	435481	2187340	**477**	409407	2177083	**650**	398252	2169518
132	426763	2190091	**305**	435479	2187340	**478**	409896	2177487	**651**	399169	2170098
133	426795	2190100	**306**	435320	2187363	**479**	410231	2177763	**652**	399171	2170099
134	426918	2190119	**307**	435196	2187380	**480**	410461	2177953	**653**	399681	2170419
135	426960	2190120	**308**	435190	2187381	**481**	410779	2178067	**654**	399683	2170421
136	427015	2190118	**309**	435085	2187397	**482**	410779	2178050	**655**	400732	2171071

137	427063	2190114	**310**	434975	2187411	**483**	410827	2178064	**656**	400743	2171078
138	427072	2190113	**311**	434953	2187414	**484**	411165	2177885	**657**	401188	2171338
139	427139	2190106	**312**	434865	2187429	**485**	411277	2177519	**658**	401320	2171416
140	427147	2190105	**313**	434778	2187453	**486**	411097	2177181	**659**	402074	2171869
141	427273	2190090	**314**	434731	2187470	**487**	411097	2177181	**660**	402079	2171872
142	427276	2190090	**315**	434729	2187471	**488**	410868	2176991	**661**	402715	2172242
143	427419	2190072	**316**	434727	2187471	**489**	410532	2176715	**662**	402931	2172372
144	427603	2190049	**317**	434672	2187492	**490**	410046	2176314	**663**	402936	2172375
145	427945	2190011	**318**	434655	2187498	**491**	409682	2176006	**664**	403157	2172504
146	427947	2190011	**319**	434528	2187551	**492**	409677	2176002	**665**	403278	2172580
147	428307	2189968	**320**	434522	2187554	**493**	409397	2175771	**666**	403337	2172622
148	428309	2189968	**321**	434344	2187630	**494**	409056	2175489	**667**	403886	2173014
149	428559	2189937	**322**	434235	2187672	**495**	408780	2175260	**668**	403972	2173076
150	428888	2189897	**323**	434210	2187682	**496**	408778	2175259	**669**	404651	2173563
151	429213	2189857	**324**	434120	2187722	**497**	408689	2175185	**670**	405466	2174146
152	429418	2189831	**325**	434069	2187748	**498**	408482	2175015	**671**	405466	2174147
153	429643	2189805	**326**	434003	2187788	**499**	408427	2174969	**672**	405833	2174409
154	429819	2189785	**327**	433962	2187815	**500**	408344	2174900	**673**	405834	2174410
155	429852	2189781	**328**	433770	2187956	**501**	408261	2174831	**674**	406632	2174975
156	429903	2189774	**329**	433575	2188094	**502**	408107	2174703	**675**	406634	2174976
157	429933	2189767	**330**	433572	2188096	**503**	408085	2174684	**676**	407093	2175300
158	429989	2189758	**331**	433391	2188226	**504**	407987	2174616	**677**	407094	2175301
159	430018	2189753	**332**	433378	2188236	**505**	407963	2174603	**678**	407260	2175417
160	430104	2189744	**333**	433305	2188292	**506**	407859	2174562	**679**	407319	2175452
161	430172	2189733	**334**	433123	2188314	**507**	407831	2174555	**680**	407343	2175465
162	430194	2189728	**335**	433108	2188316	**508**	407768	2174547	**681**	407461	2175508
163	430237	2189722	**336**	432873	2188352	**509**	407758	2174545	**682**	407482	2175513
164	430246	2189721	**337**	432685	2188380	**510**	407669	2174482	**683**	407524	2175519
165	430335	2189708	**338**	432466	2188409	**511**	407210	2174159	**684**	438766	2186982
166	430466	2189691	**339**	432465	2188409	**512**	406413	2173594	**685**	438966	2186656
167	430474	2189690	**340**	432290	2188433	**513**	406048	2173333	**686**	438877	2186284
168	430551	2189679	**341**	432289	2188433	**514**	405233	2172750	**687**	438551	2186084
169	430664	2189665	**342**	432127	2188456	**515**	404554	2172263	**688**	438178	2186173
170	430668	2189664	**343**	432124	2188456	**516**	404553	2172262	**689**	438138	2186202
171	430851	2189640	**344**	431879	2188491	**517**	404467	2172201	**690**	437938	2186528
172	430998	2189621	**345**	431652	2188521	**518**	403918	2171809	**691**	438027	2186900
173	431001	2189621	**346**	431643	2188522	**519**	403848	2171758	**692**	438353	2187100
									693	438726	2187011
									694	438766	2186982

4.3Caracterización y análisis del área de estudio

4.2.1. Aspectos abióticos

4.3.1.1 *Clima*

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por (García, 1981), el subtipo de clima predominante en el SAR es cálido subhúmedo $Aw_1(x')$, en un 65.68 % y con una extensión de distribución menor el Cálido subhúmedo $Aw_2(x')$.

Estos tipos de climas se clasifica dentro del Grupo A en la modificación de Enriqueta García (2004); el Grupo A se caracteriza por presentar una temperatura media anual de entre 22.0°C y 26.0°C, y una temperatura media del mes más frío mayor de 18.0°C. Dentro del tipo climático Aw1 corresponde al subtipo cálido subhúmedo intermedio Aw2, clima cálido subhúmedo con lluvias en verano.

A continuación, se describen las características de cada uno:

Tabla 4-2. Climas dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Clima	Descripción	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
$Aw_1(x')$	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	1,397,904,690.50	65.23
$Aw_2(x')$	Calido subhumedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes mas frio mayor de 18°C. Precipitacion del mes mas seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	744,991,399.50	34.77

La superficie del AP se encuentra en ambos tipos climáticos **$Aw_1(x')$, $Aw_2(x')$**:



Figura 4.3. Climas dentro del SAR.

A) Temperatura

De acuerdo con los datos históricos correspondientes a los años 1951-2010, registrados por la estación climatológica designada para evaluar el SAR; denominadas 23003 Felipe Carrillo Puerto, la temperatura media anual misma que corresponde a 26.3°C, la temperatura de la estación indica que a lo largo del año puede incrementar a un máximo de 28.2°C durante los meses de Mayo, Junio y Agosto, en cambio la temperatura más bajas se registran en los meses de Diciembre y Enero con 23.7°C.

Tabla 4-3. Temperaturas máximas, media, mínima y media normal promedio de la estación de Felipe Carrillo Puerto 23003.

Temperatura														
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
Máxima	28.8	30.2	31.6	33.2	34	33.1	33.4	33.7	33.3	31.9	30.4	29.2	28.8	FELIPE CARRILLO PUERTO 23003
Media	23	24	25.3	26.9	28.2	28.2	28.1	28.2	27.9	26.7	24.9	23.7	23	
Mínima	17.2	17.8	18.9	20.6	22.4	23.3	22.8	22.6	22.6	21.5	19.5	18.3	17.2	

Por otro lado, mediante el Mapa de temperatura media anual de CONABIO, se identificó que, el SAR y el AP, presentan a través del año una temperatura que oscila entre 18 a 22°C.

B) Precipitación

El mes con menor precipitación media promedio de es el mes de abril con 41 mm, el mes con mayor precipitación es septiembre con 222.5 mm, la precipitación anual es de 1,385.2 mm. Con base en la siguiente tabla se puede definir que el temporal de lluvias en esta zona transcurre de mayo a noviembre.

Tabla 4-4. Precipitacion máxima, normal, diaria y promedio de la estación de Felipe Carrillo Puerto 23003.

Precipitación (mm)														
	Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**	
Máxima mensual	156.9	264	144.5	115.7	360.1	377.8	506.9	322.4	495.3	422	443.8	173.8	1,385.2	**FELIPE CARRILLO PUERTO 23003**
Media Normal	56.8	57.1	45.1	41	124.3	168.2	155	170.1	222.5	183.6	102.6	58.9		
Máxima diaria	55	133	132.4	73	145.4	92.9	98.4	95	244	110.2	114.8	69		

Mediante el mapa de precipitación media anual de CONABIO, se puedo identificar que en el SAR se presentan precipitaciones que oscilan entre los 1,500 a 2,000 mm (Figura 4.5).



Figura 4.4. Temperatura media anual dentro del SAR.



Figura 4.5. Precipitación media anual dentro del SAR.

C) Evapotranspiración

La evaporación se refiere al proceso que transfiere agua desde la superficie terrestre a la atmósfera, es decir, cuando el agua pasa de la fase líquida a la gaseosa.

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Coutagne descrito en el libro Procesos del Ciclo Hidrológico (1998) de Campos Aranda, 1998, en donde hace referencia a la fórmula de Coutagne tipo II para el cálculo de la evapotranspiración real basado exclusivamente en datos de temperatura media (C°) anual y precipitación anual (m) tal y como se describe a continuación:

$$ETR = P - (X) * (P^2)$$

Donde:

ETR= Evapotranspiración real (m/año).

P= Precipitación media anual (m).

T= Temperatura media anual en °C.

X= 1 / ((0.8+0.14*(T)).

La fórmula sólo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8 X y 1/2X, estando ETR y P en metros y T en C°.

ETR=

P= 1.3852 m^3

T= 26.3

X= 1 / ((0.8+0.14*(26.3))

X= 0.223114681

$$ETR= 1.3852 - (0.223114681) \times (1.3852^2)$$

ETR= 0.957 m^3

El resultado de la ETP obtenido se multiplica por el Sistema Ambiental Regional y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (VETP)

$$VETP = ETP * AP$$

Donde:

VETP=Volumen evapotranspirado (m^3/año).

ETP=Evapotranspiración potencial (m).

SAR=Superficie del Sistema Ambiental Regional (m^2).

ETP= 0.957

SAR= 2,142,896,090.00 m^2

VETP = 0.957 x 2,142,896,090.00

VETPSA= 2,050,949,190.33 m^3

El resultado de la ETP obtenido se multiplica por el área de proyecto y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (VETP):

$$VETP = ETP * AP$$

ETP= 0.957

AP= 33,2151.3373 m^2

VETP = 0.957 x 332151.33

VETPAP= 317,899.46

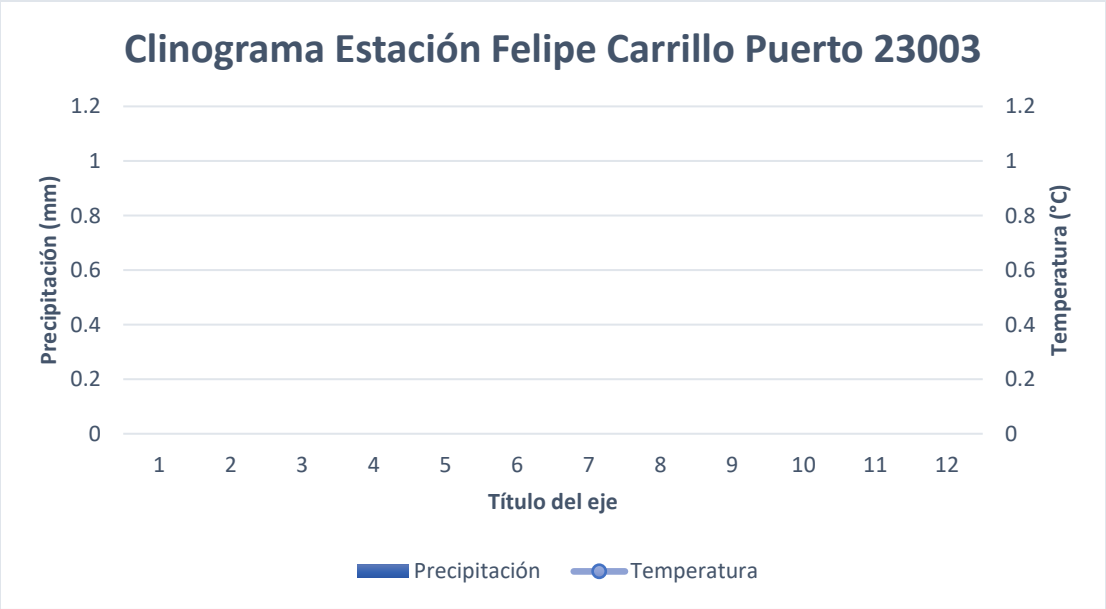


Figura 4.6. Climograma de los resultados de temperatura y precipitación (contiene información de la estación Felipe Carrillo Puerto 23003).

Vientos

El viento es la variable de estado de movimiento del aire. Se estudia el viento como aire en movimiento, tanto horizontal como verticalmente. Los movimientos verticales del aire caracterizan los fenómenos atmosféricos locales, como la formación de nubes y tormenta y los horizontales, mientras que los horizontales son el movimiento en masa del aire en la tierra (Venegas, 2012).

Por lo tanto, podemos interpretar el comportamiento del viento de la siguiente manera: cuando el aire se calienta incrementa su volumen y asciende hasta encontrar un punto en la atmósfera con una temperatura similar. De esta forma los vientos se desplazan desde los trópicos hacia el Ecuador formando los vientos alisios o vientos constantes, estos vientos incrementan su altitud debido al aumento de la temperatura y adquieren dirección horizontal debido al movimiento de rotación de la tierra, a esto se le conoce como Efecto Coriolis. Los vientos pierden calor y retoman hacia los trópicos (Lizano, 2007).

Para el propósito de este estudio se analizaron los datos de velocidad y dirección del viento de los tres primeros meses del presente año (enero, febrero y marzo) tomados de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS) de la Comisión Nacional del Agua, tomando los datos de la estación más cercana al sitio del proyecto siendo esta la estación Guadalajara ubicada dentro del Municipio que lleva el mismo nombre, de este análisis se obtuvo la siguiente información:

La frecuencia de los vientos obedece a velocidades menores que van desde 0.50 a los 8.80 metros sobre segundo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4-5. Clasificación de los vientos en el SAR

Dirección / Clasificación (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
355 - 5	250	6	0	0	0	0	256
05-15	238	4	0	0	0	0	242
15 - 25	231	4	0	0	0	0	235
25 - 35	243	7	0	0	0	0	250
35 - 45	280	16	0	0	0	0	296
45 - 55	360	29	0	0	0	0	389
55 - 65	449	99	2	0	0	0	550
65 - 75	541	292	21	2	0	0	856
75 - 85	549	588	83	7	0	0	1227
85 - 95	441	447	129	8	0	0	1025
95 - 105	335	233	66	7	0	0	641
105 - 115	256	112	36	4	0	0	408
115 - 125	203	51	20	5	0	0	279
125 - 135	168	41	14	1	0	0	224
135 - 145	146	30	9	1	0	0	186
145 - 155	132	38	9	0	0	0	179
155 - 165	117	23	4	1	0	0	145
165 - 175	116	29	1	0	0	0	146
175 - 185	136	30	4	0	0	0	170
185 - 195	130	27	3	0	0	0	160
195 - 205	122	34	0	0	0	0	156
205 - 215	144	58	4	0	0	0	206
215 - 225	162	91	11	0	0	0	264
225 - 235	184	116	36	0	0	0	336
235 - 245	201	151	91	5	0	0	448
245 - 255	281	204	119	8	0	0	612
255 - 265	426	273	180	28	0	0	907
265 - 275	521	366	152	47	0	0	1086
275 - 285	663	449	178	59	0	0	1349
285 - 295	801	549	207	50	0	0	1607
295 - 305	737	483	111	19	0	0	1350
305 - 315	604	201	14	1	0	0	820
315 - 325	469	54	2	0	0	0	525
325 - 335	368	26	0	0	0	0	394
335 - 345	297	7	0	0	0	0	304
345 - 355	260	1	0	0	0	0	261
Sub-Total	11561	5169	1506	253	0	0	18489

Calmas							470
Sin datos							1
Total							18960

Datos obtenidos de la plataforma Power Data Acces Viewer (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/), de la NASA

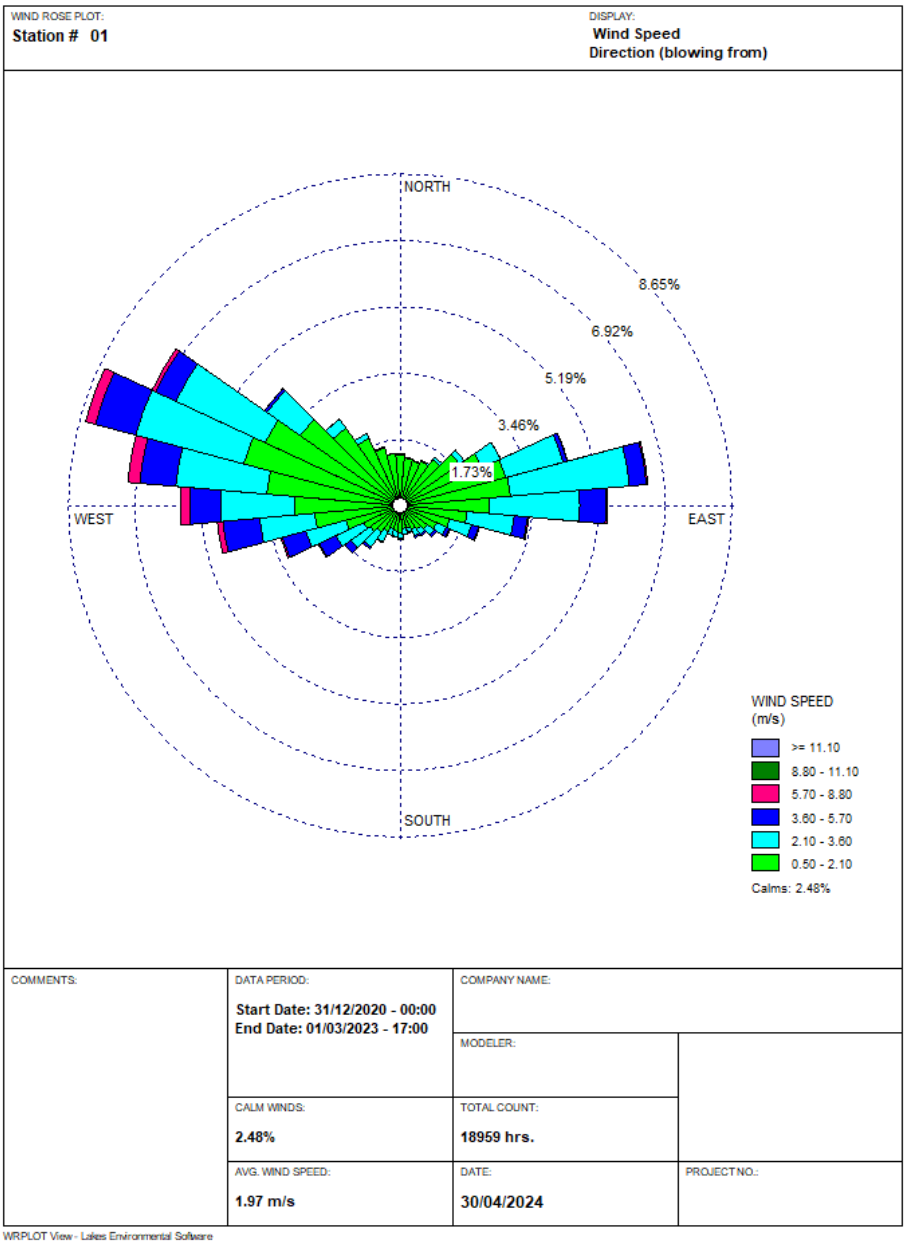


Figura 4.7. *Rosa de los vientos del área de Proyecto*

4.3.1.2 *Geología y morfología*

A) Geología

La Península de Yucatán se asienta sobre una plataforma predominantemente plana de rocas carbonatadas (dolomitas y evaporitas) con diversos grados de meteorización (Schmitter-Soto *et al.,* 2002; Bauer-Gottwein *et al.,* 2011). Está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1960); las rocas más antiguas se localizan al sur del estado de Yucatán y corresponden a rocas de la época del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que se encuentran dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas, dentro de las que se incluyen a las rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituidas por yeso, anhidrita y halita, ricas en sulfatos y cloruro de sodio respectivamente.

La estratigrafía del SAR se conforma de margas blancas, grises y gris crema; margas con intercalaciones de arcillas y calizas compactas de color gris-crema (Formación Carrillo Puerto; López Ramos,1975). Los carbonatos costeros del Pleistoceno Superior se componen de secuencias marinas y no marinas que se acumulan en el margen de la plataforma. Arrecifes y facies posteriores del arrecife formadas durante las interglaciaciones (Ward y Halley, 1985). La roca caliza es de color crema y blanco cremoso, con alta porosidad, en algunas partes son de tipo eolianita, en otras se encuentran con grandes cavidades debido a la disolución de la roca.

Las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal, en la porción meridional, la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno una configuración escalonada. Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m, en alguna de ellas han originado fosas gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar (Butterlin, 1958).

La naturaleza porosa de los carbonatos que forman la Península, junto con el relieve topográfico prácticamente inexistente (Bauer-Gottwein *et al.,* 2011), implica que las precipitaciones se infiltren rápidamente dando lugar a un escurrimiento superficial prácticamente inexistente, con excepción de eventos asociados a precipitaciones de tipo ciclónico. Lo que se conoce como el acuífero de Yucatán corresponde a la extensión del sistema kárstico en la Península conformado por una extensa red de cuevas, cavernas y sumideros totalmente sumergidos en agua e interconectados (Perry *et al.*, 2002; Gondwe *et al.,* 2010b). A pesar de esta complejidad, se ha concluido que el agua subterránea regional en el centro de la Península de Yucatán fluye hacia las costas dando lugar a patrones de flujo determinados principalmente por ligeras diferencias en la elevación del terreno y fracturas a escala regional (Bauer-Gottwein *et al.,* 2011).

B) Geomorfología

La Península de Yucatán se divide en cuatro provincias geomórficas: 1) Zona Costera; 2) Planicie Interior; 3) Cerros y Valles y 4) Cuencas Escalonadas. La zona comprendida por el presente documento corresponde a la Zona Costera que se subdivide en Playas (playas largas y angostas), Áreas de Mareas (lagunas de inundación) y Costera del Caribe (playas rocosas y angostas, costas abruptas) y Cuencas Escalonadas, subdividida en porción Norte y Sur. Las Cuencas Escalonadas se caracterizan geomorfológicamente por la presencia de poco relieve topográfico, corrientes superficiales embrionarias, escaso y discontinuo desarrollo del suelo, estructuras laterales Kársticas de poco crecimiento y abundantes cenotes y dolinas (CONAGUA 1990).

Existen gran cantidad de dolinas, cenotes, micro cúpulas kársticas, lagunas y llanuras de inundación, estas últimas con dimensiones de metros hasta kilómetros. La expresión geomorfológica de zona costera, A) playas: se manifiesta hacia la costa este con un lineamiento NE-SW.; como playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales marinos (CONAGUA, 2020).

Según la nomenclatura de Ferrusquía (1998), el SAR se encuentra ubicado en la Provincia Morfotectónica de la Plataforma de Yucatán, que se encuentra entre los paralelos 17° 50'– 21° 30' de latitud Norte y los meridianos 87° 00' –91° 00' de longitud Oeste; incluye los estados de Quintana Roo, Yucatán y la mayor parte de Campeche, así como Belice y el norte de Guatemala, con un área cercana a los 167,600 Km2, casi 8.46% del territorio nacional. La gran mayoría de la provincia se ubica muy próxima al nivel del mar, y solamente un 5% de su superficie llega a superar los 200 msnm, por lo que forma una vasta planicie. Su plataforma continental se extiende hacia el norte y el oeste, hasta los 92° 30' W y entre los paralelos 22° y 24° N, a lo largo de una línea oblicua, definida a grandes rasgos por las isobatas de 0 a 3000 m bajo el nivel del mar. En contraste, el margen oriental carece de plataforma continental.

Según la clasificación de INEGI, de la superficie total del SAR definido para el Proyecto, es de 95237.44341 ha, el 61.41 % corresponde a calizas Ts(cz), un 18.88 % es a caliza sedimentaria Tpl(cz) del sistema terciario, un 19.71 % es de material palustre.

Tabla 4-6. Superficie por tipo de roca en SAR.

Tipo de roca	Era geológica	Sistema	Clave geológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Caliza Sedimentaria	Cenozoico	Neógeno	Ts(cz)	579,286,882	61.41
Caliza Sedimentaria	Cenozoico	Terciario	Tpl(cz)	178,103,347.90	18.88
Suelo	Cenozoico	Cuaternario	Q(s)	185,964,328	19.71



Figura 4.8. Mapa de geología en el SAR.

C) Plataformas geológicas

La somera y amplia plataforma submarina que forma el banco de Yucatán-Campeche, corresponde a la porción de la plataforma masiva carbonatada de la Península. La Península de Yucatán ha sido caracterizada como inclinada de sur a Norte y limitada sobre sus tres lados, por pendientes continentales y escalonadas que caen bruscamente en las profundidades abisales del Golfo de México. La característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa.

Una plataforma emergida limitada por las costas dividida por:

- Una planicie interior al norte y al este.
- Un área de elevaciones (cerros y lomas) que se extiende hacia el sur.

La plataforma emergida de la península de Yucatán ha sido descrita como una plataforma masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida por varios autores en dos regiones fisiográficas: una planicie al Norte y una región de colinas al Sur que se extiende hasta el Norte de Guatemala. No existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso, el suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas. Sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

La Región queda comprendida en la provincia Fisiográfica denominada “Península de Yucatán”. Debido a sus características, se le denomina “Plataforma Calcárea de Yucatán” la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la parte norte de la Península y lomeríos prolongados de gran altura, que constituyen el anticlinal que limita los Estados de Campeche y Quintana Roo.

En el SAR existen gran cantidad de dolinas, cenotes, microcúpulas kársticas, lagunas y llanuras de inundación, estas últimas con dimensiones de metros hasta kilómetros, presentando formas circulares, alargadas e irregulares; estas geoformas están asociadas a un fracturamiento manifestando hacia el área de Cobá, Yuc., el mayor grado de karsticidad, con una orientación muy variada, mientras que hacia la costa se manifiesta un lineamiento NE-SW; en la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales marinos (CONAGUA, 2020).

4.3.1.3 *Fisiografía*

El área del SAR se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Península de Yucatán, en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco. El terreno de esta provincia fisiográfica se caracteriza por ser predominantemente plano con intenso desarrollo de karsticidad. Este relieve se debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como caliza, dolomita, yeso y halita (Bauer et al., 2011), conformando a lo largo del tiempo los sistemas de dolinas (cenotes), cavernas subterráneas y otras formaciones que caracterizan el noreste de la península de Yucatán. En superficie presenta un relieve plano a ligeramente ondulado y semi-ondulado. Su altitud promedio hacia la parte norte es menor a 50 msnm y en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones de hasta 350 m, correspondientes a la pequeña sierra de Ticul.

A lo largo del área del Proyecto, la geoforma que domina es el relieve kárstico denudativo (donde predominan los efectos de los procesos de meteorización química y erosión en superficie). Esta región se caracteriza por presentar gran diversidad de formas kársticas, con abundante presencia de cenotes. La conformación ondulada del terreno está relacionada con la disgregación de dolinas en diferentes etapas de desarrollo y coincide con la gran diversidad de fracturas.

En una parte del terreno se presenta el relieve kárstico acumulativo residual, que se caracteriza por presentar áreas con inundación limitadas por morfoalineamientos que originan depresiones alargadas e irregulares orientadas sensiblemente en dirección norte-sur. Finalmente se presenta el sistema costero, en la que domina la costa de inundación, con entrantes y canales regulados por los ascensos relativos del nivel del mar; estas áreas se encuentran colonizados por manglar con estructuras variables. También, dentro del sistema costero, se encuentra el sistema estuario.

Debido a la naturaleza calcárea de la plataforma, solo se encuentran geomorfos de calizas, característicos del sistema kárstico. El sector norte se presenta un área de llanos fosetados, provisto de numerosas depresiones y fosas (cenotes), que carecen de un drenaje superficial. Hacia el oriente, las zonas costeras son de marismas y tienen arrecifes de coral por el lado del mar. El resto de la plataforma es ligeramente más alto y tiene numerosas lomas bajas y colinas que los llanos fosetados, de los que está separada por un escarpe con rumbo noroeste-sureste.

Tabla 4-7. Sistema de topoformas dentro del SAR.

Topoforma	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)

Playa o barra inundable y salina	18,736.05615	0.002
Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino	16,665.75354	0.002
Llanura rocosa de piso rocoso o cementado	894’457,243.3	92.968
Playa o barra de piso rocoso o cementado	45’207,191.24	4.699
Llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado	22’412,299.73	2.329



Figura 4.9. Mapa de fisiografía en el SAR

4.3.1.4 *Suelos*

Para realizar la descripción de los suelos del SAR localizado en la porción este de la península de Yucatán se tomó como referencia el Conjunto de Datos Vectorial Edafológicos, escala 1:250,000 Serie II (INEGI, 2013), actualizado durante el período 2002 - 2006. En el área de la SAR se encuentran presentes cuatro unidades de suelo, que son: Arenosol, Luvisol, Leptosol, Gleysol y Solonchak.

Tabla 4-8. Edafología dentro del SAR

Tipo de suelo	Clasificador	Clave edafológica	Clave edafológica	Superficie de incidencia (%)
Solonchak (SC)	Arénico (ar)	SCarsow+ARcaso/1	614274.4834	0.029554618
Arenosol (AR)	Arénico (ar)	ARcahso+RGarsoh+SCsowar/1	12480073.27	0.600454364
Arenosol (AR)	Calcárico (ca)	ARcaso+SCsowar+GLstar/1	417968892.8	20.10975738
Arenosol (AR)	Calcárico (ca)	ARcaso+SCarsow/1	5679154.972	0.273241455
Arenosol (AR)	Calcárico (ca)	ARcasoh/1	652441.3354	0.031390941
Solonchak (SC)	Gléyico (gl)	SCglso+GLsowsz/2	139436891.3	6.708733838
Luvisol (LV)	Hipocálcico (ccw)	LVccwlen+LVpfhu+LPhurz/3	43444331.54	2.090239207
Solonchak (SC)	Hiposódico (sow)	SCsowar+GLsowsz+ARcaso/1	23502870.05	1.130794714
Solonchak (SC)	Hiposódico (sow)	SCsowar+GLsowsz/1	2236223.259	0.107591517
Leptosol (LP)	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli+GLeuh/2	84179264.71	4.050121
Leptosol (LP)	Húmico (hu)	LPhurz+LVhulep+LPhuli/3	136229236.8	6.554403805
Leptosol (LP)	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli+LVcrct/3	798932590.8	38.43908205
Leptosol (LP)	Húmico (hu)	LPhuli+LPhurz/2	57739859.4	2.778040624
Leptosol (LP)	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli/2	16311395.32	0.784790945
Leptosol (LP)	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli/3	194170732.7	9.342145773
Solonchak (SC)	Mólico (mo)	SCmoso+GLarso/2	11606701.22	0.558433773
H2O	NA	H2O	3434280.087	0.165233682
ZU	NA	ZU	3867455.263	0.186075061
Solonchak (SC)	Hiposódico (sow)	SCsow+GLsowszw/1	19008.51251	0.000914557
Gleysol (GL)	Hiposódico (sow)	GLmo+SCsowgl+RGhuso/2	36249424.64	1.744070306
Leptosol (LP)	Stágnico (st)	LPstrz+HSszwfi+GLeuhhu/2R	6413500.177	0.308573042
Leptosol (LP)	Stágnico (st)	LPstrz+LPhurz+GLeuhhu/2	14343361.96	0.690102862
Leptosol (LP)	Stágnico (st)	LPstrz+GLeuhhu/2	12778499.72	0.61481257
Gleysol (GL)	Stágnico (st)	GLstmo+LPhurz/2	56147802.49	2.701441914



Figura 4.10. Mapa de grupos edafológicos en el SAR.

A) Descripción de los grupos edafológicos del SAR

- **Arenosol (AR)**

Los Arenosols comprenden suelos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. También incluye suelos de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Suelos semejantes en otros sistemas de clasificación incluyen Psamments (Estados Unidos de América), Sols minéraux bruts y Sols peu évolués (Francia), Arenic Rudosols /Tenosols (Australia) Psammozems (Rusia) y Neossolos (Brásil).

- **Leptosols (LP)**

Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosols incluyen a los Lithosols del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981), Subgrupos Lithic del orden Entisol (Estados Unidos de América), Leptic Rudosols o Tenosols (Australia), y Petrozems (Rusia). En muchos sistemas nacionales y en el Mapa de Suelos del Mundo, los Leptosols sobre rocas calizas pertenecen a la Rendzinas y sobre otras rocas a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no-suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

- **Solonchak (SC)**

Los Solonchaks tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Estos suelos se encuentran esencialmente en las zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. Nombres internacionales comunes son Saline soils y salt affected soil. En sistemas de clasificación de suelo nacionales, muchos Solonchaks pertenecen a Halomorphic soil (Rusia), Halosols (china) y Sailds (Estados Unidos de América).

- **Zona Urbana ZU o Tecnosoles**

Los Tecnosoles comprenden un nuevo Grupo de Suelos de Referencia (GSR) y que aglutina los suelos cuyas propiedades se encuentran originadas por un origen técnico. Contienen una cantidad significativa de artefactos (algo en el suelo reconociblemente hecho o extraído de la tierra por el hombre), o están sellados por roca dura técnica (material duro creado por el hombre, que tiene propiedades diferentes a la roca natural). Incluyen suelos de desechos (rellenos, lodos, escorias, escombros o desechos de minería y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembranas y suelos construidos en materiales hechos por el hombre. Los Tecnosoles son frecuentemente referidos como suelos urbanos o de minas. Se reconocen en el nuevo sistema ruso de clasificación de suelos como Formaciones Tecnogénicas Superficiales.

4.3.1.5 *Hidrología*

El Estado de Quintana Roo carece de corrientes superficiales relevantes debido a la permeabilidad de su suelo. Al sur de la entidad se encuentra el río Hondo que sirve de límite natural con Belice; igualmente en el sur, se presentan algunos arroyos intermitentes de poca importancia como el río Escondido, Arroyo Azul y Arroyo Ucum.

La superficie del estado de Quintana Roo se encuentra sobre dos regiones hidrológicas: RH32 “Yucatán Norte” (Yucatán) y RH33 “Yucatán Este” (Quintana Roo).

El SAR del proyecto se ubica en la Región Hidrológica RH33 “Yucatán Este” (Quintana Roo) que cubre el 69.63% de la superficie estatal, abarcando el centro y el sur de la entidad. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son la cuenca 33A Bahía de Chetumal y Otras y la cuenca 33B Cuencas Cerradas en esta última se inserta el SAR del proyecto en su totalidad.

A) Hidrología superficial

La Península de Yucatán se caracteriza por la ausencia de ríos superficiales, ya que la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la recarga del agua subterránea en toda su superficie y entonces propicia que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. Al filtrarse el agua de lluvia provoca que las rocas calizas del subsuelo se disuelvan, provocando hundimientos que dejan al descubierto depósitos subterráneos de agua conocidos como cenotes o dolinas.

En la Región Hidrológica número 33 Yucatán Este no existen escurrimientos superficiales. Dentro de la Región Hidrológica se localiza el Río Hondo, que es el único cuerpo de agua superficial importante de esa región, sin embargo, este queda fuera del SAR.



Figura 4.11. Región Hidrológica 33 Yucatán Este

La Hidrografía de la zona en donde se ubica el proyecto está determinada por la cantidad y distribución de la precipitación pluvial, la evapotranspiración de la vegetación, las masas de agua, suelos y el drenaje de la superficie. Los torrentes de la lluvia pueden ser lo suficientemente intensos como para transportar agua temporalmente en canales de corriente superficial.

Cabe señalar que, la morfología del terreno con pocas deformaciones y la naturaleza kárstica del subsuelo propician que durante la temporada de lluvias (junio noviembre), algunas superficies queden inundadas formando cuerpos de agua superficiales y dolinas o aguadas. Así mismo, dentro del SAR se encuentran cuerpos perennes en su mayor parte situados hacia el este, en las cercanías de las costas caribeñas como la Bahía de La Ascensión, Laguna Bayo, Laguna Cuatro Mogotes, Laguna El Padre, Laguna Kan Ha, Laguna, Los Cocos, Laguna Much Kay, Laguna Santali, Lagunas San Andrés, Laguna Xamach, Laguna X-Tinta y Laguna Yelak.



Figura 4.12. Ubicación del SAR y Ap, con respecto a la subcuenca Vigia Chico

En cuanto a corrientes intermitentes, no se observan en el SAR o en el área del proyecto, por lo que no se afectará el patrón de escurrimiento e infiltración natural que forma parte del proceso hidrológico, además de que en el capítulo VI del presente documento, se describen una serie de medidas de mitigación encaminadas a la protección del componente hídrico.

B) Hidrología subterránea

4.3.1.6 *Hidrología subterránea.*

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, acuífero se define como cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso y aprovechamiento, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Los flujos preferenciales de agua ocurren principalmente en aquellos horizontales del acuífero que están fracturados y/o carstificados. En el estado de Quinatana Roo, el agua dulce es de aproximadamente 40 m de espesor, sobreyacimiento a agua de mayor contenido de sales que el agua marina actual. La recarga de origen pluvial es del orden de 9% de la precipitación media anual. La evaporación potencial media es de 2255 mm/a. Las pérdidas de agua, que incluyen la evapotranspiración, intercepción por la vegetación y retención en el terreno y en la zona vadosa, representan el 80% de la precipitación anual.

Las variaciones naturales en la disponibilidad del agua pueden deberse tanto a los efectos de la estacionalidad que está regida primordialmente por los eventos de precipitación pluvial, como a variaciones en la distribución espacial y disponibilidad del agua que es dependiente de la profundidad y el tipo de suelo. En la Península de Yucatán existen 4 unidades hidrogeológicas o acuíferos (Cerros y valles, Isla de Cozumel, Xpujil y Península de Yucatán), las cuales funcionan como un acuífero regional con características hidráulicas muy diferentes. El proyecto se encuentra inmerso dentro del acuífero denominado Península de Yucatán que comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y el estado de Campeche exceptuando el municipio de Palizada, de acuerdo al Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 18 de mayo de 1998 y modificado el 18 de enero de 1999, en los cuales se listan los municipios de la circunscripción territorial de la Gerencia Regional de la Península de Yucatán, lo que le asigna una superficie total de 139,451.30 km^2.

El acuífero tiene una recarga total de 21813.4 (hm^3/año) con una descarga anual comprometida DNC de 14542.2 (hm^3/año), presentado un Volumen de extracción de aguas subterráneas VEAS 4884.2735 (hm^3/año), teniendo una Disponibilidad media anual de agua subterránea positiva DMA de 2386.9265 (hm^3/año).

A) Ciclones tropicales (huracanes)

En el territorio nacional los huracanes generalmente ocurren entre los meses de mayo a noviembre, principalmente durante la época cálida cuando las temperaturas del mar son del orden de 26°C y, una vez ya formados se desplazan hacia el oeste. Entre 1970 y 2017 impactaron las costas de México 269 ciclones tropicales (SEMARNAT-INECC, 2018).

Para el estado de Quintana Roo de 1851 a 2019 han impactado 137 ciclones tropicales de los cuales 77 han sido huracanes de diferentes categorías. Los huracanes fuertes según la categoría Saffir-Simpson son H3 a H5, y estos se concentraron en las zonas norte y sur del estado. De ellos, el 83% cruzaron transversalmente, con trayectorias uniformes con rumbo aproximado SE-NO. Del 17% restante, los huracanes Sin nombre (1906, H3), Wilma (2005, H5) y Rina (2011, H3) presentaron trayectorias con rumbo SE-NE;
Sin nombre (1888, H3) NE-SO y Roxanne (1995, H3) con rumbo E-SO. La trayectoria más errática corresponde al huracán Opal (1995, H4), el cual realiza un zigzag durante su paso por tierra cruzando el estado por la zona centro

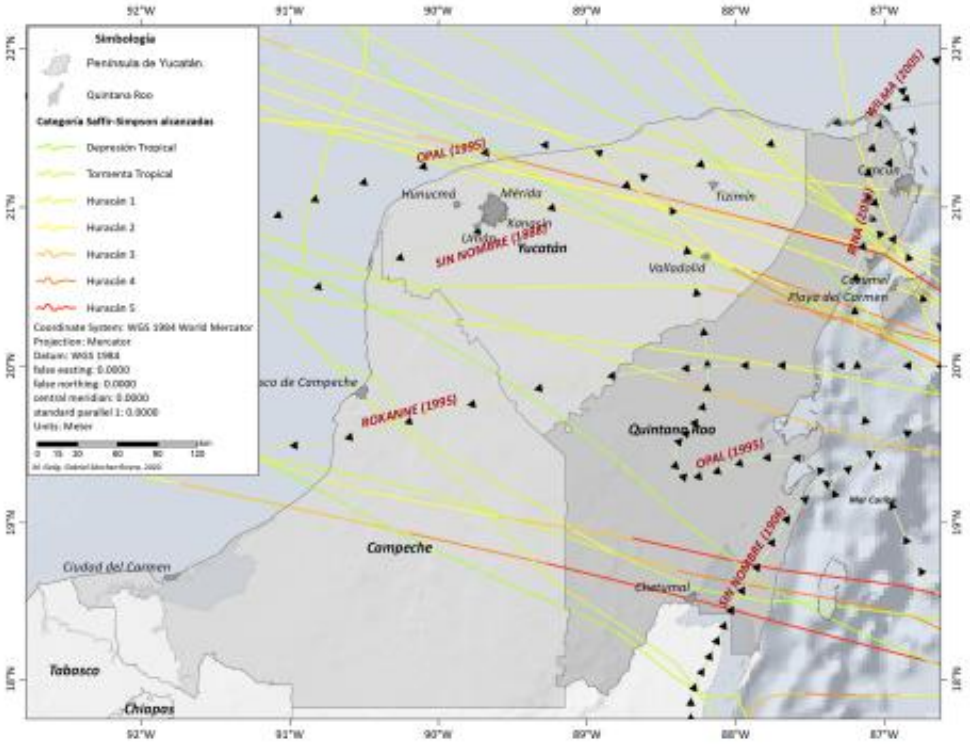


Figura 4.13. Trayectoria y área de insidencia de los huracanes en la Península de Yucatán

[redacted]

Figura 4.14. Riesgo por Ciclones Tropicales

Específicamente con base en la información de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) sobre las trayectorias históricas de los huracanes del municipio donde se localiza el SAR del proyecto, en esta área desde 1851 a 2021 han impactado 16 huracanes, entre los más recientes están Gilberto en 1988, Roxanne en 1995, Isidoro en 2003, Wilma 2005 y Dean en 2007. Las consecuencias destructivas de los huracanes para los asentamientos humanos y los cultivos son una de las causas históricas que dan cuenta del hecho de que el área del proyecto no esté densamente poblada. El mayor asentamiento que hubo en la costa, Vigía Chico, fue abandonado a raíz de su destrucción total por el ciclón Hilda en 1955.

4.3.1.7 *Riesgos geológicos*

A) Fallas y zonas de fracturas

La Plataforma de Yucatán está conformada por grandes depósitos de calizas fosilíferas, dolomitas y anhidritas del Mesozoico y Cenozoico, que se encuentran sobre granodioritas de la era Paleozoica profundamente enterradas. Las rocas presentan generalmente buena porosidad y permeabilidad, además de fracturamiento secundario, por condiciones estructurales, que en este zona corresponde a fallas normales por distensión, entre las que encontramos alineamientos inferidos: cerca de la ciudad de Izamal, se encuentra el trazo del Anillo de cenotes; hacia el este, encontramos las expresiones superficiales de las Fracturas de Holbox, siendo los más prominentes los alineamientos El Ideal, San Luis, Agua Azul, Juárez y Tulum, que propician el movimiento de agua subterránea.

Los principales rasgos estructurales identificados son sistemas de fracturamiento sobre el anillo de cenotes y los lineamientos con orientación NESW ubicados al oriente de la región. La Plataforma de Yucatán está conformada por grandes depósitos de calizas fosilíferas, dolomitas y anhidritas del Mesozoico y Cenozoico, que se encuentran sobre granodioritas de la era Paleozoica profundamente enterradas. Los grandes depósitos calcáreos expuestos son del Paleógeno y Neógeno, y en el proyecto corresponden a la Formación Chichen Itzá miembro Chumbec (TeCz-Mg) del Eoceno Superior (55 Ma).

Las rocas presentan generalmente buena porosidad y permeabilidad, además de fracturamiento secundario, por condiciones estructurales, que en este zona corresponde a fallas normales por distensión, entre las que encontramos alineamientos inferidos: cerca de la ciudad de Izamal, se encuentra el trazo del Anillo de cenotes; hacia el este, encontramos las expresiones superficiales de las Fracturas de Holbox, siendo los más prominentes los alineamientos El Ideal, San Luis, Agua Azul, Juárez y Tulum, que propician el movimiento de agua subterránea.

Los principales rasgos estructurales identificados son sistemas de fracturamiento sobre el anillo de cenotes y los lineamientos con orientación NESW ubicados al oriente de la región. Por lo anteriormente descrito, en la zona de localización del proyecto, no se identificó algún riesgo por la presencia de falla o fractura para el proyecto



Figura 4.15. Riesgo por Fallas y Fracturas

B) Peligro geológico por disolución kárstica

En la península de Yucatán se presentan tres zonas de riesgo críticas: una sobre la proyección superficial del cráter de Chicxulub, denominado anillo de cenotes; la segunda en una zona de alta densidad kárstica entre Valladolid y X-Can; y la tercera, en el lineamiento de Tulum cerca de Leona Vicario, con alta densidad de cenotes y dolinas. De acuerdo con el atlas de riesgo del estado de Campeche entorno urbano de la ciudad se encuentra precisamente entre relieve de transición kárstica de conos y domos (etapa paleogénica) al sur (Miembro Pisté) y planicies extendidas del norte. Así se presentan lomeríos aislados que conforman subcuencas con divisorias de aguas incompletas que captan los flujos de agua pluvial durante la época de lluvias y planicies bajas limo arcillosas y rocosas que acumulan el agua en condiciones de lluvia extrema. Los lomeríos son en realidad pliegues bloque con dirección WNW-ESE compuestos por calizas masivas o de estratos delgados con echados subhorizontales de 2º al pie de ladera, 10º sobre los flancos y 15º sobre las pendientes más pronunciadas. Son el resultado de levantamientos eustáticos que permitieron la emersión de planicies estructurales y superficies de nivelación a diferentes niveles altitudinales de 7,14, 30, 40 y 60m y pendientes agrupadas en rangos de 20 y 40%.

El relieve kárstico en Quintana Roo se ha tenido que dividir en dos zonas, el endokarst y el exokarst. La topografía del karst se desarrolla por etapas, la combinación de los procesos de disolución da origen a las dolinas, que pueden presentarse de manera aislada o agrupada; estos procesos igualmente pueden ocasionar depresiones mayores con áreas progresivamente más grandes, originando uvalas y poljes (Fragoso-Servón et al., 2014), y están tanto en la superficie como en el subsuelo. Por la filtración y concentración del agua, principalmente en el subsuelo, el colapso de una dolina permite la entrada a un

sistema subterráneo de cuevas, formándose huecos en el terreno. Los cenotes son dolinas inundadas de origen kárstico, los cuales pueden ser de diferentes tipos: a cielo abierto, semiabiertos y subterráneos o en gruta. El municipio se localiza al norte del Estado, con una altitud máxima de casi 21 metros, donde no se aprecian depresiones kársticas evidentes.

Las condiciones de suelos y basamentos de origen calcárico le otorgan al municipio una condición de peligrosidad intrínseca relacionada con la solubilidad de dichos sustratos, por esta razón se analiza el tema de karsticidad como elemento detonante de los hundimientos superficiales del territorio. La karsticidad se presenta como hundimientos súbitos los cuales tienen un detonante relacionado con la dinámica hidrahulica del entorno geográfico. El área del proyecto (AP) presenta **riesgo** en cuanto a la Karsticidad, ya que de acuerdo con la siguiente figura el AP se localiza en la zona denominada Kars de plataforma 2:



Figura 4.16. Mapa de riesgo por disolución kárstica

Peligro geológico por disolución kárstica con base en el Atlas Nacional de Riesgos del Municipio de Felipe Carrillo Puerto

En el municipio de Felipe Carrillo Puerto su relieve kárstico se puede dividir en dos zonas: endokarst (en el subsuelo) y exokarst (en la superficie). En la primera el proceso de disolución de rocas carbonatadas se lleva en el subsuelo: cuevas y espeleotemas (estalactitas, estalagmitas, etc.) que se forman dentro de ellas. En la segunda, en la zona superficial, una de las más conocidas son las dolinas, así como uvals y poljes. Particularmente, el nombre de dolina proviene del eslavo doline que significa depresión y su equivalente

en maya son los cenotes, siempre y cuando contenga agua. Podemos decir que, las dolinas y las uvalas son colapsos, y los poljés y las rejolladas son hundimientos.

Según este zonificación, una porción del área de proyecto se localiza en una zona de riesgo media, alta y muy alta, aunque la mayor parte del mismo se ubica en una zona con riesgo bajo



Figura 4.17. Clasificación de riesgo por karsticidad en el área de proyecto

4.2.2. Aspectos bióticos

4.3.1.8 *Vegetación terrestre*

A) Caracterización de la vegetación

Se considera como vegetación al conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto estructural y de la composición florística de las comunidades que la conforman (Rzedowski, 1978). Por ello, la vegetación se define principalmente por su fisonomía, composición florística y la estacionalidad de los elementos dominantes que la conforman. Asimismo, el establecimiento y distribución de la vegetación está sujeta a diversos factores de origen abiótico como los edafoclimáticos que imperen en determinado lugar (el clima, tipo de suelo, orografía, exposición), así como la ubicación geográfica (latitud y altitud), mismos que definen el comportamiento fenológico de las especies a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

4.3.1.9 *Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la información vectorial serie VII de INEGI (2018)*

Sistema Ambiental Regional (SAR)

De acuerdo con la información vectorial de la carta de uso y vegetación (USV) serie VII de INEGI (2018), el uso de suelo predominante correspondió al Ecológico – Florístico - Fisonómico (IEFF) representando un 96.08% y el que acumuló el menor porcentaje de ocupación fue el Agrícola de Temporal (TA) asentamientos humanos (AH), áreas desprovistas de vegetación (ADV) y cuerpos de agua (H2O) con un 3.92%.

Tabla 4-9. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (SUP)
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	926.475	0.43%
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	596.287	0.28%
H2O	CUERPO DE AGUA	6863.826	3.20%
ADV	DESPROVISTO DE VEGETACIÓN	15.161	0.01%
VM	MANGLAR	19442.398	9.07%
PC	PASTIZAL CULTIVADO	169.304	0.08%
SBQ	SELVA BAJA ESPINOSA SUBPERENNIFOLIA	18337.838	8.56%
SMQ	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	102308.714	47.74%
DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	516.516	0.24%
VT	TULAR	46893.664	21.88%
VU	VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	689.46	0.32%
PT	VEGETACIÓN DE PETÉN	998.717	0.47%
VSA/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	14528.774	6.78%
VSa/VM	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MANGLAR	335.011	0.16%
VSa/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	1667.463	0.78%

Total	214,289.61	100.00%



Figura 4.18. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR

Área del proyecto (AP)

De acuerdo con la información vectorial de la carta de uso y vegetación (USV) serie VII de INEGI (2018), el uso de suelo predominante correspondió al Ecológico – Florístico - Fisonómico (IEFF) representando un 97.40% y el que acumuló el menor porcentaje de ocupación fue el Agrícola-Pecuario-Forestal (IAPF) con un 1.22% y complementaria con 0.1.38%

Tabla 4-10. Vegetación en el AP según Serie VII de INEGI

Descripción de la Obra	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. m^2	Sup. ha
Camino Pavimento	Asentamientos Humanos	5,662.7143	0.5663
Camino Pavimento	Pastizal Cultivado	4,814.4506	0.4814
Camino Pavimento	Selva Mediana Subperennifolia	158,946.2699	15.8946
Camino Pavimento	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	3,948.3321	0.3948
Camino Pavimento	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	13,258.8403	1.3259
Camino Pavimento	**Selva Mediana Subperennifolia**	**1,491.3206**	**0.1491**
Camino Artesanal	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	16,786.2510	1.6786
Camino Artesanal	Selva Mediana Subperennifolia	128,814.7878	12.8815
Camino Artesanal	Tular	14,896.0620	1.4896

Descripción de la Obra	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. m²	Sup. ha
Camino Estación de transferencia	Selva Mediana Subperennifolia	1,164.9939	0.1165
Estación de transferencia	**Selva Mediana Subperennifolia**	**13,993.4029**	**1.3993**
Playa Vigía el Chico	Tular	5,552.9994	0.5553
Playa Vigía el Chico	Cuerpo De Agua	590.6399	0.0591
Total		**369,921.0648**	**36.9921**

- **Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)**

Los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálidos 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°C. La precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1,300 msnm. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles 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.

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. Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca. En la vertiente del Pacífico es común encontrar dentro de su composición florística a taxones *como Brosimum alicastrum, elemento dominante de estas selvas, acompañado de Bursera simaruba, Manilkara zapota, Pimenta dioica, Apananthe monoica*, entre otras. Son especies importantes de este tipo de selva: *Lysiloma latisiliquum, Brosimum alicastrum (ox, ramón, capomo), Bursera simaruba (chaka', palo mulato, jiote, copal), Manilkara zapota (ya', zapote, chicozapote), Lysiloma spp. (tsalam, guaje, tepeguaje), Vitex gaumeri (yaaxnik), Bucida buceras (pukte), Alseis yucatanensis (jaasché), Psidium sartorianum (pichiche'), Carpodiptera floribunda*. Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas.

- **Tular (VT)**

Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5m de altura.

Está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha spp*.), y tulillo (*Scirpus spp*.), pero también incluye a los llamados carrizales de *Phragmites australis y de Arundo donax* y a los "saibadales" de Cladium jamai*cense* del sureste del país. Esta comunidad está restringida a las cercanías de los cuerpos de agua, *Typha dominguensis y Arundo donax* son sus principales representantes. Es común encontrar residuos

sólidos entre los elementos que los conforman. También se observaron otras especies invasoras como el lirio acuático, particularmente en canales de riego con alto contenido de materia orgánica.

- **Selva Baja Espinosa subperennifolia (SBQ)**

Los climas en donde se desarrolla esta vegetación son del tipo cálido húmedo y subhúmedo. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperennifolia, la mediana subcaducifolia y las sábanas. Se le encuentra en zonas bajas y planas, en terrenos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias, pero se secan totalmente en invierno (temporada seca). Los suelos que soportan a esta selva son relativamente profundos, con una lámina de agua más o menos somera en época de lluvias.

Esta selva está caracterizada por árboles bajos (no mayores de 5 m), generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; causan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Se distribuyen en los llamados “bajiales” o bajos inundables de la costa norte de Yucatán, centro y sur de Campeche, sur y noreste de Quintana Roo. Son frecuentes en las grandes planicies entre Coatzacoalcos y Huimanguillo, así como en la parte central-sur del estado de Tabasco, desde Villahermosa hasta los límites con Campeche, incluyendo la parte sur de este estado en zonas con suelos inundables.

Especies Características

Son especies características las siguientes:

- *Haematoxylon campechianum* (ek’, tinto, palo de tinte)
- *Bucida buceras* (pukte')
- *Metopium brownei* (chechem)
- *Byrsonima bucidaefolia* (sakpaj)
- *Pachira aquatica* (zapote bobo, kuche’)
- *Cameraria latifolia*
- *Talisia floresii*
- *Byrsonima crassifolia*
- *Crescentia alata*
- *Crescentia cujete*
- *Curatella americana*
- *Eugenia lundellii*
- *Coccoloba cozumelensis*
- *Croton reflexifolius*
- *Hyperbaena winzerlingii*
- *Coccoloba spp.*

- **Manglar (MV)**

Es una comunidad densa la cual se encuentra dominada por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles. Se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico,

así como en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar entre 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (Avicennia *germinans), mangle blanco (Laguncularia racemosa) y mangle botoncillo (Conocarpus* erectus); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas. Este ecosistema es muy importante ya que es considerado como uno de los productores más eficientes de biomasa, así como fungir como nicho ecológico para muchos organismos acuáticos en condiciones tempranas de su desarrollo.

Estado de conservación

Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea de acuerdo también a la intensidad del elemento de disturbio, la duración de este y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación. En este sentido, estos factores generan fases sucesionales conocidas como “vegetación secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Al presente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y frecuentemente la presión es tanta que prohíbe el desarrollo de esta provocando el desarrollo de entidades inducidas.

Al analizar el estado de conservación que presentan los tipos de vegetación determinados, se identificó que el 71.45% de la cobertura se encuentra en un estado sucesional secundario, siendo la SMQ la que presentó un mayor porcentaje de perturbación (25.39%), mientras que ecosistemas como el VT sólo contó con vegetación del tipo primaria.



Figura 4.19. Estado de conservación dentro de los usos de suelo dentro del SAR y el AP.

4.3.1.10 *Metodología de trabajo*

Para la correcta caracterización de la vegetación presente tanto en el SAR como dentro del AP será necesario el trabajo tanto de gabinete como de campo con el fin de presentar un trabajo integral basado tanto en publicaciones científicas como en la validación de campo.

- **Trabajo de gabinete**

Con la finalidad de realizar la caracterización de la vegetación dentro de este estudio, se revisaron obras literarias que describen a nivel comunidad a las asociaciones vegetales como Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), así como en todas las obras literarias y artículos científicos generados dentro o en colindancia a las zonas de caracterización, las cuales desarrollan de manera general la estructura y composición de estas. Para la revisión y consulta de la flora potencial y la corroboración de las especies presentes se emplearon las obras literarias de Isiordia-Aquiano *et al.* (2012), Bravo *et al.* (2016), Pennington y Sarukhán (2016), así como bibliografía específica para grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico, dando importancia a aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. De igual forma, se compararon las muestras y fotografías tomadas con los ejemplares Tipo o correspondientes al área de trabajo, digitalizados y disponibles en la base de datos de Jstor Global Plants (https://plants.jstor.org/). Se estableció y verificó la nomenclatura utilizada conforme a los datos disponibles en la base de datos Tropicos del Missouri Botanical Garden (http://www.tropicos.org/) y la literatura científica, dando preferencia a la nomenclatura reciente y/o aceptada por la comunidad científica.

Con el fin de identificar a las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo nacional e internacional se revisaron la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III (14 de noviembre de 2019), la plataforma de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres (CITES) y la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Además, se cotejó en la plataforma de Enciclovida la distribución y nivel de endemismo de las especies presentes.

Para el establecimiento de las unidades de muestreo, se trabajó con el programa QGis® 3.4, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando imágenes satelitales e información vectorial. A partir de las características del proyecto y la distribución de las comunidades vegetales dentro de la zona, se determinó el establecimiento de un muestreo aleatorio probabilístico simple a lo largo del SA y el AP. Una vez recopilada la información de campo, se procesó empleando secuelas de cálculo con el programa Excel de Microsoft Office® generando tablas y gráficos para la representación de los resultados.

- **Trabajo de campo**

La información obtenida de la vegetación es de interés para los gestores e investigadores de los recursos naturales, por lo que debe cumplir con ciertos estándares de calidad. Para cumplir con estos objetivos, se requiere de la aplicación de metodologías replicables en el establecimiento de los sitios, por lo que para que un muestreo sea representativo debe estar bien diseñado (Alanis et al., 2018). Ya definidos los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación, se realizaron recorridos de campo para verificar que los tipos de vegetación definidos en escritorio fueran congruentes con lo que se distribuye en campo. En caso de que se presentaran incongruencias, se modificaron los sitios a otros lugares en donde se cumplieran de mejor manera los objetivos de la caracterización de la vegetación.

Los muestreos se realizaron en el periodo comprendido del 03 al 10 de junio 2024 con el objetivo de registrar la mayor diversidad de especies en sus diferentes estados fenológicos, ya que, para las selvas medianas, gran parte de los elementos se encuentran en estado vegetativo y reproductivo. Es decir, presentan hojas y flores, material necesario para realizar la identificación taxonómica.

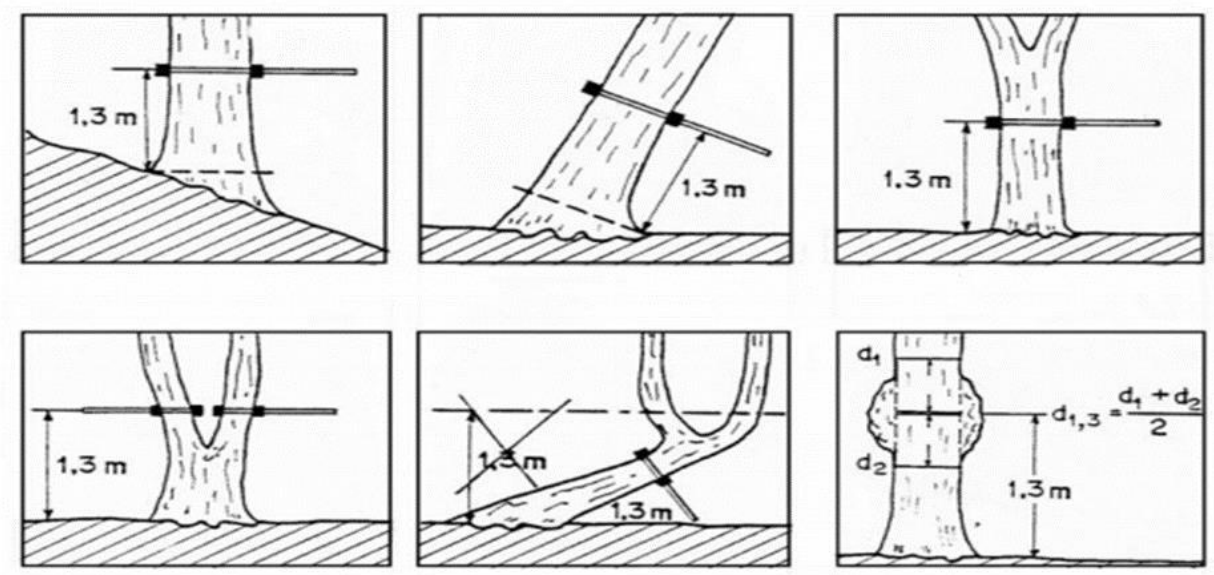
Forma y superficie de los sitios de muestreo

Para la caracterización de la vegetación se emplearon sitios de dimensiones fijas, rectangulares, de 500 m^2 (10 m de largo por 50 m de ancho) ya que, de acuerdo con Alanis et al. (2020) para el cálculo de variables dasométricas arbóreas y sus existencias volumétricas se recomienda esta superficie y forma de sitio a razón de que permite un mayor registro de individuos en unidades discretas para su extrapolación a una unidad comparable o “hectárea tipo”. Esto es corroborado en el tratado de “Muestreo Forestal Elemental” de Frank Freesse (1969) en donde se abordan las evidencias prácticas y experiencias en inventarios realizados en México con base en fundamentos estadísticos. En el sentido de la ecología, este tipo de forma de sitios de muestreo reduce el efecto borde que generan los límites de las unidades muestrales, lo cual permite una mejor caracterización de ecosistemas con una alta cantidad de individuos en sus diferentes estratos y riqueza que albergan (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Alanis et al., 2020).

Dentro de cada sitio se registró la fecha de muestreo, localidad, coordenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada sitio. Se registraron los individuos arbóreos, arbustivos, herbáceos y epífitos-trepadores observados, designando identidad taxonómica y tomando medidas de altura, cobertura y

diámetro normal (DN a 1.30 m de altura) para cada uno, entre otras variables. De acuerdo con las comunidades vegetales identificadas, se analizaron los siguientes estratos atendiendo a lo siguiente:

Arbóreo: Todos aquellos individuos de hábito arbóreo de 5 cm de DN o mayores. Se registró especie taxonómica, estado (vivo o muerto), DN, altura total y cobertura de copa tanto en ancho (k1) como en largo (k2) en 500 m2. Para todos los individuos que presentaran bifurcaciones por debajo del 1.3 m y alcanzaran el DN mínimo, se consideraron como individuos independientes.



Arbustivo: Todos aquellos individuos no considerados como árboles o regeneración de especies arbóreas menores a 5 cm de DN. Se registró especie taxonómica, cantidad de individuos por especie, altura media y diámetro de cobertura promedio en 100 m2.

Herbáceo: Todos aquellos individuos con características herbáceas. Para estos se registró especie taxonómica, cantidad de individuos, altura media y diámetro de copa promedio en una superficie de 1 m^2 divididos en dos cuadrantes de 2 m ubicados en los límites centrales del sitio para la determinación del estrato arbustivo.

Epífito y trepador: Aquellos individuos que se establecen en algún soporte orgánico o inorgánico, o que en alguna etapa de su desarrollo trepan algún soporte sin importar que hayan germinado en el suelo. Se cuantifica la especie taxonómica, cantidad de individuos, altura media estimada y diámetro de cobertura promedio estimada en una superficie de 100 m^2.

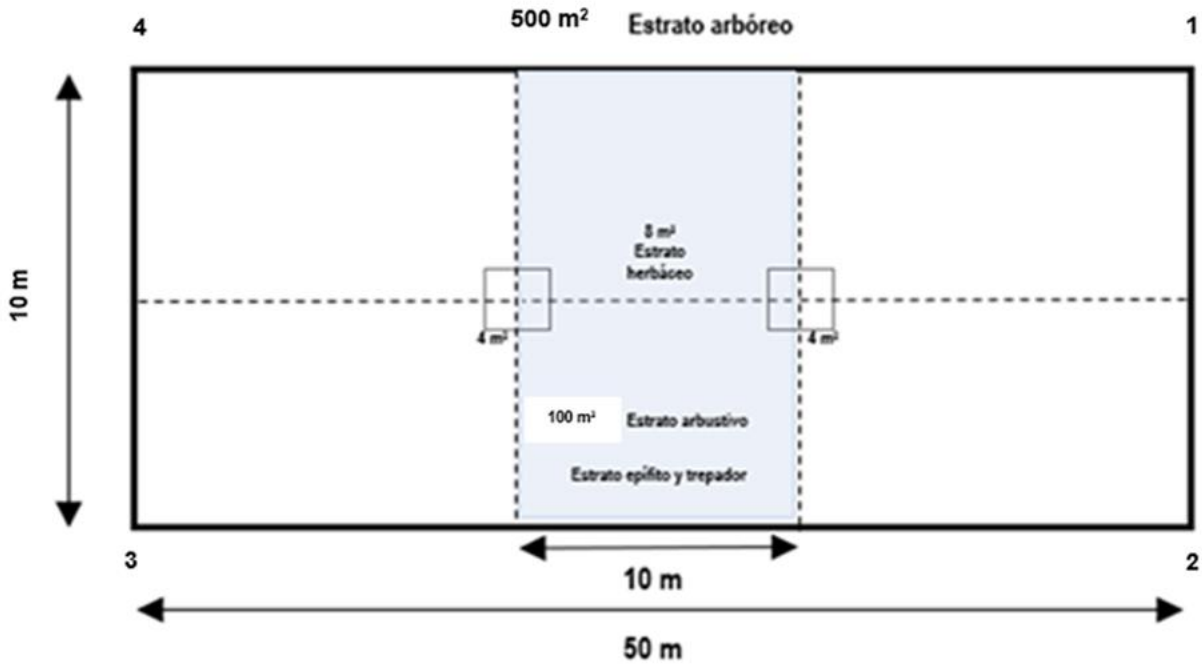


Figura 4.20. Diagrama del sitio de muestreo empleado.

Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo

Derivado del análisis de la información vectorial mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el AP correspondió a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), selva baja subperenifolia, tular y Pastizal cultivado (PC), por lo que se establecieron 26 sitios de muestreo dentro del trazo del proyecto, a fin de corroborar la existencia de estos tipos de vegetación dentro del trazo del camino existente.

Para el caso del Sistema Ambiental Regional (SAR) fueron 40 sitios de muestreo repartidos dentro de los principales tipos de vegetación identificados, los cuales fueron selva mediana subperennifolia (SMQ), Selva baja espinosa subperennifolia (SBQ), Manglar (MV), Tular (VT).

Tabla 4-11. Coordenadas de los polígonos de muestreos de vegetación en el SAR en formato WGS84-UTM 32616.

ID	Vértice	X	Y	ID	Vértice	X	Y
1	1	404379.12	2172653.52	**21**	1	422914.088	2187192.03
1	2	404378.872	2172606.71	**21**	2	422913.84	2187145.22
1	3	404369.454	2172606.76	**21**	3	422904.422	2187145.27
1	4	404369.701	2172653.57	**21**	4	422904.669	2187192.08
2	1	405958.223	2173428.2	**22**	1	420546.074	2186097.46
2	2	405957.976	2173381.39	**22**	2	420545.827	2186050.65
2	3	405948.558	2173381.44	**22**	3	420536.408	2186050.7
2	4	405948.805	2173428.25	**22**	4	420536.656	2186097.51
3	1	408121.361	2175023.46	**23**	1	419440.068	2185561.95
3	2	408121.114	2174976.65	**23**	2	419439.82	2185515.14
3	3	408111.695	2174976.7	**23**	3	419430.402	2185515.19
3	4	408111.943	2175023.51	**23**	4	419430.65	2185562
4	1	410222.284	2176789.59	**24**	1	418104.7	2184337.17
4	2	410222.037	2176742.78	**24**	2	418104.452	2184290.36
4	3	410212.618	2176742.83	**24**	3	418095.034	2184290.41
4	4	410212.866	2176789.64	**24**	4	418095.282	2184337.22
5	1	411388.441	2177612.59	**25**	1	416481.902	2182712.31
5	2	411388.193	2177565.78	**25**	2	416481.654	2182665.5
5	3	411378.775	2177565.83	**25**	3	416472.236	2182665.55
5	4	411379.023	2177612.64	**25**	4	416472.484	2182712.36
6	1	417171.776	2181990.51	**26**	1	415315.129	2181925.66
6	2	417171.528	2181943.7	**26**	2	415314.882	2181878.85
6	3	417162.11	2181943.75	**26**	3	415305.463	2181878.9
6	4	417162.358	2181990.56	**26**	4	415305.711	2181925.71

7	1	418967.273	2183705.69	**27**	1	413470.21	2180125.24
7	2	418967.025	2183658.88	**27**	2	413469.963	2180078.43
7	3	418957.607	2183658.93	**27**	3	413460.545	2180078.48
7	4	418957.854	2183705.74	**27**	4	413460.792	2180125.29
8	1	418756.91	2184798.44	**28**	1	403556.325	2173228.89
8	2	418756.663	2184751.63	**28**	2	403556.077	2173182.08
8	3	418747.245	2184751.68	**28**	3	403546.659	2173182.13
8	4	418747.492	2184798.49	**28**	4	403546.907	2173228.94
9	1	420534.691	2185057.98	**29**	1	401449.08	2172115.72
9	2	420534.443	2185011.17	**29**	2	401448.832	2172068.9
9	3	420525.025	2185011.22	**29**	3	401439.414	2172068.95
9	4	420525.273	2185058.03	**29**	4	401439.661	2172115.77
10	1	423458.401	2186404.4	**30**	1	397861.577	2170368.35
10	2	423458.153	2186357.58	**30**	2	397861.33	2170321.54
10	3	423448.735	2186357.63	**30**	3	397851.912	2170321.59
10	4	423448.983	2186404.45	**30**	4	397852.159	2170368.4
11	1	425872.376	2188570.61	**31**	1	395896.552	2168815.55
11	2	425872.129	2188523.8	**31**	2	395896.304	2168768.74
11	3	425862.711	2188523.85	**31**	3	395886.886	2168768.79
11	4	425862.958	2188570.66	**31**	4	395887.134	2168815.6
12	1	428461.508	2189279.6	**32**	1	396917.435	2167357.88
12	2	428461.26	2189232.79	**32**	2	396917.188	2167311.07
12	3	428451.842	2189232.84	**32**	3	396907.77	2167311.12
12	4	428452.09	2189279.65	**32**	4	396908.017	2167357.93
13	1	429892.286	2189054.52	**33**	1	399247.922	2168726.73
13	2	429892.038	2189007.7	**33**	2	399247.674	2168679.92
13	3	429882.62	2189007.75	**33**	3	399238.256	2168679.97
13	4	429882.868	2189054.57	**33**	4	399238.504	2168726.78
14	1	431436.496	2188925.41	**34**	1	401527.483	2169721.09

14	2	431436.249	2188878.6	**34**	2	401527.236	2169674.28
14	3	431426.83	2188878.65	**34**	3	401517.818	2169674.33
14	4	431427.078	2188925.46	**34**	4	401518.065	2169721.14
15	1	432786.72	2188732.98	**35**	1	407212.015	2173229.27
15	2	432786.473	2188686.17	**35**	2	407211.767	2173182.46
15	3	432777.054	2188686.22	**35**	3	407202.349	2173182.51
15	4	432777.302	2188733.03	**35**	4	407202.596	2173229.32
16	1	433113.231	2189678.74	**36**	1	435171.975	2188147.24
16	2	433112.984	2189631.93	**36**	2	435171.727	2188100.43
16	3	433103.566	2189631.98	**36**	3	435162.309	2188100.48
16	4	433103.813	2189678.79	**36**	4	435162.557	2188147.29
17	1	431464.773	2189278.43	**37**	1	437619.64	2185464.33
17	2	431464.526	2189231.61	**37**	2	437619.392	2185417.52
17	3	431455.108	2189231.66	**37**	3	437609.974	2185417.57
17	4	431455.355	2189278.48	**37**	4	437610.222	2185464.38
18	1	430012.702	2189562.32	**38**	1	437283	2185412
18	2	430012.455	2189515.5	**38**	2	437282.752	2185365.19
18	3	430003.036	2189515.55	**38**	3	437273.334	2185365.24
18	4	430003.284	2189562.37	**38**	4	437273.582	2185412.05
19	1	428522.201	2189648.52	**39**	1	438028.398	2186803.02
19	2	428521.953	2189601.71	**39**	2	438028.15	2186756.21
19	3	428512.535	2189601.76	**39**	3	438018.732	2186756.26
19	4	428512.783	2189648.57	**39**	4	438018.98	2186803.07
20	1	425691.934	2189181.32	**40**	1	437540.188	2187266.24
20	2	425691.686	2189134.51	**40**	2	437539.941	2187219.43
20	3	425682.268	2189134.56	**40**	3	437530.523	2187219.48
20	4	425682.516	2189181.37	**40**	4	437530.77	2187266.29

Se realizaron muestreos, donde se incluyó la toma de datos dentro del AP, en los cuales se colectó, procesó y determinó material vegetal a nivel específico. Así mismo, se efectuó un análisis comparativo de la vegetación del sitio según INEGI (serie VII) y Rzedowski (2006). Todos los puntos de muestreo fueron ubicados geográficamente por medio de un GPS con Datum WGS84. Todos los cálculos y muestreos realizados se encuentran en el anexo del capítulo 4 en las memorias de cálculo de flora.

Tabla 4-12. Coordenadas de los sitios de muestreo del AP en formato WGS84-UTM.

ID	Vértice	X	Y	ID	Vértice	X	Y
1	1	399151	2169504	**13**	1	410640	2177455
1	2	399231	2169554	**13**	2	410712	2177515
1	3	399234	2169550	**13**	3	410715	2177512
1	4	399154	2169500	**13**	4	410643	2177451
2	1	399668	2169832	**14**	1	411062	2177815
2	2	399748	2169882	**14**	2	411136	2177873
2	3	399750	2169878	**14**	3	411139	2177870
2	4	399671	2169828	**14**	4	411065	2177811
3	1	400118	2170114	**15**	1	415470	2181419
3	2	400198	2170164	**15**	2	415542	2181479
3	3	400201	2170160	**15**	3	415546	2181476
3	4	400121	2170110	**15**	4	415473	2181416
4	1	403509	2172138	**16**	1	418069	2183551
4	2	403586	2172192	**16**	2	418142	2183610
4	3	403589	2172188	**16**	3	418145	2183607
4	4	403512	2172134	**16**	4	418072	2183547
5	1	404294	2172697	**17**	1	420662	2185651
5	2	404370	2172753	**17**	2	420734	2185711
5	3	404373	2172749	**17**	3	420737	2185708
5	4	404297	2172694	**17**	4	420665	2185648
6	1	404490	2172838	**18**	1	421399	2186155
6	2	404566	2172893	**18**	2	421493	2186146
6	3	404569	2172889	**18**	3	421492	2186142
6	4	404493	2172835	**18**	4	421399	2186150
7	1	404950	2173169	**19**	1	423565	2187094
7	2	405027	2173223	**19**	2	423639	2187151
7	3	405030	2173219	**19**	3	423642	2187148
7	4	404953	2173166	**19**	4	423568	2187090
8	1	405459	2173530	**20**	1	434615	2188065
8	2	405534	2173586	**20**	2	434701	2188028
8	3	405537	2173583	**20**	3	434699	2188024
8	4	405462	2173527	**20**	4	434613	2188061

9	1	406307	2174133	**21**	1	435565	2187842
9	2	406384	2174188	**21**	2	435658	2187828
9	3	406387	2174184	**21**	3	435658	2187824
9	4	406310	2174130	**21**	4	435565	2187837
10	1	407646	2175050	**22**	1	438353	2186698
10	2	407737	2175071	**22**	2	438419	2186630
10	3	407739	2175066	**22**	3	438416	2186626
10	4	407647	2175045	**22**	4	438349	2186695
11	1	408471	2175661	**23**	1	438490	2186603
11	2	408544	2175720	**23**	2	438503	2186510
11	3	408547	2175716	**23**	3	438498	2186509
11	4	408474	2175657	**23**	4	438486	2186602
12	1	409078	2176162	**24**	1	438122	2186936
12	2	409150	2176223	**24**	2	438188	2186868
12	3	409153	2176219	**24**	3	438185	2186864
12	4	409081	2176159	**24**	4	438118	2186933
				25	1	438526	2186514
				25	2	438578	2186436
				25	3	438574	2186433
				25	4	438523	2186512

Cálculo de confiabilidad y error del muestreo
Sistema Ambiental Regional (SAR)
Para definir el tamaño de muestra y así obtener resultados con una confiabilidad del 95% y un error del 10% se aplicó la siguiente fórmula aplicando las variables de la siguiente tabla empleando el volumen total árbol como indicador de análisis:

$$n = \frac{(t^2) * (CV\%^2)}{E\%^2}$$

Dónde:

n= tamaño de la muestra a determinar.

t= valor de tablas de t de Student de dos colas. En este caso, del 95% de confiabilidad.

CV%= coeficiente de variación en porcentaje.

E= error muestral aceptable, en este caso 10%.

Tabla 4-13: Valores empleados para la determinación del tamaño demuestra del SA.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

VARIABLES DE ANÁLISIS	VALOR
Premuestreo	10
Grados de libertad (g.l.)	9
Confiabilidad	95%
Error	10
Valor de t de Student	2.26
Promedio	9.52
Varianza	3.17
Desviación estándar	1.78
Coeficiente de variación	18.70

De acuerdo con los resultados del premuestreo de 10 puntos distribuidos dentro del área de SAR, se determinó un coeficiente de variación de 18.70%. Entonces, en relación con lo referido a los valores en mención se calculó el número de sitios de muestreo necesarios para obtener un 95% de confiabilidad y en error muestral de 10%:

$$n = \frac{(18.70)^2 * (2.26)^2}{(10)^2}$$

$$\frac{(349.69) * (5.10)}{(100)}$$

$$n = \frac{1{,}789.108}{100}$$

n= 17.89 (18)

Por lo tanto, se calculó que es necesario el establecimiento de 18 transectos, de dimensiones fijas, con superficie de 500 m2.

Área del proyecto (AP)

Para definir el tamaño de muestra y así obtener resultados con una confiabilidad del 95% y un error del 10% se aplicó la misma metodología utilizada para el SAR, por tal motivo el número de muestreos definidos es similar al anterior, 26 sitios:

Curva de acumulación de especies (CAE)

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Para comprobar que la cantidad de sitios de muestreos permanentes establecidos dentro de campo tuvieron una representatividad suficiente para la caracterización, se elaboró una curva de acumulación (CAE) de especies empleando el programa EstimateS® en donde se contrastó la curva generada por la riqueza registrada durante los muestreos con los estimadores de diversidad de los índices de ACE y CHAO1 en donde, se considera que la cantidad de muestreos serán suficientes cuando se alcance arriba del 80% de la diversidad estimada respecto a la diversidad esperada (Moreno, 2001), además que las tres curvas

alcancen la asíntota. Para el caso de este muestreo, se determinó una riqueza de 183.5 especies, por lo que, de acuerdo con los estimadores de ACE y CHAO1 se alcanzó una 93.64 y 95.34% de la riqueza esperada, por lo que se consideró que los resultados de este muestreo a nivel florístico fueron confiables (Moreno, 2001), además de que ambos estimadores mostraron que se alcanzó la asíntota tanto de la riqueza observada en campo como en la calculada con los estimadores antes mencionados (Moreno, 2001; Escalante, 2003).



Tabla 4-14: Valores de construcción de la curva de acumulación de especies (CAE).

Samples	Individuals (computed)	S Mean (runs)	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	ACE Mean	Chao 1 Mean	Chao 1 95% CI Lower Bound	Chao 1 95% CI Upper Bound
0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	80.8	25.41	4.0	4.0	42.85	38.85	9.4	32.8
2	161.6	43.14	6.1	6.1	63.91	60.54	11.5	35.2
3	242.4	58.11	7.2	7.2	81.76	79.57	13.7	38.5
4	323.2	69.55	7.9	7.9	95.13	94.3	15.4	41.2
5	404	78.43	8.3	8.3	104.46	104.31	15.8	41.0
6	484.8	86.03	8.6	8.6	112.42	111.37	15.3	38.8
7	565.6	93.48	8.7	8.7	121.45	120.68	16.1	40.0
8	646.4	100.56	8.8	8.8	129.74	129.26	16.8	41.0
9	727.2	105.34	8.9	8.9	135.2	133.8	16.6	39.9
10	808	110.4	8.9	8.9	139.48	138.62	16.4	39.3
11	888.8	115.26	8.9	8.9	143.75	143.35	16.3	38.8
12	969.6	119.19	8.9	8.9	147.83	147	16.1	38.2
13	1050.4	122.69	8.9	8.9	150.48	148.8	15.1	36.1
14	1131.2	126.58	8.9	8.9	154.1	152.99	15.2	36.2
15	1212	130.41	8.9	8.9	156.92	155.6	14.5	34.6
16	1292.8	134.34	8.8	8.8	159.81	158.35	13.9	33.1
17	1373.6	136.86	8.8	8.8	161.92	160.39	13.6	32.5
18	1454.4	139.52	8.8	8.8	163.66	161.89	13.0	31.1
19	1535.2	141.88	8.7	8.7	165.74	164.11	12.9	31.0
20	1616	144.38	8.7	8.7	167.18	165.1	12.1	29.2
21	1696.8	147.27	8.7	8.7	169.37	167.15	11.6	28.3
22	1777.6	149.34	8.6	8.6	170.78	168.49	11.3	27.5
23	1858.4	151.73	8.6	8.6	172.64	169.81	10.7	26.3
24	1939.2	153.8	8.6	8.6	174.41	171.69	10.6	26.1
25	2020	155.53	8.6	8.6	175.79	172.77	10.2	25.3
26	2100.8	157.24	8.5	8.5	177.16	174	10.0	24.8
27	2181.6	158.64	8.5	8.5	178.05	174.92	9.7	24.3
28	2262.4	160.66	8.5	8.5	179.71	176.76	9.6	24.1
29	2343.2	162.14	8.5	8.5	180.51	177.34	9.1	23.1

30	2424	163.51	8.5	8.5	181.11	177.83	8.7	22.2
31	2504.8	164.84	8.5	8.5	182.27	178.99	8.6	22.0
32	2585.6	166.27	8.5	8.5	182.98	179.86	8.3	21.5
33	2666.4	167.44	8.5	8.5	183.53	180.56	8.1	21.1
34	2747.2	168.65	8.5	8.5	184.18	181.05	7.7	20.3
35	2828	169.72	8.5	8.5	184.54	181.53	7.4	19.8
36	2908.8	171.05	8.5	8.5	185.19	182.14	7.0	19.0
37	2989.6	172.01	8.6	8.6	185.6	182.58	6.7	18.4
38	3070.4	172.94	8.6	8.6	186.18	183.02	6.4	17.9
39	3151.2	174	8.6	8.6	186.73	183.54	6.2	17.3
40	3232	175	8.7	8.7	186.89	183.55	5.6	16.3

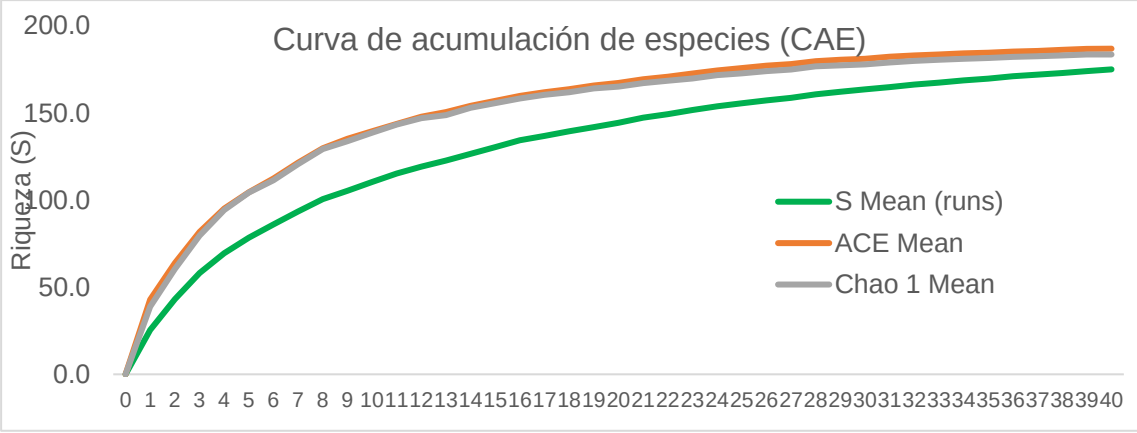


Figura 4.21. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

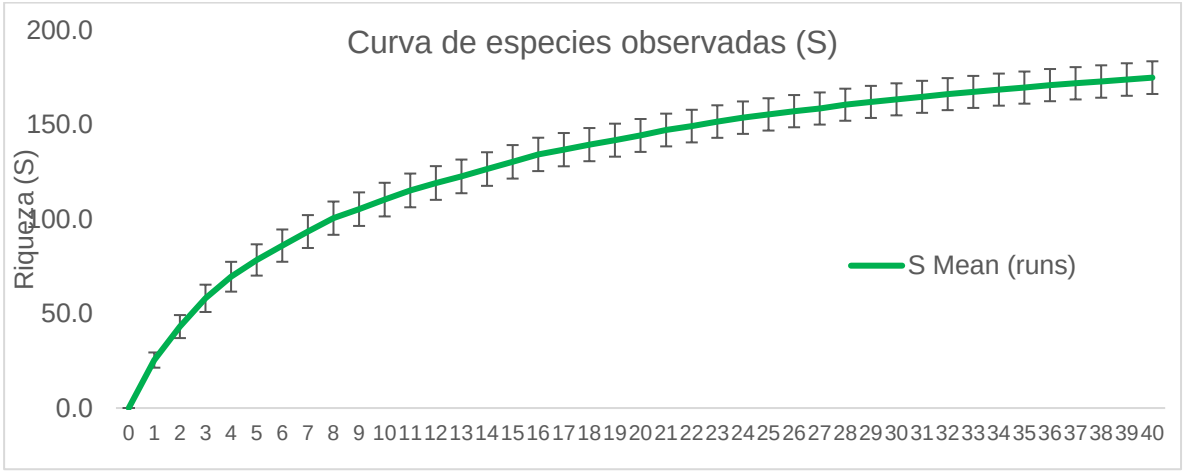


Figura 4.22. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

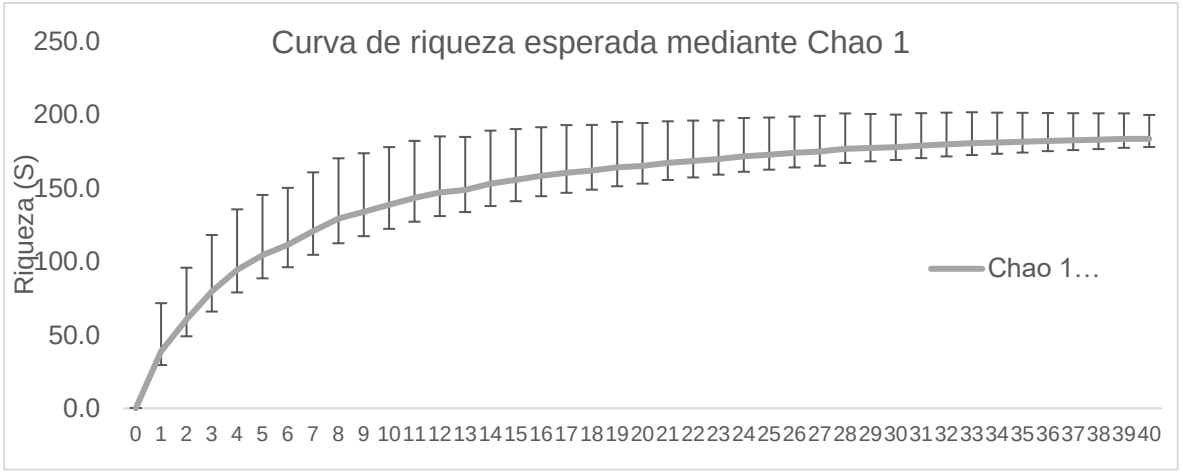


Figura 4.23. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza esperada con el índice de CHAO1 y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Área del proyecto (AP)

Para el caso de este muestreo, se determinó una riqueza de 23 especies, por lo que, de acuerdo con los estimadores de ACE y CHAO1 se alcanzó un 84.65 % de la riqueza esperada, por lo que se consideró que los resultados de este muestreo a nivel florístico fueron confiables (Moreno, 2001), además de que ambos estimadores mostraron que se alcanzó la asíntota tanto de la riqueza observada en campo como en la calculada con los estimadores antes mencionados (Moreno, 2001; Escalante, 2003).

Samples	Individuals (computed)	S Mean (runs)	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	ACE Mean	Chao 1 Mean	Chao 1 95% CI Lower Bound	Chao 1 95% CI Upper Bound
1	6	2	1.1	1.8	0.0	2.3	0.0	0.0
2	13	3	2.2	3.5	0.0	2.8	0.0	0.0
3	19	3	3.2	5.1	0.0	3.7	0.0	0.0
4	25	5	4.3	6.7	0.0	5.3	0.0	0.0
5	31	5	5.3	8.2	0.0	6.0	0.0	0.0
6	38	7	6.2	9.7	0.0	7.4	0.0	0.0
7	44	7	7.2	11.1	0.0	8.0	0.0	0.0
8	50	8	8.1	12.4	0.0	9.3	0.0	0.0
9	57	10	9.0	13.7	0.0	10.8	0.0	0.0
10	63	11	9.8	14.9	0.0	12.0	0.0	0.0
11	69	13	10.7	16.1	0.0	14.7	0.0	0.0
12	75	14	11.5	17.2	0.0	15.6	0.0	0.0
13	82	15	12.2	18.2	0.0	16.9	0.0	0.0
14	88	16	13.0	19.2	0.0	18.2	0.0	0.0
15	94	17	13.7	20.1	20.7	19.0	17.1	30.7
16	100	18	14.4	21.0	21.9	20.0	18.0	32.6
17	107	19	15.0	21.9	23.4	21.3	19.1	34.8
18	113	19	15.6	22.7	24.5	22.3	19.9	36.4
19	119	20	16.2	23.4	25.6	23.3	20.8	38.2
20	126	21	16.7	24.1	26.9	24.3	21.6	40.1
21	132	21	17.3	24.8	27.4	24.7	21.9	40.8
22	138	22	17.7	25.4	28.0	25.2	22.3	41.7
23	144	22	18.2	26.0	28.7	25.8	22.7	42.8
24	151	23	18.6	26.6	29.6	26.5	23.3	44.0
25	157	23	18.9	27.1	30.4	27.2	23.8	45.2
26	157	23	18.9	27.1	30.4	27.2	23.8	45.2



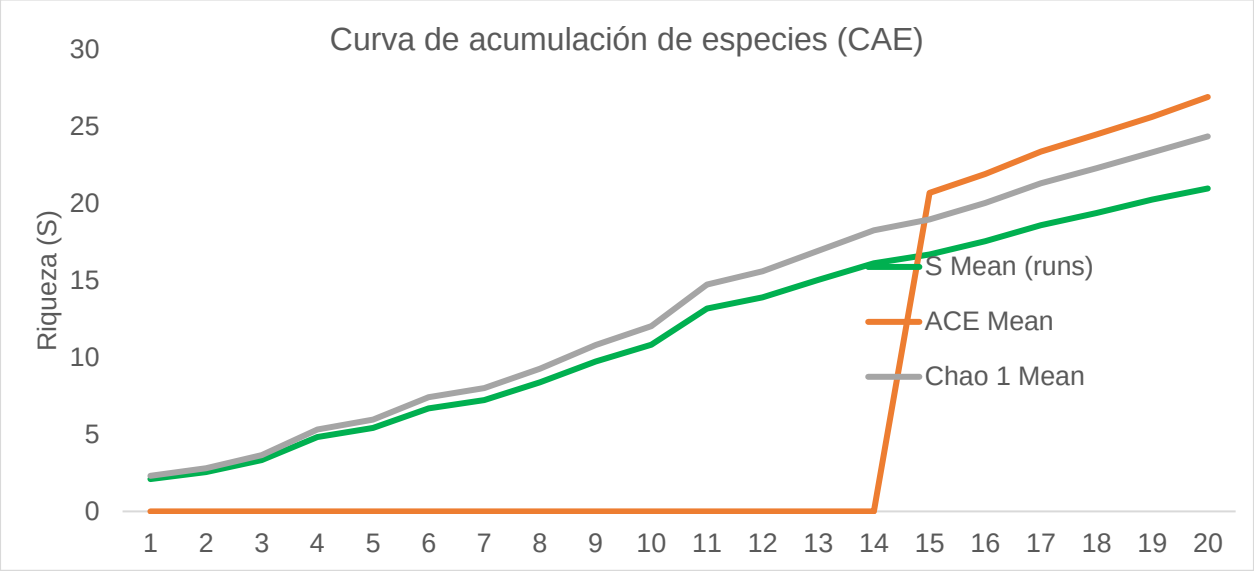


Figura 4.24. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del AP.



Figura 4.25. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza observada y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del AP.

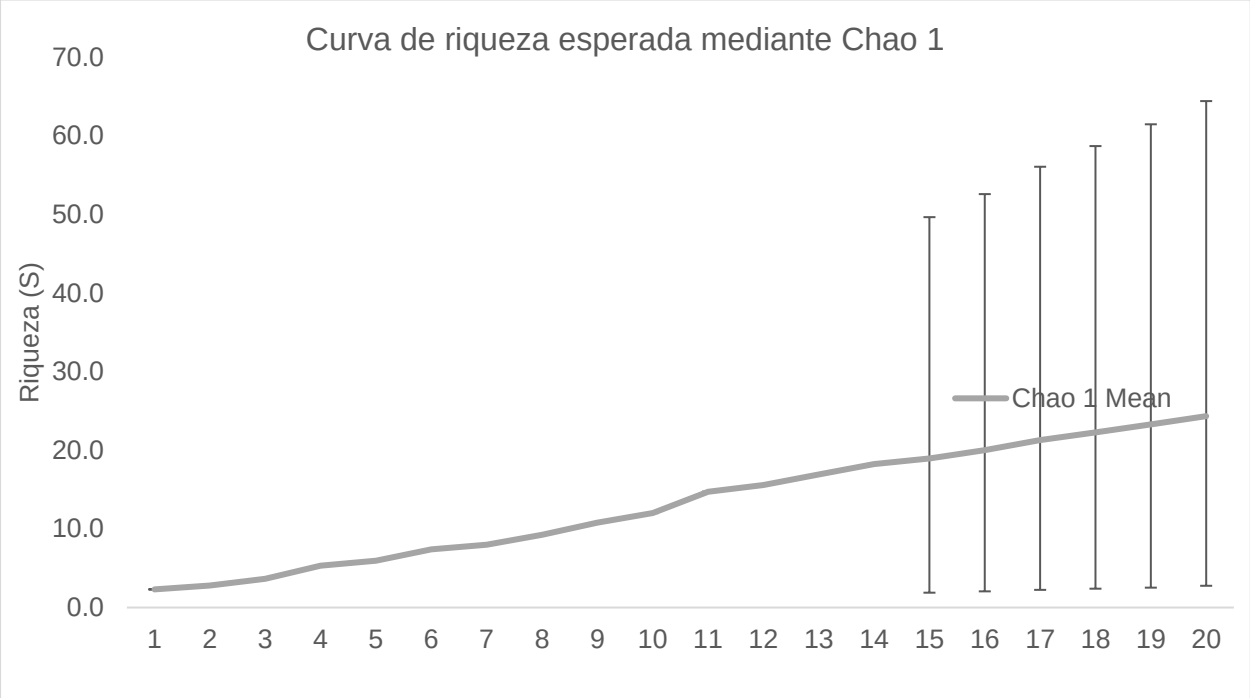


Figura 4.26. Curva de acumulación de especies (CAE) de la riqueza esperada con el índice de CHAO1 y sus límites (superior e inferior) al 95% dentro del AP.

4.3.1.11 *Análisis de la información para la caracterización de la vegetación*

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

LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES

Para conocer las especies de distribución potencial dentro del SAR como del AP se cotejaron trabajos de descripción de flora del documento *"Biodiversidad de Quintana Roo: Estudio de Estado"* de Pozos *et al*. (2011), así como de los registros biológicos contenidos en las plataformas de CONABIO correspondientes a Naturalista y EncicloVida.

Caracterización mediante los sitios de muestreo

Empleando la información recopilada en campo, se procedió con el análisis dentro del AP y SAR, por estrato identificado en campo. Para ello, se realizó una descripción a nivel comunidad, florística, dasometría, diversidad e importancia ecológica.

Para comprobar que la cantidad de sitios de muestreos permanentes establecidos dentro de campo tuvieron una representatividad suficiente para la caracterización estructural de los estratos del ecosistema, se elaboró una curva de acumulación de especies empleando el programa EstimateS® en donde se contrastó la curva generada por la riqueza registrada durante los muestreos con los estimadores de diversidad de los índices de ACE, CHAO1 y CHAO2 en donde, se considera que la cantidad de muestreos serán suficientes cuando se alcance arriba del 80% de la diversidad estimada respecto a la diversidad esperada (Moreno, 2001), además que las tres curvas alcancen la asíntota.

Descripción a nivel comunidad

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

Descripción florística

Para este análisis, se agruparon a las especies tanto por familia botánica como por género para identificar la riqueza de los niveles taxonómicos de manera general y a nivel de estrato, desarrollando una descripción puntual por niveles de distribución vertical. Además, se analizarán los grados de riesgo de las especies contrastando con la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES, así como su distribución y nivel de endemismo de acuerdo con Enciclovida.

Descripción dasométrica

La descriptiva de este análisis se enfocó en el análisis del número de individuos registrados por estrato y extrapolando su valor por hectárea tipo. En el caso del estrato arbóreo, se realizaron análisis estructurales más detallados donde se exploró la distribución de las frecuencias diamétricas a nivel abundancia (con base en el número de individuos registrados), dominancia (empleando el área basal calculada) y las alturas promedio, con la finalidad de analizar su estructura como indicador de estado de conservación de este

estrato. En el caso particular del AP, aquí se representaron los valores de individuos registrados en campo, extrapolados a hectárea tipo (Nha-1) y la cantidad de individuos afectados por el proyecto, así como su área basal (m2 ha-1).

Descripción de la biodiversidad

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

Riqueza (S)

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

Diversidad

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

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

Índice de Shannon-Wiener (H')

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

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

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

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

Índice de dominancia de Simpson (ʎ)

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

$\lambda = \sum pi^2$

Dónde:

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

Índice de equitatividad de Pielou (J´)

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

J´= H´/H´max

Dónde:

H´= índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H´max = diversidad máxima esperada.

Índice de similitud de Jaccard (IJ)

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

IJ = c / a+b-c

Dónde:

IJ = índice de Jaccard

a = número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies compartidas en ambos sitios.

Índice de similitud de Bray-Curtis (IBC)

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

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

Dónde

xi= abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1.

yi= abundancia de las especies en el otro.

Serie de números de Hill

Donde la derivación de esta ecuación genera diferentes órdenes denominados q. Los tres primeros órdenes (q= 0 ó 1 ó 2) coinciden con las tres medidas más importantes de diversidad; en particular, si q = 0, entonces q0 = S (número total de especie).

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de

individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

q0= riqueza registrada en campo.

q1 = número de especies abundantes (eH') (H' es el Índice de Shannon-Weiner).

q2 = número de especies muy abundantes = 1/λ (para λ ver el índice de Simpson).

A medida que aumenta el número de especies, las especies más raras tienen menos peso en la muestra y se obtienen valores más bajos de q1 y q2.

Descripción de la importancia ecológica

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

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

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

Dónde:

Dominancia

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

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

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

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

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

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

Abundancia

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

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

Frecuencia

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

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

Al aplicar las ecuaciones anteriores a las diversas especies que conforman los estratos analizados, la sumatoria de su IVI corresponde a una sumatoria de 300, en donde, conforme mayor sea el valor de las especies, corresponderá una mayor importancia ecológica dentro de la comunidad dada.

4.3.1.12 *Resultados*

Listado potencial de flora

Con relación al listado florístico del documento de "Biodiversidad de Quintana Roo: Estudio de Estado" de Pozos et al. (2011), así como de los registros biológicos contenidos en las plataformas de CONABIO correspondientes a Naturalista y EncicloVida, dentro del SAR, hay un estimado de 463 especies y 328 géneros repartidos en 96 familias botánicas. Aquellas familias con mayor cantidad de especies fueron Fabaceae con 42, Asteraceae con 36, Euphorbiaceae con 25, Apocynaceae con 22, y tanto Orchidaceae como Convolvulaceae con 21 cada una de ellas.

Respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo III (14 de noviembre de 2019), 17 especies se reportaron en riesgo: Avicennia germinans, Beaucarnea pliabilis, Campyloneurum phyllitidis, Coccothrinax readii, Conocarpus erectus, Guaiacum sanctum, Handroanthus chrysanthus, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle, Syringonium filiforme, Thrinax radiata y Zinnia elegans como amenazada (A), así como Attalea cohune, Gossypium hirsutum, Thalassia testudinum, Vanilla planifolia y Zamia prasina. En el caso del PROCER, tanto A. germinans, C. erectus, L. racemosa, R. mangle y V. planifolia como prioridad alta (III) para la conservación. Respecto a los instrumentos internacionales, encontramos que 181 taxones se encuentran en algún riesgo internacional (171 en LC, 5 en VU, 4 en EN y 1 en CR). En el caso de la CITES fueron sólo 45 las especies que presentan algún riesgo respecto al comercio (42 en el apéndice II y 3 en el apéndice III).

4.3.1.12.1 Sistema Ambiental Regional (SAR)

Caracterización de la vegetación a través de los sitios de muestreo

Descripción a nivel comunidad

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)

Dentro de este bosque se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: el arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífito-trepador. Dentro de esta comunidad forestal se observó que el estrato arbustivo presentaba una gran cantidad de individuos, siendo un indicador de que se encuentra en un estado primario.

Dentro del estrato arbóreo se registraron 117 especies con individuos con alturas máximas de hasta 18 m de altura y DN´s que alcanzaron los 85.5 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 7.59 m y para el DN fue de 12.68 cm. Las especies que conforman el estrato más representativo son el Mosannona depressa (Chirimoya), Manilkara zapota (Chicozapote), Bursera simaruba (Palo mulato). La densidad por hectárea es de 121 Nha-1 y el área basal de 0.599 m2ha-1, 113 Nha-1, 3.897 m2ha-1 y 108 Nha-1 y 1.596 m2ha-1, respectivamente.

Tabla 4-15. Rangos de valores para la altura (h) y el diámetro normal (DN), de los individuos arbóreos encontrados en el SAR

Variables Dasométricas	Promedio	Mínimo	Máximo	Moda
Altura (h)	7.59	1.40	18.00	8.00
Diámetro Normal (DN)	12.68	5.00	85.50	5.00

El estrato arbustivo albergó una riqueza de 23 especies, con una densidad de 1,217 Nha-1 y una cobertura de copa de 3152.71 m2ha-1. Los taxones más abundantes y representativos dentro de este estrato fueron *Sabal yapa, Bromelia pinguin y Thrinax radiata*. En el caso del estrato herbáceo fue común la aparición de las especies *Solanum americanum y Lasiacis divaricata*, con una densidad de 846 Nha-1 y una cobertura de copa de 828.511 m2ha-1 y 588 Nha-1 y una cobertura de copa de 53.63 m2ha-1. El estrato epífito y trepador estuvo relativamente bien consolidado, siendo *Ipomoea anisomeres y Tillandsia brachycaulos*, las que presentaron densidades mayores.

Descripción florística

Se registraron 173 especies repartidas en 142 géneros y 53 familias botánicas, de las cuales Fabaceae (23 spp.) y Orchidaceae (13 spp), presentan el mayor número de especies registradas. Esta situación es congruente con lo que señalan Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014) para este tipo de vegetación, de manera particular dentro de las comunidades de carácter primario que imperan dentro de esta zona.

Tabla 4-16. Relación de nivel taxonómico por familia botánica de las especies encontradas en el SAR.

FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Acanthaceae	1	1
Anacardiaceae	3	3
Annonaceae	2	2
Apocynaceae	5	5
Araliaceae	1	1
Arecaceae	5	5
Asparagaceae	2	2
Asteraceae	2	2
Bignoniaceae	2	2
Boraginaceae	1	1
Bromeliaceae	2	5
Burseraceae	2	2
Cactaceae	4	4
Celastraceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Convolvulaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Ebenaceae	1	3
Erythroxylaceae	1	1
Euphorbiaceae	5	7
Fabaceae	19	23
Icacinaceae	1	1
Lamiaceae	2	2
Lauraceae	1	2
Malpighiaceae	3	4
Malvaceae	5	5

Meliaceae	1	2
Menispermaceae	1	2
Moraceae	2	4
Myrtaceae	4	6
Nyctaginaceae	2	2
Olacaceae	1	1
Orchidaceae	11	13
Phyllanthaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Poaceae	1	2
Polygonaceae	3	7
Polypodiaceae	1	1
Primulaceae	3	3
Putranjivaceae	1	1
Rhamnaceae	3	3
Rubiaceae	7	9
Rutaceae	4	4
Salicaceae	2	2
Sapindaceae	8	8
Sapotaceae	4	6
Simaroubaceae	1	1
Solanaceae	1	2
Urticaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
Vitaceae	1	1
Zamiaceae	1	1
Zygophyllaceae	1	1
53	**142**	**173**

A continuación, se representa de forma gráfica los géneros y especies registradas por familia botánica en el SAR:

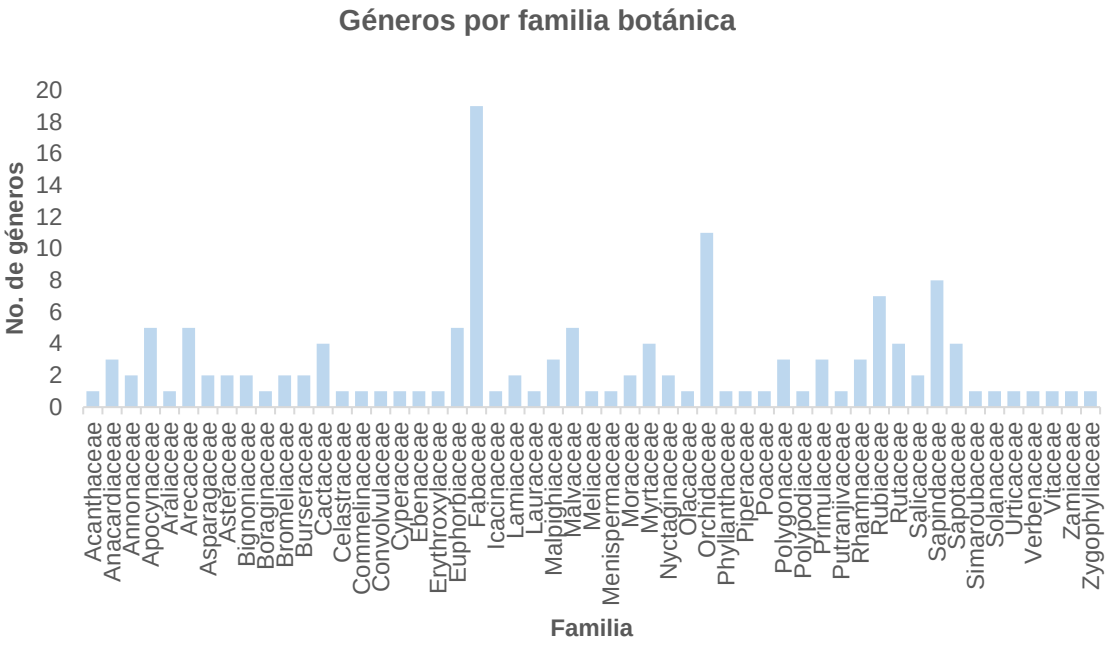


Figura 4.27. Número de géneros por familia botánica dentro del SAR.

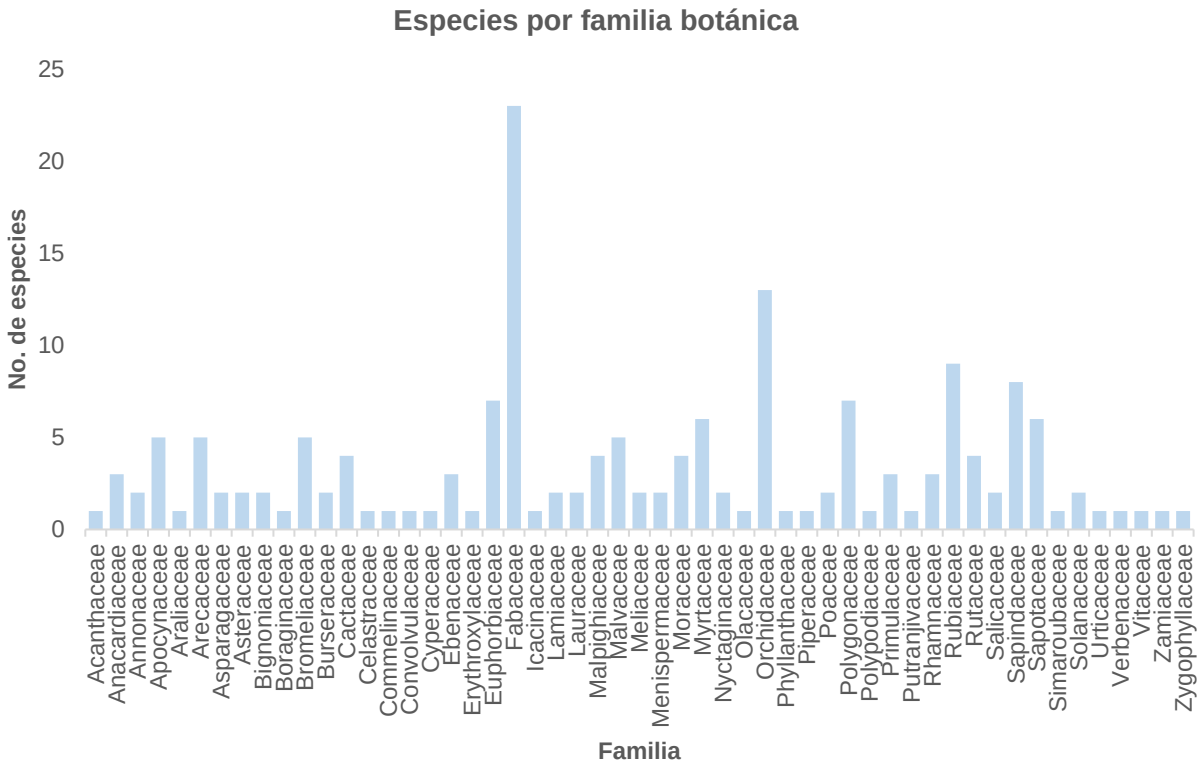


Figura 4.28. Número de especies de familia botánica dentro del SAR.

De las 173 especies, todas ellas fueron nativas, exepto una *Cocos nucifera*, la cual es exótica, del resto, 9 fueron endémicas al territorio nacional. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación de su anexo normativo III (14 de noviembre de 2019), 11 taxones se encontraron en categoría de riesgo. En el caso del PROCER, sólo dso se encuentran registradas con prioridad alta (III) con relación a su importancia para la conservación. Por parte de los instrumentos internacionales, de las 136 especies en la lista roja de la IUCN, 135 se encontraron en alguna categoría, de las cuales 119 se encuentran categorizadas como de preocupación menor (LC), 4 en casi amenazada (NT), 2 en peligro (EN), 1 con datos insuficientes (DD), 4 vulnerables (VU) y 1 en peligro crítico (CR); en Cites se enlistaron a 20 especies en el anexo II debido a que su comercialización no regulada podría provocar un declive poblacional de estas especies.

Tabla 4-17. Listado de especies registradas dentro de las actividades de muestreo, del SAR.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	DISTRIBUCIÓN	ENDEMISMO	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	PROCER	CITES	IUCN
Acalypha villosa	Tapacamino, Ya'ax ch'ilib tuux	Euphorbiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Acanthocereus tetragonus	Pitahaja	Cactaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	LC
Adelia barbinervis	Espino blanco, Caca de gallina, Pak'aal che'	Euphorbiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Agave angustifolia	Agave, Henequén de playa, Kij, Ch'elem, Ch'elem kij	Asparagaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	NT
Allophylus cominia	Palo de caja, Ikbach, Ixbaaché	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Alseis yucatanensis	Cacaoche, Tabaquillo, Papelillo, Ja'as che'	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Amphilophium paniculatum	Bejuco prieto, Ak, Sak-ak, Malo'ob aak'	Bignoniaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Amyris elemifera	Palo de gas, K'an chan, Kanyuk	Rutaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Ardisia escallonioides	Pimienta de monte, Sak loob che', Xooknum	Primulaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Astronium graveolens	Amargoso, Jobillo, Culinzís, K'ulim che'	Anacardiaceae	Nativa	NE	A	SR	SR	LC
Bauhinia divaricata	Pata de vaca, Ts' runtook, May vaca	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Bauhinia jenningsii	Pata de venado	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC

Beaucarnea pliabilis	Despeinada, Pata de elefante, Ts-ii-pil, Tsiipil	Asparagaceae	Nativa	NE	A	SR	II	VU
Blomia prisca	Sibul, Ts'ool	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Bonellia flammea	Chak sik'iin, Sik'iin k'aax	Primulaceae	Nativa	E	SR	SR	SR	EN
Brassavola nodosa	Dama de noche, Barbas de viejo, Sah-yak'	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Bravaisia berlandieriana	Hooloop, Juluub, Sak-hulub	Acanthaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Bromelia pinguin	Piñuela, Piña de perro, Ch'om, Chuchuk che'	Bromeliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Brosimum alicastrum	Ramón, Oox, Sak oox	Moraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Bunchosia swartziana	Cojón de fraile, Manzanillo, Sip che'	Malpighiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Bursera simaruba	Palo mulato, Chaca, Cuajilote, Chakah	Burseraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Byrsonima bucidifolia	Nance agrio, Nance blanco, Sak paj, Zakpah	Malpighiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Caesalpinia pulcherrima	Tabachín, Chak-sin' in, Chaksikin	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Calliandra belizensis	Barba de viejo, Capulín de corona, Tamarindillo	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Cameraria latifolia	Cheechen blanco, Chechén blanco de sabana, Sak cheechem	Apocynaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Campyloneurum phyllitidis	Helecho, Lengua de cierva, Lengua de ciervo	Polypodiaceae	Nativa	NE	A	SR	SR	SR
Cascabela gaumeri	Campanilla, Campanita de oro, Akits	Apocynaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Casearia emarginata	Naranja che', Am che'	Salicaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Catasetum integerrimum	Cola de pato, Monjes, Ch'it ku'uk, Xanab miis	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	LC
Cecropia peltata	Guarumbo, Guarumo, Cho-otz, Ix-coch	Urticaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Ceiba aesculifolia	Algodoncillo, Pochote, Kuché, Piim	Malvaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Cenostigma gaumeri	Citinché, K'itamché, Kitam che'	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Chamaedorea seifrizii	Palma, Palma bambú, Xiat	Arecaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Chloroleucon mangense	Palo fierro, Cacho de toro, Ya' ax eek', Verde lucero	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Chrysophyllum mexicanum	Caimito, Caimito de monte, Chi' keej, Chi'kéej	Sapotaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC

Cissus verticillata	Tripa de zopilote, Xta´kanil/Bejuco trepador	Vitaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Coccoloba acapulcensis	Carnero, Tohjub, Toj yuub	Polygonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Coccoloba barbadensis	Roble de la costa, Boob ch'iich', Tokoy	Polygonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Coccoloba diversifolia	Uvero, Escobillo de monte alto, Ch'iich' boob	Polygonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Coccoloba reflexiflora	Sak boob	Polygonaceae	Nativa	SR	SR	SR	SR	SR
Coccoloba spicata	Bab, Boob, Boob ch'iich	Polygonaceae	Nativa	SR	SR	SR	SR	LC
Coccothrinax readii	Palma, Palma nakás, Nak'as, Nakax, Náaj k'aax	Arecaceae	Nativa	E	A	SR	SR	NT
Cocos nucifera	Palma de coco	Arecaceae	Exotica	SR	SR	SR	SR	SR
Colubrina arborescens	Pimienta de monte, Cascalote, Cakte' kajum', Yax-puken	Rhamnaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Commelina erecta	Cantillo, Hierba del pollo, Pah-tsa, X-habul-ha'	Commelinaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Cordia alliodora	Aguardientillo, Bojón, Bakal-ché, Bakalche', Bojom	Boraginaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Cornutia pyramidata	Lengua de vaca, bastón de vieja, Loob che', Xoolte'	Lamiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Cosmocalyx spectabilis	Chakte' kook	Rubiaceae	Nativa	E	SR	SR	SR	VU
Coulteria mollis	Brazil, Brazileto, Viga, Chak te', Chakteviga	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	DD
Croton glabellus	Palo casero, Cascarillo, Chuts, Kok-ché, P'eles-k'uch,	Euphorbiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Croton icche	Iik che', Iik che', Kóok che' niich yuuk, P'e'es k'uuch	Euphorbiaceae	Nativa	E	SR	SR	SR	LC
Croton reflexifolius	Palo santo, Cascarillo, Perexcutz, Pets'k'uuts	Euphorbiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Cryosophila stauracantha	Palo de escoba, Huano k'uum, Guano de Escoba	Arecaceae	Nativa	NE	A	SR	SR	LC
Cupania belizensis	Tres lomos, Rabo de cojolite, Sak poom, Sak beek	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR

Cyperus ochraceus	Navajuela, Zacate, Zacate cortador, Maskab kabal su'uk	Cyperaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Damburneya coriacea	Laurel verde, Palo de gas, Sip che', Jok che', Jobon che'	Lauraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Damburneya salicifolia	Laurelillo, Aguacatillo, Hooch'oché, Ts'it'il ya'	Lauraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Deamia testudo	Pitayita nocturna de tortuga, Pitahaya de tortuga, Chochekisin, Chochel kisin	Cactaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	LC
Dendropanax arboreus	Palo blanco, Mak', Sac-chacáh, Sak chakaj, Tsiimin che'	Araliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Diospyros anisandra	X, -nob-chéAm che', Amche'	Ebenaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Diospyros salicifolia	Chocoyito, Zapote enano, Silil, Siril, U chul che'	Ebenaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Diospyros tetrasperma	Siliil, Silil, Sip che'	Ebenaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Diphysa carthagenensis	Guachipilin, Ruda de monte, Tsusuk, Xbabalché	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Drypetes lateriflora	Ekulub, Sinche, Huesillo, Huilote	Putranjivaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Epidendrum stamfordianum	Orquídea tropical	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Epiphyllum hookeri	Pitaya blanca, Dama de noche, Nej ayin, X-pitajaya ku'uk	Cactaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	LC
Erythrostemon yucatanensis	Cocoite negro, Palo de gusano, Ta' k' inche', Taa k'in che'	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Erythroxylum rotundifolium	Baak soots', Iik che'	Erythroxylaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Esenbeckia pentaphylla	Naranja che', Tankas-che, Ya'ax jok'ok, Hoo op	Rutaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Eugenia axillaris	Cinco negritos, Escobillo, Ich huh, Chakniche	Myrtaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Eugenia capuli	Chaknί	Myrtaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Eugenia foetida	Jirimich, Khilnich, Sak loob, Sak-loob	Myrtaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Exothea diphylla	Guayo, Kulinché, Wayuum, Wayuum koox	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Ficus cotinifolia	Amate negro, Álamo, Mata palo, Koopo', Kopo'	Moraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC

Ficus maxima	Amate prieto, Higo, Akkúun, Kopo' ch'iin	Moraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Ficus pertusa	Amatillo, Cuajinicuil, Juun k'iix, Sak chéechen, Ukum	Moraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Gliricidia sepium	Cacahuananche, Cocoite, Sak ya'ab, Balche'ke'	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Guaiacum sanctum	Guayacán, Palo santo, Chuum chiin took', Soon chulul	Zygophyllaceae	Nativa	NE	A	SR	II	NT
Guettarda combsii	Anisillo, Taastaab, Pay luuk', Tasta'ab	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Guettarda elliptica	Crucecilla, Pata de perdiz, Lu' um' che', Kibche'	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	CR
Gymnanthes lucida	Palo de asta, Tsilil, Ya'ay tiik, Yaiti, Yayti, Piij	Euphorbiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Gymnopodium floribundum	Pata de venado, Dzidzilché, T'sit'silche'	Polygonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Hamelia patens	Coralillo, Hierba cancerina, Chak took', K'anal che', Xkaná-n	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Hampea trilobata	Majagua, Majahua, Hol, Jóol	Malvaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo, Guayacán amarillo, Macuilis, Makulis	Bignoniaceae	Nativa	NE	A	SR	SR	VU
Helicteres baruensis	Algodoncillo, Barrenillo, Suput, Tsutsuk	Malvaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Hyperbaena mexicana	Manguito, Naranjillo, K'eken che'	Menispermaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Hyperbaena winzerlingii	Naranjillo, Tripa de cochino, K'ooch' kitam	Menispermaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Ipomoea anisomeres	Hoja de murcielago	Convolvulaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Jatropha gaumeri	Piñón, Pomol che', Pomolché, Xu'ul	Euphorbiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Karwinskia humboldtiana	Cacachila, Pimientillo, Tullidora, L u'um che'	Rhamnaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Koanophyllon albicaule	Hediondilla, Tok'aban, Sak taj, Taj' che'	Asteraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Krugiodendron ferreum	Hueso de tigre, Quebrahacha, Ch'iin took', Chimtok	Rhamnaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Laetia thamnia	Zapote amarillo, Ch'aw che', Ix iim che', Ximché	Salicaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR

Laguncularia racemosa	Mangle blanco	Combretaceae	Nativa	NE	A	III	SR	LC
Lantana canescens	Suul che', Oregano de monte,Orégano k'aax,	Verbenaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Lasiacis divaricata	Bambú silvestre, Carricillo, Mehensit, Siit, Taabil si'	Poaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Lasiacis ruscifolia	Carricillo, Pasto, Zacate, Mehensit, kanbal siit	Poaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Lonchocarpus guatemalensis	Palo gusano, Xu'ul, Xuul, Xu´ul	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Lonchocarpus rugosus	Mata buey, Palo de aro, K'anasín, K'ansin	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Lonchocarpus yucatanensis	Xu´ul de montaña, Balché-chi, Xul, Xuul, Ya'ax xu'ul	Fabaceae	Nativa	E	SR	SR	SR	LC
Luehea speciosa	Algodoncillo, Guácimo macho, Patazte, K'askáat, Tukuch	Malvaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Lysiloma latisiliquum	Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Machaonia lindeniana	Kampokolché, Tank'an che', K'uch'eel, K'uk'ch'el	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Macroscepis diademata	Aak'tóom paap, K'an tsel aak', K'enil, Tsoots'k'a	Apocynaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Malpighia glabra	Capulín, Capulincillo, Béek che', Wayate'	Malpighiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Malpighia lundellii	Wayate	Malpighiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Manilkara zapota	Chicozapote, Chicle, Chak ya', Itzaj-ya	Sapotaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Margaritaria nobilis	Ciruelillo, Grosello cimarrón, Xnabalche	Phyllanthaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Mariosousa dolichostachya	Xaax, Kabal piich, Kaanbal piich	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Matayba oppositifolia	Cascarillo, Tempesquite, Guayancox	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Melicoccus oliviformis	Guaya, Huayum, Keneb, Mayum che'	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Metopium brownei	Chechem, Chechen prieto, Chechem negro, Boox cheechem	Anacardiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Mimosa bahamensis	Motita, Motita morada, Sak káatsim, Sak-katsin	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Mosannona depressa	Chirimoya, Boox éelemuy, Éelemuy, Pool boox	Annonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC

Myrcia neopallens	Guayabillo, Chi'it	Myrtaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Myrmecophila christinae	Orquídea, Xon-ikni	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Myrmecophila tibicinis	Orquidea, Hom-ikim, Jom bach	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Neea psychotrioides	Palo pozole, Ta'tsi', Clavel, Palo de sangre	Nyctaginaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Neomillspaughia emarginata	Sakitsa, Sak ii tsa', Sakiitsab	Polygonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Notylia barkeri	Orquidea cepillito	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Oncidium sphacelatum	Orquídea dama amarilla, Flor de la santa cruz, Anis nikte'	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Ornithocephalus inflexus	Orquidea Puuts' mukuy	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Ottoschulzia pallida	Cacahuté, Palo azul, Uvas che', Bayal	Icacinaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Parathesis cubana	Chamelche	Primulaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Pilocarpus racemosus	Tankasche	Rutaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Pimenta dioica	Pimienta de Tabasco, Pimienta gorda, Boox pool, Nukuch pool, Ukum	Myrtaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Piper amalago	Cordoncillo, X-pehel-ché, Ya'ax pe'jel che'	Piperaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Piscidia piscipula	Barbasco, Flor de papagayo, Jabín, Ja´abin	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Pisonia aculeata	Bejuco, Uña de gato, Uña del diablo, Beeb, Béeb	Nyctaginaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Platymiscium yucatanum	Granadillo, Chak subinche, Tasin che'	Fabaceae	Nativa	E	SR	SR	SR	NT
Plumeria obtusa	Flor de mayo, Aak'its, Nikte' ch'oom	Apocynaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Pouteria campechiana	Canistel, Canizte, Chak ya', K'aniste'	Sapotaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Pouteria reticulata	Zapotillo, Ch' iich' ya, Ts' um ya'	Sapotaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Prosthechea boothiana	Orquídea	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	SR
Protium copal	Copal, Palo de incienso, Pom, Poom	Burseraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Pseudobombax ellipticum	Amapola, Amapola blanca, Chack k'ux che', Chulté	Malvaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Psidium sartorianum	Arrayán, Guayabillo, Kabal sak lob che', Pichiche'	Myrtaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Randia aculeata	Crucecita, Crucetillo, Kajal k'aax, Puuts' che'	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Randia longiloba	K'aax, K'aaxil, Ka'aal che', Aak'aax, Aak	Rubiaceae	Nativa	E	SR	SR	SR	LC

Rhyncholaelia digbyana	Orquídea blanca yucateca, Nunup'he, Sack-k'ukum-lol	Orchidaceae	Nativa	E	SR	SR	II	SR
Sabal yapa	Palma de guano, Botan, Guano macho, Julok' xa'an, Xa'an	Arecaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Sapindus saponaria	Jaboncillo, Sibuul, Ts' ibuul	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Sapranthus campechianus	Chak-elemuy, Chak ma'ax, Sak éelemuy	Annonaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Selenicereus grandiflorus	Dama de noche, Pitayita nocturna reina de la noche, Pitayita de culebra	Cactaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	LC
Semialarium mexicanum	Cancerina, Palo de agua, Chum-loop, Chun tok', Sak boob, Olol	Celastraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Senna racemosa	Retama peninsular, K'an ja' abin, K'an lool, Xkanlol	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo, K'anaste', Sibul, Tsiimin che'	Sapotaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Sideroxylon salicifolium	Zapote faisán, Sapotillo, Ts'iits'il ya', Chakal ja'as	Sapotaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Simarouba glauca	Negrito, Aceituno negrito, Pa' sak che', Pa-sak	Simaroubaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Solanum americanum	Hierba mora, Chililllo, Iik koox, Maax iik, Tu' jabil	Solanaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Solanum erianthum	Salvadora, Chal che', Tóom p'aak	Solanaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Solenandra mexicana	Cáscara amarga, Naranjillo, Sabak ché'	Rubiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Spondias mombin	Jobo, Ciruela agria, Jujuub, K'inil	Anacardiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Swartzia cubensis	Corazón azul, Llora sangre, Cattox, K' atal' oox	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Thevetia ahouai	Bola de venado, Cojón de gato, Akits, Huevo de perro,	Apocynaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Thouinia paucidentata	Hueso de tigre, Canchunup, K' aan chunukub	Sapindaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Thrinax radiata	Palma chit, Ka' anal xa' an, Guano de costa	Arecaceae	Nativa	NE	A	SR	SR	LC
Tillandsia brachycaulos	Gallitos, Gallinita, Chu, Me'ex nuk xiib	Bromeliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Tillandsia bulbosa	Bromelia, Juche', X-ch'uché	Bromeliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR

Tillandsia fasciculata	Bromelia, Gallito, Chuk, Kanal-sihil	Bromeliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Tillandsia variabilis	Bromelia gallito	Bromeliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Trichilia glabra	Ch'oben che', Choben-che, K'an lool	Meliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Trichilia minutiflora	Limonaria, Chaltecoc, Espacasiquin, X-puk'usik'il	Meliaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	VU
Trichocentrum ascendens	Ahoché, Mejen puuts' che', Putsche	Orchidaceae	Nativa	NE	SR	SR	II	LC
Trichocentrum cosymbephorum	Orquidea	Orchidaceae	Nativa	E	SR	SR	II	SR
Vachellia cornigera	Acacia, Cornezuelo, Subin, Subin che'	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Vachellia pennatula	Tepame, Espino negro, Chimay, Sak chuum	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Vanilla planifolia	Vainilla, Vainilla colibrí, Siisbik, Sisbik, Sisbik-k'aax	Orchidaceae	Nativa	NE	Pr	III	II	EN
Viguiera dentata	Tajonal, Flor de tajonal, Mirasol, Tah, Taj	Asteraceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	SR
Vitex gaumeri	Ya' axnik, Ya'axnik, Carrete, Xaax nik,	Lamiaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Ximenia americana	Naap che', Chabalaca, K'uk'-ché, Xkuk-ché	Olacaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Zamia prasina	Cícada, Palmita, Chak wa	Zamiaceae	Nativa	NE	Pr	SR	II	LC
Zanthoxylum fagara	Tank'as che, Si na'an che'	Rutaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC
Zygia cognata	Palo de humo, Frijolillo, Cacaoché	Fabaceae	Nativa	NE	SR	SR	SR	LC

PROCER: Programa de Conservación de Especies en Riesgo, CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Riesgo de Fauna y Flora Silvestre, IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Distribución: N= Nativa, E= Exotica para Mexico.

Endemismo: NE= No Endémica, E= Endémica.

NOM 059 SEMARNAT 2010: A= Amenazada, E= Probablemente extinta en el medio silvestre, P= En peligro de extinción, PR= Protección Especial.

IUCN: LC= Preocupación menor, CR= Peligro Crítico, EN= En Peligro, VU= vulnerables, NT= Casi Amenazado.

CITES: Apéndice I= Especies que están en peligro de extinción y se prohíbe el comercio internacional. Apéndice II= Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. Apéndice III= Especies que sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.



A nivel estrato, se observó que los estratos arbóreo y Epífito y trepador albergaron a la mayor cantidad de especies, mientras que el herbáceo fue el menos rico.

Tabla 4-18. Número de especies por estrato analizado dentro del SAR.

Estrato	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Epífito y Trepador
Riqueza (S)	117	23	9	27

Dentro del estrato arbóreo se registraron 117 especies dentro de 96 géneros y 38 familias botánicas, siendo Fabaceae (23 spp.) la que presenta el mayor número de géneros y especies. Dentro del estrato arbustivo, Arecaceae presentó la mayor cantidad de especies. Para el caso del estrato herbáceo, sobresalió la familia Poaceae, mientras que en el epífito y trepado destacó la familia Orchidaceae (13 spp.).

Tabla 4-19. Riqueza del estrato arbóreo, en el SAR.

Arbóreo		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Fabaceae	19	23
Sapindaceae	8	8
Polygonaceae	3	7
Rubiaceae	6	7
Sapotaceae	4	6
Euphorbiaceae	5	5
Myrtaceae	3	5
Malpighiaceae	3	4
Moraceae	2	4
Rutaceae	4	4
Anacardiaceae	3	3
Ebenaceae	1	3
Malvaceae	3	3
Primulaceae	3	3
Annonaceae	2	2
Apocynaceae	2	2
Burseraceae	2	2
Lamiaceae	2	2
Lauraceae	1	2
Meliaceae	1	2
Menispermaceae	1	2
Rhamnaceae	2	2
Araliaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Celastraceae	1	1
Erythroxylaceae	1	1
Icacinaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Olacaceae	1	1
Phyllanthaceae	1	1
Piperaceae	1	1

Putranjivaceae	1	1
Salicaceae	1	1
Simaroubaceae	1	1
Solanaceae	1	1
Urticaceae	1	1
Zygophyllaceae	1	1
38	**96**	**117**

A continuación, se representa de forma gráfica los géneros y especies registradas por familia botánica en el Estrato Arbóreo del SMQ del SAR:

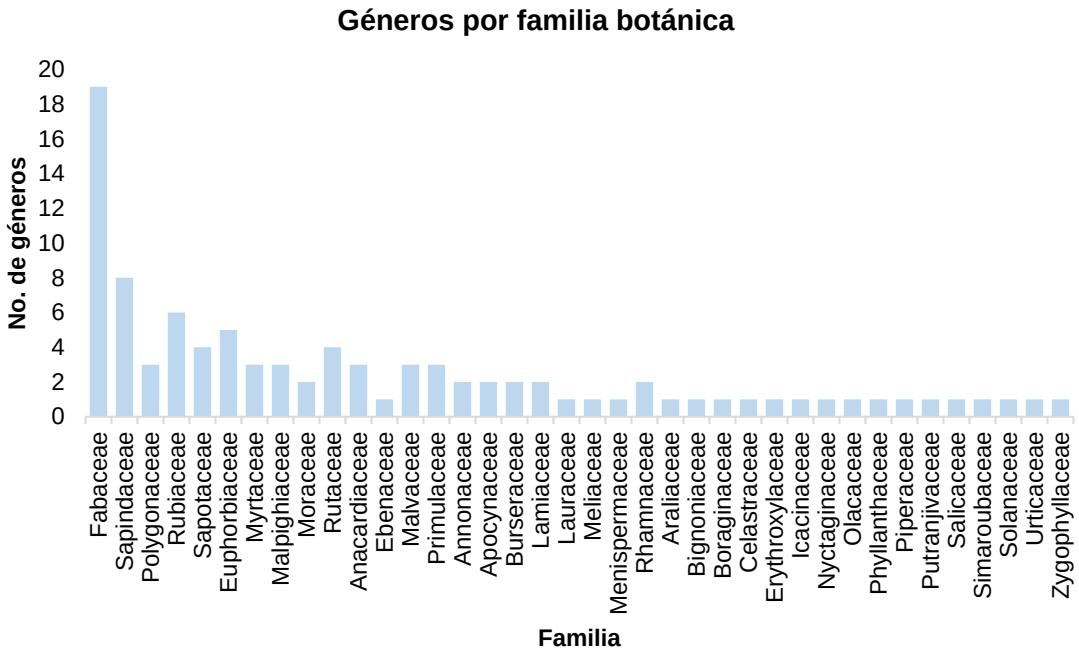


Figura 4.29. Géneros dentro del estrato arbóreo en el SAR.

Gráfico que muestra la relación de géneros identificados por familia botánica dentro del estrato arbóreo en el SMQ del SAR, en la cual se determina que Fabaceae fue la más diversa dentro de esta área

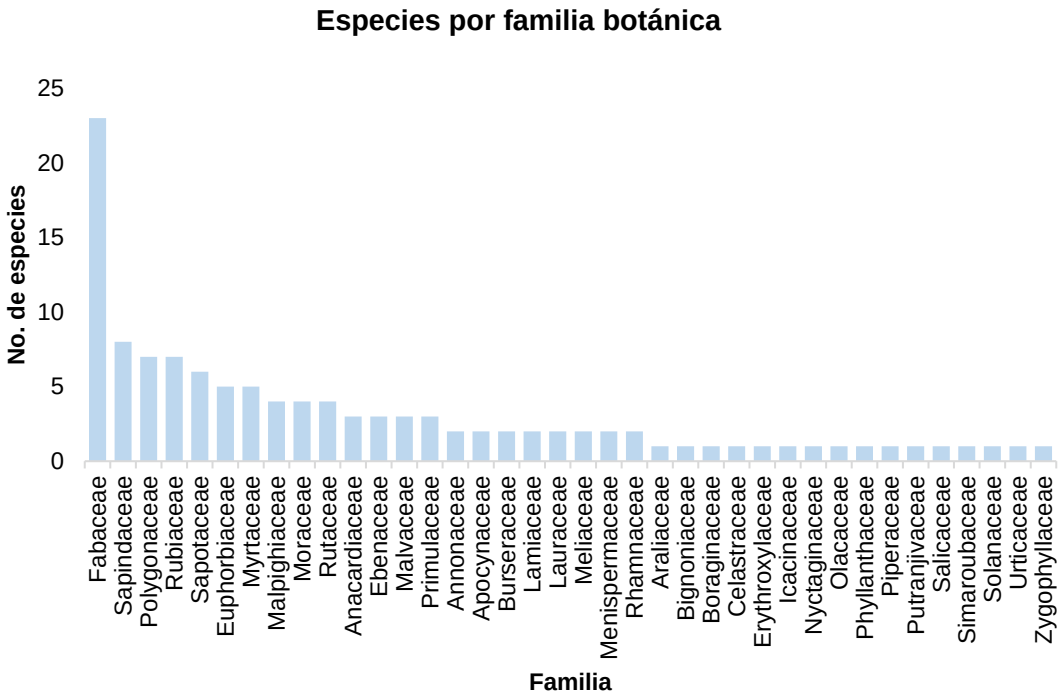


Figura 4.30. Especies dentro del estrato arbóreo en el SAR.

Gráfico que muestra la relación de especies identificados por familia botánica dentro del estrato arbóreo en el SAR, en la cual se determina que Fabaceae fue la más diversa dentro de esta área

Estrato arbustivo

Tabla 4-20. Riqueza del estrato arbustivo en el SAR

Arbustivo		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Acanthaceae	1	1
Apocynaceae	2	2
Arecaceae	5	5
Asparagaceae	2	2
Asteraceae	1	1
Bromeliaceae	1	1
Euphorbiaceae	1	2
Malvaceae	2	2
Myrtaceae	1	1
Rhamnaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Salicaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
Zamiaceae	1	1
14	**22**	**23**

En la presente tabla se muestra la relación de entre familias, géneros y especies identificadas dentro del estrato arbustivo en el SMQ del SAR

A continuación, se representa de forma gráfica los géneros y especies registradas por familia botánica en el Estrato Arbustivo del SAR:

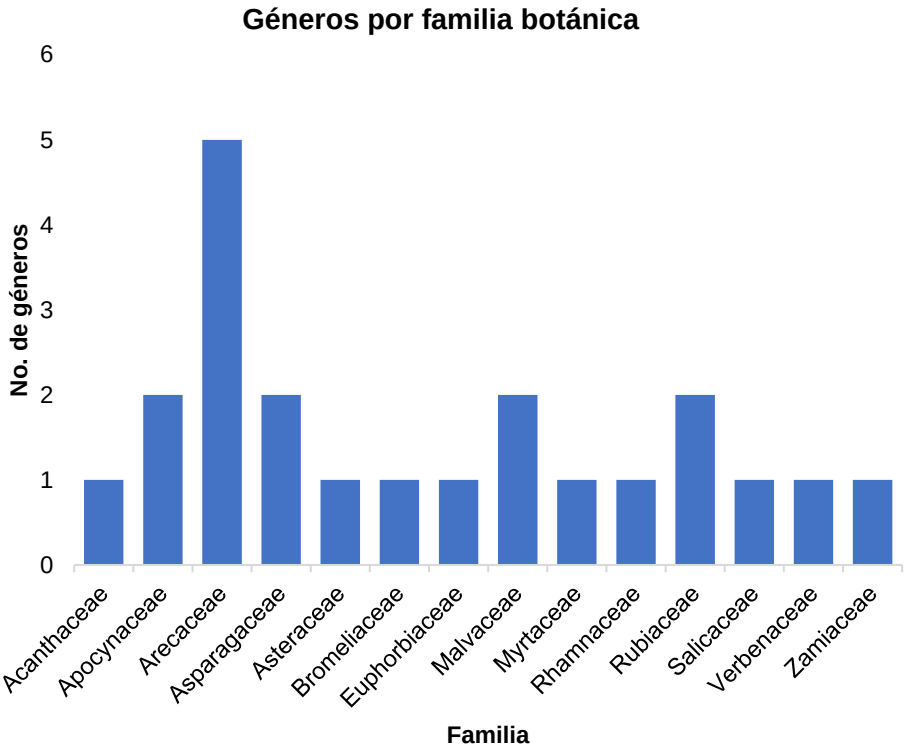


Figura 4.31. Géneros del estrato arbustivo, del SAR.

Gráfico que muestra la relación de géneros identificados por familia botánica dentro del estrato arbustivo en el SAR, en la cual se determina que Arecaceae fue la más diversa dentro de esta área.

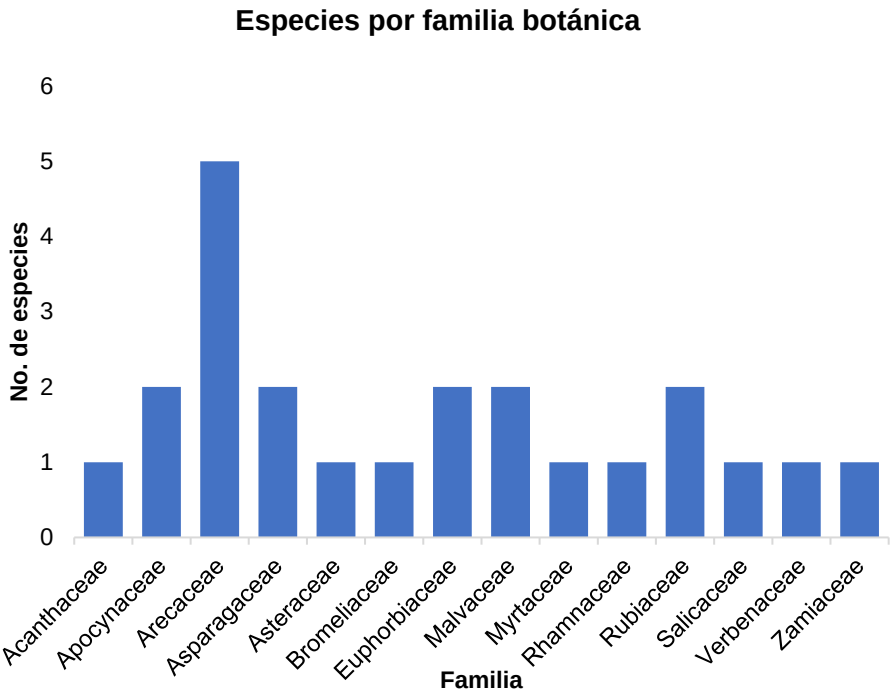


Figura 4.32. Especies dentro del estrato arbustivo, del SAR.

Gráfico que muestra la relación de especies identificados por familia botánica dentro del estrato arbustivo en el SAR, en la cual se determina que Arecaceae fue la más diversa dentro de esta área

Estrato Herbáceo

Tabla 4-21. Riqueza del estrato herbáceo, en el SAR.

Herbáceo		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Asteraceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Poaceae	1	2
Solanaceae	1	1
4	**5**	**6**

En la presente tabla se muestra la relación de entre familias, géneros y especies identificadas dentro del estrato herbáceo en el SAR

A continuación, se representa de forma gráfica los géneros y especies registradas por familia botánica en el Estrato Herbáceo del SAR:

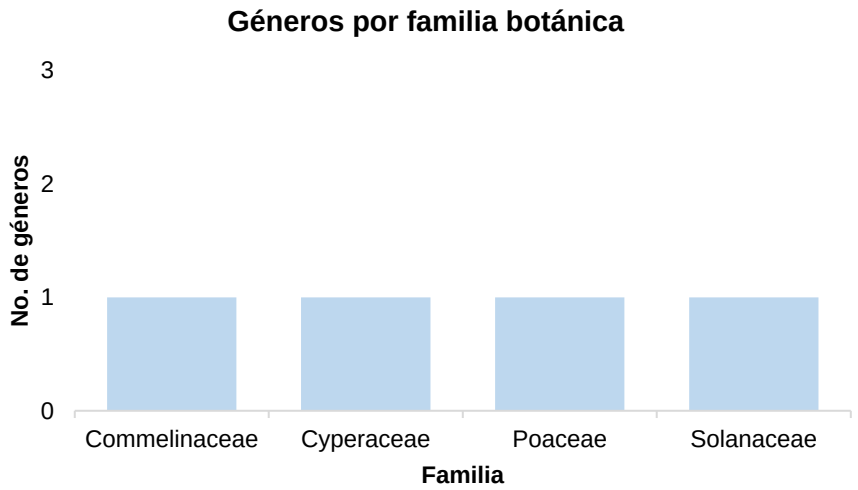


Figura 4.33. Géneros dentro del estrato herbáceo, del SAR.

Gráfico que muestra la relación de géneros identificados por familia botánica dentro del estrato herbáceo en el SAR, en la cual se determina que Poaceae fue la más diversa dentro de esta área

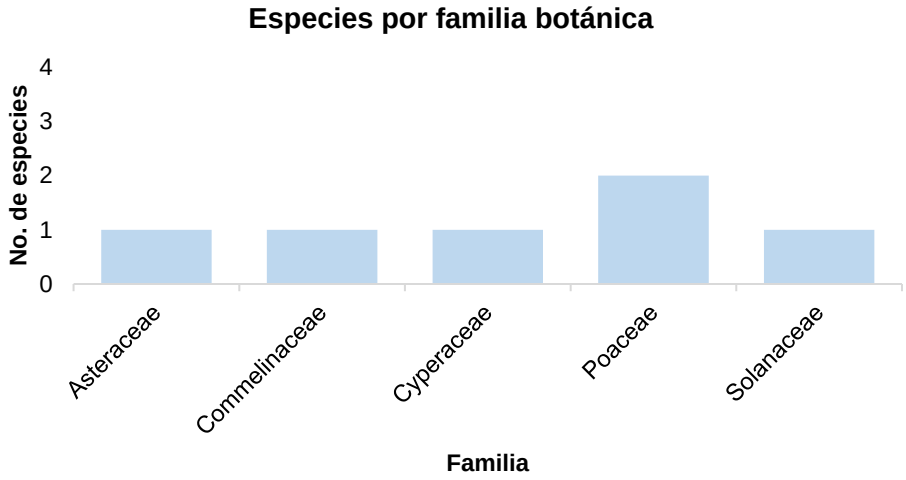


Figura 4.34. Especies dentro del estrato herbáceo, del SAR.

Gráfico que muestra la relación de especies identificados por familia botánica dentro del estrato herbáceo en el SAR, en la cual se determina que Poaceae fue la más diversa dentro de esta área

Tabla 4-22. Riqueza del estrato epífito y trepador del SAR.

Epífito y Trepador		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Apocynaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Bromeliaceae	1	4

Cactaceae	4	4
Convolvulaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Orchidaceae	11	13
Polypodiaceae	1	1
Vitaceae	1	1
9	**22**	**27**

En la presente tabla se muestra la relación de entre familias, géneros y especies identificadas dentro del estrato epífito y trepador en el SAR

A continuación, se representa de forma gráfica los géneros y especies registradas por familia botánica en el Estrato Epífito y Trepador del SAR:

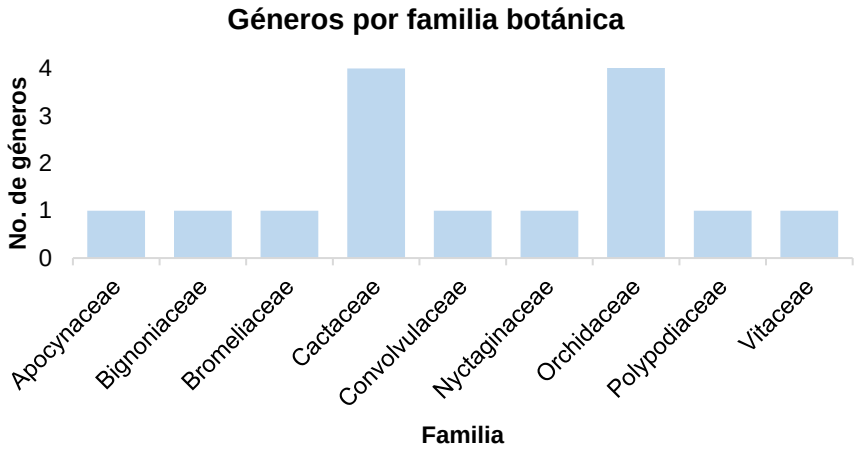


Figura 4.35. Géneros dentro del estrato epífito y trepador.

Gráfico que muestra la relación de géneros identificados por familia botánica dentro del estrato epífito y trepador en el SAR, en la cual se determina que orchidaceae fue la más diversa dentro de esta área

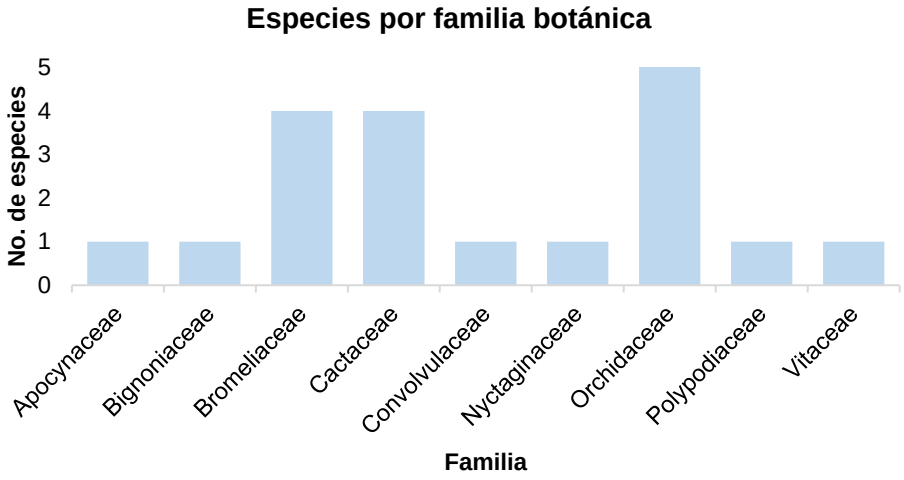


Figura 4.36. Especies dentro del estrato epífito y trepador.

Gráfico que muestra la relación de especies identificados por familia botánica dentro del estrato herbáceo en el SAR, en la cual se determina que orchidaceae fue la más diversa dentro de esta área

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro del estrato arbóreo las especies más abundantes fueron el *Mosannona depressa* con 121 Nha-1, *Manilkara zapota* con 113 Nha-1 y *Bursera simaruba* con 108 Nha-1. Para el caso de los arbustos, *Sabal yapa* con 256 Nha-1, *Bromelia pinguin* con 179 Nha-1 y *Thrinax radiata* con 126 Nha-1. El caso de las identificadas para el estrato herbáceo se determinó que *Solanum americanum* y *Lasiacis divaricata*, fueron las más abundantes.

Tabla 4-23. Relación de individuos por especie y por estrato analizado en el SAR.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. individuos	EXTRAPOLACIÓN ha
ESTRATO ARBÓREO				
Acalypha villosa	Tapacamino, Ya'ax ch'ilib tuux	Acalypha	6	4
Adelia barbinervis	Espino blanco, Caca de gallina, Pak'aal che'	Adelia	3	2
Allophylus cominia	Palo de caja, Ikbach, Ixbaaché	Allophylus	5	3
Alseis yucatanensis	Cacaoche, Tabaquillo, Papelillo, Ja'as che'	Alseis	47	28
Amyris elemifera	Palo de gas, K'an chan, Kanyuk	Amyris	5	3
Ardisia escallonioides	Pimienta de monte, Sak loob che', Xooknum	Ardisia	9	5
Astronium graveolens	Amargoso, Jobillo, Culinzís, K'ulim che'	Astronium	6	4
Bauhinia divaricata	Pata de vaca, Ts' runtook, May vaca	Bauhinia	33	19
Bauhinia jenningsii	Pata de venado	Bauhinia	1	1
Blomia prisca	Sibul, Ts'ool	Blomia	4	2
Bonellia flammea	Chak sik'iin, Sik'iin k'aax	Bonellia	4	2
Brosimum alicastrum	Ramón, Oox, Sak oox	Brosimum	64	38
Bunchosia swartziana	Cojón de fraile, Manzanillo, Sip che'	Bunchosia	22	13
Bursera simaruba	Palo mulato, Chaca, Cuajilote, Chakah	Bursera	183	108
Byrsonima bucidifolia	Nance agrio, Nance blanco, Sak paj, Zakpah	Byrsonima	22	13
Caesalpinia pulcherrima	Tabachín, Chak-sin' in, Chaksikin	Caesalpinia	3	2
Calliandra belizensis	Barba de viejo, Capulín de corona, Tamarindillo	Calliandra	2	1
Cascabela gaumeri	Campanilla, Campanita de oro, Akits	Cascabela	40	24
Cecropia peltata	Guarumbo, Guarumo, Cho-otz, Ix-coch	Cecropia	52	31
Ceiba aesculifolia	Algodoncillo, Pochote, Kuché, Piim	Ceiba	20	12
Cenostigma gaumeri	Citinché, K'itamché, Kitam che'	Cenostigma	72	42
Chloroleucon mangense	Palo fierro, Cacho de toro, Ya' ax eek', Verde lucero	Chloroleucon	6	4

Chrysophyllum mexicanum	Caimito, Caimito de monte, Chi' keej, Chi'kéej	Chrysophyllum	5	3
Coccoloba acapulcensis	Carnero, Tohjub, Toj yuub	Coccoloba	8	5
Coccoloba barbadensis	Roble de la costa, Boob ch'iich', Tokoy	Coccoloba	17	10
Coccoloba diversifolia	Uvero, Escobillo de monte alto, Ch'iich' boob	Coccoloba	18	11
Coccoloba reflexiflora	Sak boob	Coccoloba	8	5
Coccoloba spicata	Bab, Boob, Boob ch'iich	Coccoloba	57	34
Colubrina arborescens	Pimienta de monte, Cascalote, Cakte' kajum', Yax-puken	Colubrina	4	2
Cordia alliodora	Aguardientillo, Bojón, Bakal-ché, Bakalche', Bojom	Cordia	9	5
Cornutia pyramidata	Lengua de vaca, bastón de vieja, Loob che', Xoolte'	Cornutia	2	1
Cosmocalyx spectabilis	Chakte' kook	Cosmocalyx	2	1
Coulteria mollis	Brazil, Brazileto, Viga, Chak te', Chakteviga	Coulteria	12	7
Croton reflexifolius	Palo santo, Cascarillo, Perexcutz, Pets'k'uuts	Croton	58	34
Cupania belizensis	Tres lomos, Rabo de cojolite, Sak poom, Sak beek	Cupania	4	2
Damburneya coriacea	Laurel verde, Palo de gas, Sip che', Jok che', Jobon che'	Damburneya	2	1
Damburneya salicifolia	Laurelillo, Aguacatillo, Hooch'oché, Ts'it'il ya'	Damburneya	41	24
Dendropanax arboreus	Palo blanco, Mak', Sac-chacáh, Sak chakaj, Tsiimin che'	Dendropanax	10	6
Diospyros anisandra	X, -nob-chéAm che', Amche'	Diospyros	2	1
Diospyros salicifolia	Chocoyito, Zapote enano, Silil, Siril, U chul che'	Diospyros	2	1
Diospyros tetrasperma	Siliil, Silil, Sip che'	Diospyros	94	55
Diphysa carthagenensis	Guachipilin, Ruda de monte, Tsusuk, Xbabalché	Diphysa	2	1
Drypetes lateriflora	Ekulub, Sinche, Huesillo, Huilote	Drypetes	50	29
Erythrostemon yucatanensis	Cocoite negro, Palo de gusano, Ta' k' inche', Taa k'in che'	Erythrostemon	4	2
Erythroxylum rotundifolium	Baak soots', Iik che'	Erythroxylum	9	5
Esenbeckia pentaphylla	Naranja che', Tankas-che, Ya'ax jok'ok, Hoo op	Esenbeckia	10	6
Eugenia axillaris	Cinco negritos, Escobillo, Ich huh, Chakniche	Eugenia	26	15
Eugenia capuli	Chakní	Eugenia	69	41
Eugenia foetida	Jirimich, Khilnich, Sak loob, Sak-loob	Eugenia	26	15
Exothea diphylla	Guayo, Kulinché, Wayuum, Wayuum koox	Exothea	4	2
Ficus cotinifolia	Amate negro, Álamo, Mata palo, Koopo', Kopo'	Ficus	2	1

Ficus maxima	Amate prieto, Higo, Akkúun, Kopo' ch'iin	Ficus	3	2
Ficus pertusa	Amatillo, Cuajinicuil, Juun k'iix, Sak chéechen, Ukum	Ficus	13	8
Gliricidia sepium	Cacahuananche, Cocoite, Sak ya'ab, Balche'ke'	Gliricidia	40	24
Guaiacum sanctum	Guayacán, Palo santo, Chuum chiin took', Soon chulul	Guaiacum	5	3
Guettarda combsii	Anisillo, Taastaab, Pay luuk', Tasta'ab	Guettarda	18	11
Guettarda elliptica	Crucecilla, Pata de perdiz, Lu' um' che', Kibche'	Guettarda	6	4
Gymnanthes lucida	Palo de asta, Tsilil, Ya'ay tiik, Yaiti, Yayti, Piij	Gymnanthes	82	48
Gymnopodium floribundum	Pata de venado, Dzidzilché, T'sit'silche'	Gymnopodium	122	72
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo, Guayacán amarillo, Macuilis, Makulis	Handroanthus	10	6
Hyperbaena mexicana	Manguito, Naranjillo, K'eken che'	Hyperbaena	6	4
Hyperbaena winzerlingii	Naranjillo, Tripa de cochino, K'ooch' kitam	Hyperbaena	8	5
Jatropha gaumeri	Piñón, Pomol che', Pomolché, Xu'ul	Jatropha	2	1
Karwinskia humboldtiana	Cacachila, Pimientillo, Tullidora, L u'um che'	Karwinskia	5	3
Laetia thamnia	Zapote amarillo, Ch'aw che', Ix iim che', Ximché	Laetia	14	8
Lonchocarpus guatemalensis	Palo gusano, Xu'ul, Xuul, Xu´ul	Lonchocarpus	89	52
Lonchocarpus rugosus	Mata buey, Palo de aro, K'anasín, K'ansin	Lonchocarpus	18	11
Lonchocarpus yucatanensis	Xu´ul de montaña, Balché-chi, Xul, Xuul, Ya'ax xu'ul	Lonchocarpus	26	15
Luehea speciosa	Algodoncillo, Guácimo macho, Patazte, K'askáat, Tukuch	Luehea	3	2
Lysiloma latisiliquum	Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté	Lysiloma	90	53
Machaonia lindeniana	Kampokolché, Tank'an che', K'uch'eel, K'uk'ch'el	Machaonia	1	1
Malpighia glabra	Capulín, Capulincillo, Béek che', Wayate'	Malpighia	1	1
Malpighia lundellii	Wayate	Malpighia	10	6
Manilkara zapota	Chicozapote, Chicle, Chak ya', Itzaj-ya	Manilkara	192	113
Margaritaria nobilis	Ciruelillo, Grosello cimarrón, Xnabalche	Margaritaria	1	1
Mariosousa dolichostachya	Xaax, Kabal piich, Kaanbal piich	Mariosousa	20	12
Matayba oppositifolia	Cascarillo, Tempesquite, Guayancox	Matayba	2	1
Melicoccus oliviformis	Guaya, Huayum, Keneb, Mayum che'	Melicoccus	26	15
Metopium brownei	Chechem, Chechen prieto, Chechem negro, Boox cheechem	Metopium	91	54
Mimosa bahamensis	Motita, Motita morada, Sak káatsim, Sak-katsin	Mimosa	2	1

Mosannona depressa	Chirimoya, Boox éelemuy, Éelemuy, Pool boox	Mosannona	205	121
Neea psychotrioides	Palo pozole, Ta'tsi', Clavel, Palo de sangre	Neea	66	39
Neomillspaughia emarginata	Sakitsa, Sak ii tsa', Sakiitsab	Neomillspaughia	6	4
Ottoschulzia pallida	Cacahuté, Palo azul, Uvas che', Bayal	Ottoschulzia	20	12
Parathesis cubana	Chamelche	Parathesis	2	1
Pilocarpus racemosus	Tankasche	Pilocarpus	1	1
Pimenta dioica	Pimienta de Tabasco, Pimienta gorda, Boox pool, Nukuch pool, Ukum	Pimenta	1	1
Piper amalago	Cordoncillo, X-pehel-ché, Ya'ax pe'jel che'	Piper	87	51
Piscidia piscipula	Barbasco, Flor de papagayo, Jabín, Ja´abin	Piscidia	50	29
Platymiscium yucatanum	Granadillo, Chak subinche, Tasin che'	Platymiscium	12	7
Plumeria obtusa	Flor de mayo, Aak'its, Nikte' ch'oom	Plumeria	5	3
Pouteria campechiana	Canistel, Canizte, Chak ya', K'aniste'	Pouteria	2	1
Pouteria reticulata	Zapotillo, Ch' iich' ya, Ts' um ya'	Pouteria	74	44
Protium copal	Copal, Palo de incienso, Pom, Poom	Protium	2	1
Pseudobombax ellipticum	Amapola, Amapola blanca, Chack k'ux che', Chulté	Pseudobombax	5	3
Psidium sartorianum	Arrayán, Guayabillo, Kabal sak lob che', Pichiche'	Psidium	25	15
Randia longiloba	K'aax, K'aaxil, Ka'aal che', Aak'aax, Aak	Randia	5	3
Sapindus saponaria	Jaboncillo, Sibuul, Ts' ibuul	Sapindus	1	1
Sapranthus campechianus	Chak-elemuy, Chak ma'ax, Sak éelemuy	Sapranthus	6	4
Semialarium mexicanum	Cancerina, Palo de agua, Chum-loop, Chun tok', Sak boob, Olol	Semialarium	18	11
Senna racemosa	Retama peninsular, K'an ja' abin, K'an lool, Xkanlol	Senna	1	1
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo, K'anaste', Sibul, Tsiimin che'	Sideroxylon	3	2
Sideroxylon salicifolium	Zapote faisán, Sapotillo, Ts'iits'il ya', Chakal ja'as	Sideroxylon	80	47
Simarouba glauca	Negrito, Aceituno negrito, Pa' sak che', Pa-sak	Simarouba	2	1
Solanum erianthum	Salvadora, Chal che', Tóom p'aak	Solanum	12	7
Solenandra mexicana	Cáscara amarga, Naranjillo, Sabak ché'	Solenandra	1	1
Spondias mombin	Jobo, Ciruela agria, Jujuub, K'inil	Spondias	12	7
Swartzia cubensis	Corazón azul, Llora sangre, Cattox, K' atal' oox	Swartzia	12	7
Thouinia paucidentata	Hueso de tigre, Canchunup, K' aan chunukub	Thouinia	102	60
Trichilia glabra	Ch'oben che', Choben-che, K'an lool	Trichilia	3	2

Trichilia minutiflora	Limonaria, Chaltecoc, Espacasiquin, X-puk'usik'il	Trichilia	7	4
Vachellia cornigera	Acacia, Cornezuelo, Subin, Subin che'	Vachellia	6	4
Vachellia pennatula	Tepame, Espino negro, Chimay, Sak chuum	Vachellia	2	1
Vitex gaumeri	Ya' axnik, Ya'axnik, Carrete, Xaax nik,	Vitex	66	39
Ximenia americana	Naap che', Chabalaca, K'uk'-ché, Xkuk-ché	Ximenia	2	1
Zanthoxylum fagara	Tank'as che, Si na'an che'	Zanthoxylum	5	3
Zygia cognata	Palo de humo, Frijolillo, Cacaoché	Zygia	5	3
Pimenta dioica	Pimienta de Tabasco, Pimienta gorda, Boox pool, Nukuch pool, Ukum	Myrtaceae	1	1
Sapindus saponaria	Jaboncillo, Sibuul, Ts' ibuul	Sapindaceae	1	1
Senna racemosa	Retama peninsular, K'an ja' abin, K'an lool, Xkanlol	Fabaceae	1	1
Solenandra mexicana	Cáscara amarga, Naranjillo, Sabak ché'	Rubiaceae	1	1
Vachellia cornigera	Acacia, Cornezuelo, Subin, Subin che'	Fabaceae	1	1

En la presente Tabla se presentan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato.

Al analizar la estructura de la vegetación con base en la distribución de clases diamétricas (CD´s) es importante identificar que, con base en la distribución de los individuos por clase, los árboles presentan o no la misma edad. Las masas coetáneas son aquellas en las que los individuos se acumulan en el gráfico de distribución a manera de campana de Gauss, entendido de tal manera que se encuentran en la misma etapa de desarrollo, lo cual a su vez es un factor importante cuando se trata de aplicar un tratamiento silvícola (Daniel et al., 1982; Villavicencio et al., 2020). En tanto que en una masa boscosa incoetánea sucede lo contrario y los árboles suelen agruparse en la parte izquierda del gráfico en forma de la clásica curva de Liocourt a manera de “j invertida” en la cual la edad de los individuos no es uniforme y se establecen en diferentes periodos de tiempo, razón por la que presentan distintas dimensiones y tamaños (Corvalán y Hernández, 2006; Donoso, 2015).

Con base en la información recabada en campo, se determinó que fue incoetánea ya que se evidenció que la mayoría de los individuos se acumularon dentro de las primeras categorías, es decir, en el grupo de los brinzales y latizales bajos-altos (DN menores a los 10 y entre 10-20 cm, y entre 20-25, respectivamente), y la abundancia de las clases diamétricas disminuyó de manera inversamente proporcional al incrementar las clases diamétricas, siendo pocos los árboles categorizados como y fustales, tanto joven (DN entre 25-35 cm), medio (DN entre 35-50 cm) y viejo (DN mayor a 40 cm) (Villavicencio et al., 2020).

Ecológicamente hablando, muchas de las especies que aquí se establecen son de carácter intolerante (Corvalán y Hernández, 2006; Donoso, 2015) a la sombra. No obstante, a través de procesos como los autoaclareos naturales, se mantienen aperturas de claros que permiten la regeneración de las especies, sobre todo en el caso de fabáceas que tiene la capacidad de rebrotar por tocón ante perturbaciones (Novoa et al., 2007).

Tabla 4-24. Distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR.

Clase diamétrica (CD)	Cantidad individuos	Individuos por hectárea (Nha-1)	Área basal (m2)	Área basal por hectárea (m2ha-1)	v.t.a. (m3)	v.t.a. por hectárea (m3ha-1)	Altura promedio (m)
0	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
5	903.00	531	1.194	0.703	5.170	3.041	3.73
10	1154.00	679	8.817	5.186	46.529	27.370	7.90
15	461.00	271	7.819	4.599	42.302	24.883	8.75
20	211.00	124	6.524	3.838	36.135	21.256	9.42
25	126.00	74	6.079	3.576	32.958	19.387	9.78
30	53.00	31	3.747	2.204	21.238	12.493	10.42
35	33.00	19	3.099	1.823	17.499	10.294	10.76
40	27.00	16	3.427	2.016	20.931	12.312	11.78
45	9.00	5	1.453	0.854	7.925	4.662	12.00
50	10.00	6	1.935	1.138	11.279	6.635	11.80
55	5.00	3	1.205	0.709	7.640	4.494	13.20
60	2.00	1	0.570	0.335	2.847	1.675	15.00
65	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
70	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
75	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
80	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
85	1.00	1	0.574	0.338	1.801	1.060	17.00
90	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
TOTAL	**2995.00**	**1761**	**46.443**	**27.319**	**254.256**	**149.562**	**7.58**

En la presente Tabla se presentan la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR.

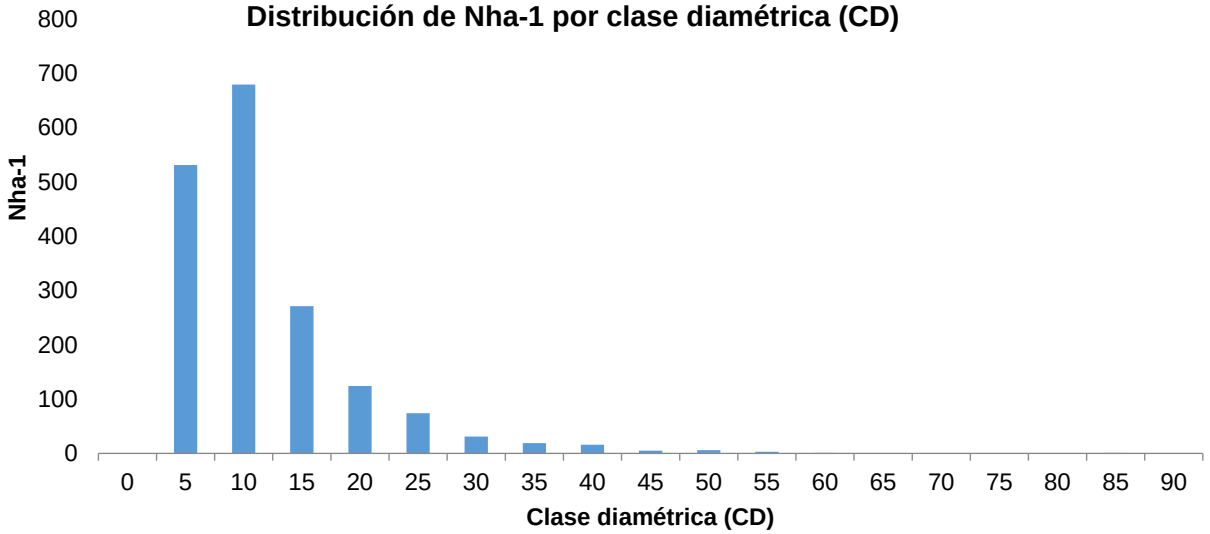


Figura 4.37. Distribución de clases diamétricas por Nha-1 dentro de la comunidad forestal en el SAR.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases inferiores.

Por otra parte, se observó que el comportamiento de la distribución del área basal por clases diamétricas se concentró en su mayoría en las CD inferiores, por lo que este valor se encuentra acumulado en individuos denominados como brinzales y latizales, y en menor cantidad en los individuos de las clases superiores, pero con mayores dimensiones. En el caso de la altura (h), se determinó que existió una relación positiva entre la CD y la altura promedio, en la que se incrementa el valor de la clase diamétrica conforme lo hace el valor de la altura.

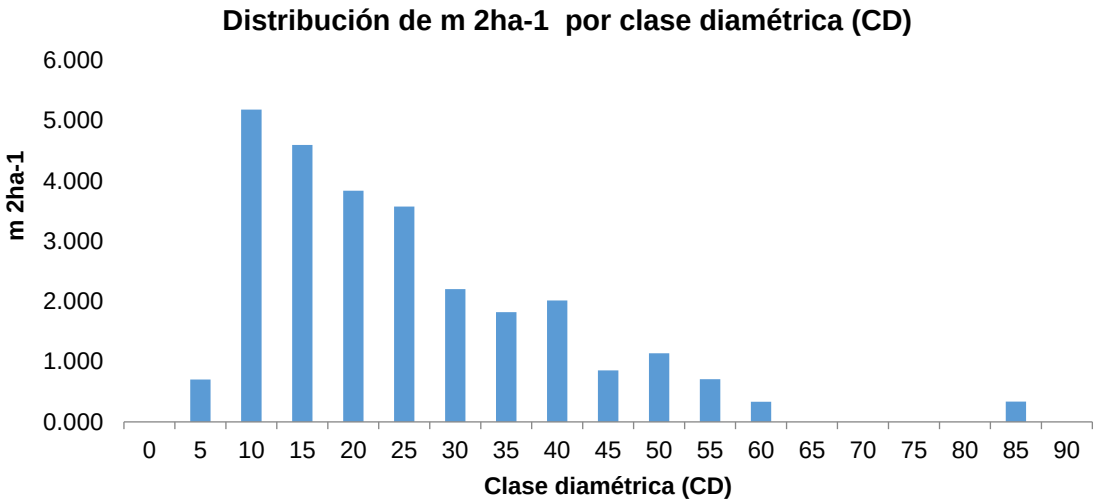


Figura 4.38. Distribución de clases diamétricas por m 2ha-1 dentro de la comunidad forestal.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases inferiores.

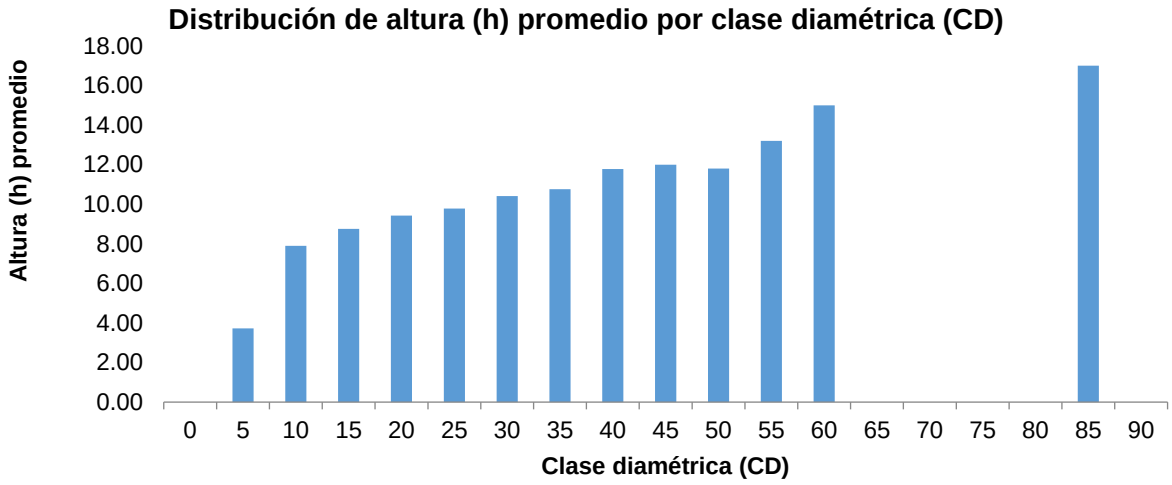


Figura 4.39. Distribución de clases diamétricas por altura (h) media dentro de la comunidad forestal.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases inferiores.

Al analizar los volúmenes, se identificó que los árboles ubicados en las CD de 10 a 25 cm acumularon más del 62.11% del volumen total árbol (m3), mientras que clases superiores acumularon el resto.

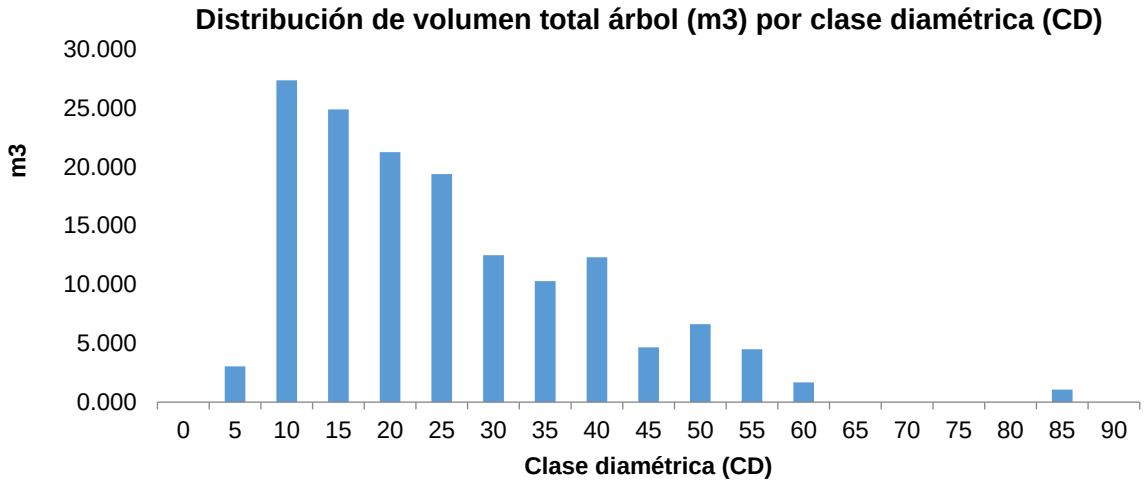


Figura 4.40. Distribución de clases diamétricas por volumen total árbol (m3) dentro de la comunidad forestal.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del SAR, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases inferiores.

Selva Baja Espinosa subperennifolia (SBQ)

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro esta comunidad vegetal las especies más abundantes fueron Lysiloma latisiliquum con 300 Nha-1, seguido de Metopium brownei con 300 Nha-1, finalmente Bursera simaruba con 10 Nha-1, cabe señalar que para esta comunidad sólo se logró identificar el estrato arbóreo.

Tabla 4-25: Datos dasométricos SBQ

Datos dasométricos					Hectárea tipo		
Especies	**Nombre común**	**Individuos totales**	**g total (m2)**	**vta (m3)**	**Nha-1**	**g (m2ha-1)**	**vta (m3)ha-1**
Bursera simaruba	**Palo mulato, Chaca, Cuajilote, Chakah**	1	0.008	0.056	10	0.079	0.563
Lysiloma latisiliquum	**Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté**	30	0.446	2.370	300	4.456	23.700
Metopium brownei	**Chechem, Chechen prieto, Chechem**	30	0.450	2.181	300	4.495	21.813

	negro, Boox cheechem						
Totales		**61**	**0.903**	**4.608**	**610**	**9.030**	**46.076**

En la presente Tabla se presentan las especies y abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo.

Manglar (VM)

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro esta comunidad vegetal las especies más abundantes fueron el Laguncularia racemosa con 740 Nha-1, seguido por Cocos nucifera con 440 Nha-1, cabe señalar que para esta comunidad sólo se logró identificar el estrato arbóreo.

Tabla 4-26. Datos dasométricos VM

Datos dasométricos					**Hectárea tipo**		
Especies	**Nombre común**	**Individuos totales**	**g total (m2)**	**vta (m3)**	**Nha-1**	**g (m2ha-1)**	**vta (m3)ha-1**
Cocos nucifera	**Palma de coco**	44	2.160	7.374	440	21.598	73.742
Laguncularia racemosa	**Mangle blanco**	74	1.385	3.543	740	13.848	35.427
Totales		**118**	**3.545**	**10.917**	**1180**	**35.447**	**109.169**

En la presente Tabla se presentan las especies y abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo.

Tular (TV)

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro esta comunidad vegetal la única especie identificada fue el *Rhynchospora colorata* con 132,500 Nha-1, cabe señalar que para esta comunidad sólo se logró identificar el estrato herbáceo.

Tabla 4-27. Datos dasométricos TV

Datos dasométricos				**Hectárea tipo**	
Especies	**Nombre común**	**Individuos totales**	**COB total (m2)**	**Nha-1**	**COB (m2ha-1)**
Rhynchospora colorata	**Tote**	212.000	22.330	132500	13956.250
Totales		**212.000**	**22.330**	**132500**	**13956.250**

En la presente Tabla se presentan las especies y abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo.

Descripción de diversidad

Selva mediana subperennifolia (SMQ)

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para este trabajo, fue notable que el estrato arbóreo presentó la mayor diversidad, así como la mayor riqueza dentro de la comunidad forestal. En tanto que el estrato epífito y trepador fue el segundo más rico y diverso. Es interesante observar que este primer estrato en mención presente los valores más altos, situación que es congruente con el estado de conservación de la comunidad analizada, además de que dentro de estas selvas en condición primaria donde el dosel no permite el paso de la luz al suelo, las herbáceas no suelen ser comunes, salvo la regeneración de aquellas especies en las que la sombra les permite establecerse gracias a su capacidad de heliófitas durables o esciófitas parcieles.

Tabla 4-28. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado, en el SAR.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**EPÍFITO Y TREPADOR**
Riqueza S	117	23	9	27
N° de individuos	1765	1217	1876	1324
Índice de equidad Shannon-Wiener *H'*	3.968	2.572	1.493	2.628
H´MAX	4.762	3.135	2.197	3.296
Índice de dominancia Simpson *ʎ*	0.028	0.103	0.312	0.130
Índice de equitatividad *J´*	0.833	0.820	0.679	0.797

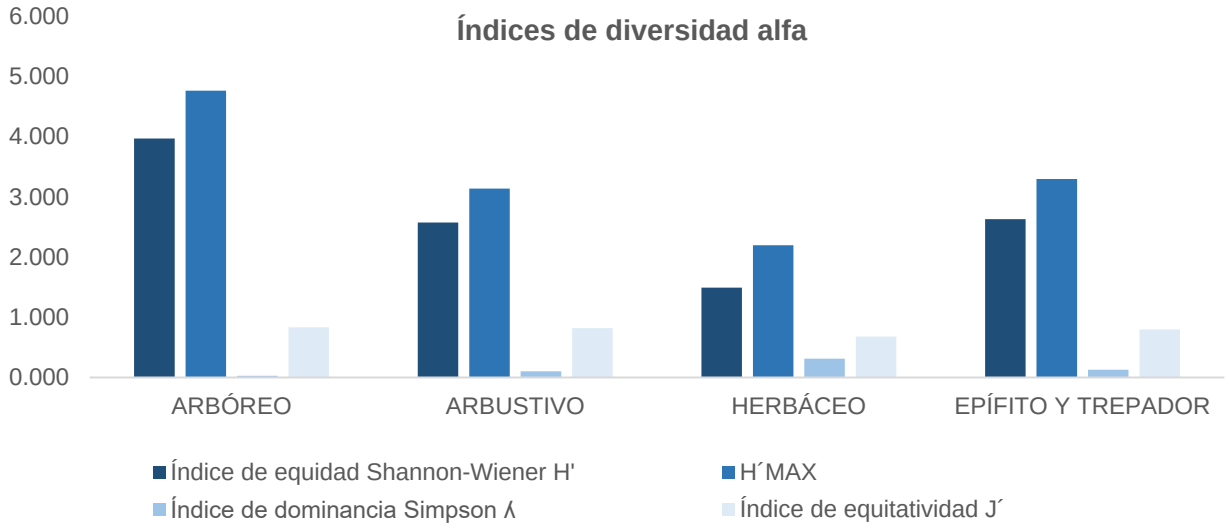


Figura 4.41. Comparación de índices de biodiversidad alfa entre estratos presentes en el SAR.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de la biodiversidad alfa en los estratos identificados dentro del SAR.

Por otra parte, con base en la conversión de los índices anteriores a los números de Hill, se exploró la presencia de especies raras, comunes y dominantes. En ese sentido, el estrato arbóreo fue el que presentó una menor equitatividad entre las especies con pocos individuos, lo que indica la presencia de taxones que requieren una especial atención al momento de definir acciones de conservación, mientras que los estratos inferiores fueron más equitativos entre este grupo de especies.

Tabla 4-29. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado en el SAR.

Estratos	0q	1q	2q	EF
Arbóreo	117.000	52.862	35.572	0.304
Arbustivo	23.000	13.098	9.674	0.421
Herbáceo	9.000	4.449	3.209	0.357
Epífito y trepador	27.000	13.850	7.706	0.285

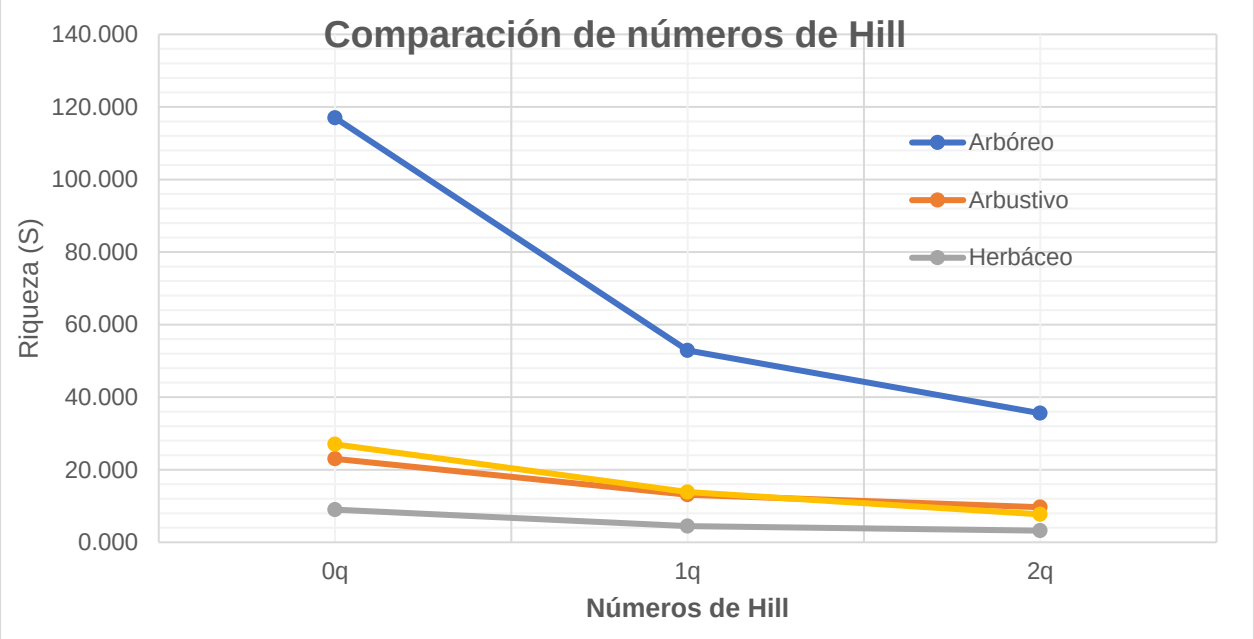


Figura 4.42. Comparación de índices de biodiversidad alfa entre estratos del SAR, a través de los números de Hill.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de la biodiversidad alfa en los estratos identificados dentro del SAR, a través de los números de Hill, donde se muestra que la mayor distribución se obtuvo en el estrato arbóreo.

Selva Baja Espinosa Subperenifolia (SBQ)

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para esta comunidad, debido a que sólo se identificó un solo estrato (arbóreo), con pocas especies se obtuvo un resultado de diversidad (Shannon), bajo, de tan sólo 0.765.

Tabla 4-30. Análisis de riqueza SBQ

Estrato arbóreo	
Riqueza (S)	3
H´	0.765
H´max	1.099
ʎ	0.484
J'	0.697

Manglar (MV)

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para esta comunidad, debido a que sólo se identificó un solo estrato (arbóreo), con pocas especies se obtuvo un resultado de diversidad (Shannon), bajo, de tan sólo 0.660.

Tabla 4-31. Análisis de riqueza MV

Estrato arbóreo	
Riqueza (S)	2
H´	0.660
H´max	0.693
ʎ	0.532
J'	0.953

Tular (TV)

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para esta comunidad, debido a que sólo se identificó un solo estrato (herbáceo), con una sola especie se obtuvo un resultado de diversidad (Shannon), de 0.00.

Estrato arbóreo	
Riqueza (S)	1
H´	0.000
H´max	0.000
ʎ	1.000
J'	0.000

Descripción de la importancia ecológica

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar el índice de valor de importancia (IVI) dentro de los cuatro estratos identificados.

Estrato arbóreo

Dentro del estrato arbóreo, se identificó que las especies más abundantes fueron *Manilkara zapota* con el 24.32%, *Bursera simaruba* con el 15.36%, *Mosannona depressa* con 11.66% y Lysiloma latisiliquum con el 11%, el resto de las especies obtuvieron valores que van de los 10.65% a los 0.19%.



Tabla 4-32. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo en el SAR.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Manilkara zapota	**Chicozapote, Chicle, Chak ya', Itzaj-ya**	113	6.40	3.897	14.26	28.000	3.66	24.32
Bursera simaruba	**Palo mulato, Chaca, Cuajilote, Chakah**	108	6.12	1.596	5.84	26.000	3.39	15.36
Mosannona depressa	**Chirimoya, Boox éelemuy, Éelemuy, Pool boox**	121	6.86	0.599	2.19	20.000	2.61	11.66
Lysiloma latisiliquum	**Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté**	53	3.00	1.577	5.77	17.000	2.22	11.00
Metopium brownei	**Chechem, Chechen prieto, Chechem negro, Boox cheechem**	54	3.06	1.396	5.11	19.000	2.48	10.65
Vitex gaumeri	**Ya' axnik, Ya'axnik, Carrete, Xaax nik,**	39	2.21	1.515	5.54	20.000	2.61	10.36
Diospyros tetrasperma	**Siliil, Silil, Sip che'**	55	3.12	1.376	5.04	16.000	2.09	10.24
Thouinia paucidentata	**Hueso de tigre, Canchunup, K' aan chunukub**	60	3.40	0.987	3.61	22.000	2.87	9.88
Brosimum alicastrum	**Ramón, Oox, Sak oox**	38	2.15	1.450	5.31	12.000	1.57	9.03
Sideroxylon salicifolium	**Zapote faisán, Sapotillo, Ts'iits'il ya', Chakal ja'as**	47	2.66	1.003	3.67	16.000	2.09	8.42
Lonchocarpus guatemalensis	**Palo gusano, Xu'ul, Xuul, Xu´ul**	52	2.95	0.682	2.49	21.000	2.74	8.18
Gymnopodium floribundum	**Pata de venado, Dzidzilché, T'sit'silche'**	72	4.08	0.418	1.53	18.000	2.35	7.96
Cenostigma gaumeri	**Citinché, K'itamché, Kitam che'**	42	2.38	0.769	2.81	20.000	2.61	7.80
Coccoloba spicata	**Bab, Boob, Boob ch'iich**	34	1.93	0.676	2.47	23.000	3.00	7.40
Piscidia piscipula	**Barbasco, Flor de papagayo, Jabín, Ja´abin**	29	1.64	0.791	2.90	15.000	1.96	6.50
Gymnanthes lucida	**Palo de asta, Tsilil, Ya'ay tiik, Yaiti, Yayti, Piij**	48	2.72	0.316	1.16	16.000	2.09	5.97
Croton reflexifolius	**Palo santo, Cascarillo, Perexcutz, Pets'k'uuts**	34	1.93	0.341	1.25	19.000	2.48	5.66
Neea psychotrioides	**Palo pozole, Ta'tsi', Clavel, Palo de sangre**	39	2.21	0.336	1.23	16.000	2.09	5.53

Pouteria reticulata	**Zapotillo, Ch' iich' ya, Ts' um ya'**	44	2.49	0.383	1.40	10.000	1.31	5.20
Piper amalago	**Cordoncillo, X-pehel-ché, Ya'ax pe'jel che'**	51	2.89	0.031	0.11	16.000	2.09	5.09
Gliricidia sepium	**Cacahuananche, Cocoite, Sak ya'ab, Balche'ke'**	24	1.36	0.393	1.44	16.000	2.09	4.89
Cascabela gaumeri	**Campanilla, Campanita de oro, Akits**	24	1.36	0.327	1.20	15.000	1.96	4.51
Bauhinia divaricata	**Pata de vaca, Ts' runtook, May vaca**	19	1.08	0.270	0.99	16.000	2.09	4.15
Alseis yucatanensis	**Cacaoche, Tabaquillo, Papelillo, Ja'as che'**	28	1.59	0.352	1.29	9.000	1.17	4.05
Drypetes lateriflora	**Ekulub, Sinche, Huesillo, Huilote**	29	1.64	0.204	0.75	11.000	1.44	3.82
Cecropia peltata	**Guarumbo, Guarumo, Cho-otz, Ix-coch**	31	1.76	0.297	1.09	5.000	0.65	3.50
Eugenia capuli	**Chakní**	41	2.32	0.046	0.17	7.000	0.91	3.40
Damburneya salicifolia	**Laurelillo, Aguacatillo, Hooch'oché, Ts'it'il ya'**	24	1.36	0.117	0.43	11.000	1.44	3.22
Psidium sartorianum	**Arrayán, Guayabillo, Kabal sak lob che', Pichiche'**	15	0.85	0.187	0.68	11.000	1.44	2.97
Ficus pertusa	**Amatillo, Cuajinicuil, Juun k'iix, Sak chéechen, Ukum**	8	0.45	0.401	1.47	8.000	1.04	2.97
Ceiba aesculifolia	**Algodoncillo, Pochote, Kuché, Piim**	12	0.68	0.260	0.95	10.000	1.31	2.94
Ottoschulzia pallida	**Cacahuté, Palo azul, Uvas che', Bayal**	12	0.68	0.429	1.57	5.000	0.65	2.90
Melicoccus oliviformis	**Guaya, Huayum, Keneb, Mayum che'**	15	0.85	0.124	0.45	12.000	1.57	2.87
Platymiscium yucatanum	**Granadillo, Chak subinche, Tasin che'**	7	0.40	0.359	1.32	5.000	0.65	2.36
Eugenia axillaris	**Cinco negritos, Escobillo, Ich huh, Chakniche**	15	0.85	0.063	0.23	9.000	1.17	2.25
Eugenia foetida	**Jirimich, Khilnich, Sak loob, Sak-loob**	15	0.85	0.054	0.20	9.000	1.17	2.22
Guettarda combsii	**Anisillo, Taastaab, Pay luuk', Tasta'ab**	11	0.62	0.091	0.33	9.000	1.17	2.13
Coccoloba barbadensis	**Roble de la costa, Boob ch'iich', Tokoy**	10	0.57	0.066	0.24	10.000	1.31	2.11
Lonchocarpus yucatanensis	**Xu´ul de montaña, Balché-chi, Xul, Xuul, Ya'ax xu'ul**	15	0.85	0.165	0.60	5.000	0.65	2.11
Byrsonima bucidifolia	**Nance agrio, Nance blanco, Sak paj, Zakpah**	13	0.74	0.151	0.55	6.000	0.78	2.07
Swartzia cubensis	**Corazón azul, Llora sangre, Cattox, K' atal' oox**	7	0.40	0.159	0.58	8.000	1.04	2.02

Coulteria mollis	**Brazil, Brazileto, Viga, Chak te', Chakteviga**	7	0.40	0.192	0.70	7.000	0.91	2.01
Lonchocarpus rugosus	**Mata buey, Palo de aro, K'anasín, K'ansin**	11	0.62	0.072	0.26	8.000	1.04	1.93
Semialarium mexicanum	**Cancerina, Palo de agua, Chum-loop, Chun tok', Sak boob, Olol**	11	0.62	0.120	0.44	5.000	0.65	1.72
Mariosousa dolichostachya	**Xaax, Kabal piich, Kaanbal piich**	12	0.68	0.122	0.45	4.000	0.52	1.65
Coccoloba diversifolia	**Uvero, Escobillo de monte alto, Ch'iich' boob**	11	0.62	0.090	0.33	5.000	0.65	1.60
Laetia thamnia	**Zapote amarillo, Ch'aw che', Ix iim che', Ximché**	8	0.45	0.020	0.07	8.000	1.04	1.57
Bunchosia swartziana	**Cojón de fraile, Manzanillo, Sip che'**	13	0.74	0.084	0.31	3.000	0.39	1.43
Cordia alliodora	**Aguardientillo, Bojón, Bakal-ché, Bakalche', Bojom**	5	0.28	0.050	0.18	6.000	0.78	1.25
Spondias mombin	**Jobo, Ciruela agria, Jujuub, K'inil**	7	0.40	0.113	0.42	3.000	0.39	1.20
Esenbeckia pentaphylla	**Naranja che', Tankas-che, Ya'ax jok'ok, Hoo op**	6	0.34	0.050	0.18	5.000	0.65	1.18
Chloroleucon mangense	**Palo fierro, Cacho de toro, Ya' ax eek', Verde lucero**	4	0.23	0.151	0.55	3.000	0.39	1.17
Coccoloba reflexiflora	**Sak boob**	5	0.28	0.080	0.29	4.000	0.52	1.10
Handroanthus chrysanthus	**Roble amarillo, Guayacán amarillo, Macuilis, Makulis**	6	0.34	0.050	0.18	4.000	0.52	1.05
Blomia prisca	**Sibul, Ts'ool**	2	0.11	0.141	0.51	3.000	0.39	1.02
Coccoloba acapulcensis	**Carnero, Tohjub, Toj yuub**	5	0.28	0.022	0.08	5.000	0.65	1.02
Vachellia cornigera	**Acacia, Cornezuelo, Subin, Subin che'**	4	0.23	0.034	0.13	5.000	0.65	1.00
Erythroxylum rotundifolium	**Baak soots', Iik che'**	5	0.28	0.015	0.06	5.000	0.65	0.99
Dendropanax arboreus	**Palo blanco, Mak', Sac-chacáh, Sak chakaj, Tsiimin che'**	6	0.34	0.060	0.22	3.000	0.39	0.95
Hyperbaena winzerlingii	**Naranjillo, Tripa de cochino, K'ooch' kitam**	5	0.28	0.075	0.27	3.000	0.39	0.95
Astronium graveolens	**Amargoso, Jobillo, Culinzís, K'ulim che'**	4	0.23	0.047	0.17	4.000	0.52	0.92
Plumeria obtusa	**Flor de mayo, Aak'its, Nikte' ch'oom**	3	0.17	0.056	0.21	4.000	0.52	0.90
Guettarda elliptica	**Crucecilla, Pata de perdiz, Lu' um' che', Kibche'**	4	0.23	0.036	0.13	4.000	0.52	0.88
Hyperbaena mexicana	**Manguito, Naranjillo, K'eken che'**	4	0.23	0.030	0.11	4.000	0.52	0.86

Neomillspaughia emarginata	**Sakitsa, Sak ii tsa', Sakiitsab**	4	0.23	0.022	0.08	4.000	0.52	0.83
Solanum erianthum	**Salvadora, Chal che', Tóom p'aak**	7	0.40	0.006	0.02	3.000	0.39	0.81
Ardisia escallonioides	**Pimienta de monte, Sak loob che', Xooknum**	5	0.28	0.032	0.12	3.000	0.39	0.79
Erythrostemon yucatanensis	**Cocoite negro, Palo de gusano, Ta' k' inche', Taa k'in che'**	2	0.11	0.017	0.06	4.000	0.52	0.70
Guaiacum sanctum	**Guayacán, Palo santo, Chuum chiin took', Soon chulul**	3	0.17	0.072	0.26	2.000	0.26	0.69
Trichilia glabra	**Ch'oben che', Choben-che, K'an lool**	2	0.11	0.049	0.18	3.000	0.39	0.68
Sideroxylon foetidissimum	**Caracolillo, K'anaste', Sibul, Tsiimin che'**	2	0.11	0.044	0.16	3.000	0.39	0.67
Randia longiloba	**K'aax, K'aaxil, Ka'aal che', Aak'aax, Aak**	3	0.17	0.016	0.06	3.000	0.39	0.62
Malpighia lundellii	**Wayate**	6	0.34	0.035	0.13	1.000	0.13	0.60
Pseudobombax ellipticum	**Amapola, Amapola blanca, Chack k'ux che', Chulté**	3	0.17	0.079	0.29	1.000	0.13	0.59
Exothea diphylla	**Guayo, Kulinché, Wayuum, Wayuum koox**	2	0.11	0.022	0.08	3.000	0.39	0.59
Zygia cognata	**Palo de humo, Frijolillo, Cacaoché**	3	0.17	0.006	0.02	3.000	0.39	0.58
Luehea speciosa	**Algodoncillo, Guácimo macho, Patazte, K'askáat, Tukuch**	2	0.11	0.018	0.07	3.000	0.39	0.57
Bonellia flammea	**Chak sik'iin, Sik'iin k'aax**	2	0.11	0.015	0.05	3.000	0.39	0.56
Trichilia minutiflora	**Limonaria, Chaltecoc, Espacasiquin, X-puk'usik'il**	4	0.23	0.019	0.07	2.000	0.26	0.56
Chrysophyllum mexicanum	**Caimito, Caimito de monte, Chi' keej, Chi'kéej**	3	0.17	0.028	0.10	2.000	0.26	0.53
Amyris elemifera	**Palo de gas, K'an chan, Kanyuk**	3	0.17	0.022	0.08	2.000	0.26	0.51
Sapranthus campechianus	**Chak-elemuy, Chak ma'ax, Sak éelemuy**	4	0.23	0.005	0.02	2.000	0.26	0.50
Ficus cotinifolia	**Amate negro, Álamo, Mata palo, Koopo', Kopo'**	1	0.06	0.083	0.30	1.000	0.13	0.49
Zanthoxylum fagara	**Tank'as che, Si na'an che'**	3	0.17	0.006	0.02	2.000	0.26	0.45
Allophylus cominia	**Palo de caja, Ikbach, Ixbaaché**	3	0.17	0.003	0.01	2.000	0.26	0.44
Ficus maxima	**Amate prieto, Higo, Akkúun, Kopo' ch'iin**	2	0.11	0.052	0.19	1.000	0.13	0.43

Colubrina arborescens	**Pimienta de monte, Cascalote, Cakte' kajum', Yax-puken**	2	0.11	0.014	0.05	2.000	0.26	0.42
Cupania belizensis	**Tres lomos, Rabo de cojolite, Sak poom, Sak beek**	2	0.11	0.039	0.14	1.000	0.13	0.39
Diospyros salicifolia	**Chocoyito, Zapote enano, Silil, Siril, U chul che'**	1	0.06	0.017	0.06	2.000	0.26	0.38
Cosmocalyx spectabilis	**Chakte' kook**	1	0.06	0.015	0.06	2.000	0.26	0.37
Acalypha villosa	**Tapacamino, Ya'ax ch'ilib tuux**	4	0.23	0.003	0.01	1.000	0.13	0.37
Vachellia pennatula	**Tepame, Espino negro, Chimay, Sak chuum**	1	0.06	0.013	0.05	2.000	0.26	0.37
Diphysa carthagenensis	**Guachipilin, Ruda de monte, Tsusuk, Xbabalché**	1	0.06	0.012	0.05	2.000	0.26	0.36
Simarouba glauca	**Negrito, Aceituno negrito, Pa' sak che', Pa-sak**	1	0.06	0.011	0.04	2.000	0.26	0.36
Jatropha gaumeri	**Piñón, Pomol che', Pomolché, Xu'ul**	1	0.06	0.006	0.02	2.000	0.26	0.34
Protium copal	**Copal, Palo de incienso, Pom, Poom**	1	0.06	0.004	0.01	2.000	0.26	0.33
Matayba oppositifolia	**Cascarillo, Tempesquite, Guayancox**	1	0.06	0.004	0.01	2.000	0.26	0.33
Caesalpinia pulcherrima	**Tabachín, Chak-sin' in, Chaksikin**	2	0.11	0.023	0.08	1.000	0.13	0.33
Parathesis cubana	**Chamelche**	1	0.06	0.002	0.01	2.000	0.26	0.33
Karwinskia humboldtiana	**Cacachila, Pimientillo, Tullidora, L u'um che'**	3	0.17	0.002	0.01	1.000	0.13	0.31
Adelia barbinervis	**Espino blanco, Caca de gallina, Pak'aal che'**	2	0.11	0.016	0.06	1.000	0.13	0.30
Malpighia glabra	**Capulín, Capulincillo, Béek che', Wayate'**	1	0.06	0.024	0.09	1.000	0.13	0.28
Pouteria campechiana	**Canistel, Canizte, Chak ya', K'aniste'**	1	0.06	0.016	0.06	1.000	0.13	0.25
Ximenia americana	**Naap che', Chabalaca, K'uk'-ché, Xkuk-ché**	1	0.06	0.015	0.06	1.000	0.13	0.24
Mimosa bahamensis	**Motita, Motita morada, Sak káatsim, Sak-katsin**	1	0.06	0.011	0.04	1.000	0.13	0.23
Pimenta dioica	**Pimienta de Tabasco, Pimienta gorda, Boox pool, Nukuch pool, Ukum**	1	0.06	0.010	0.04	1.000	0.13	0.22
Cornutia pyramidata	**Lengua de vaca, bastón de vieja, Loob che', Xoolte'**	1	0.06	0.009	0.03	1.000	0.13	0.22
Solenandra mexicana	**Cáscara amarga, Naranjillo, Sabak ché'**	1	0.06	0.008	0.03	1.000	0.13	0.22

Calliandra belizensis	**Barba de viejo, Capulín de corona, Tamarindillo**	1	0.06	0.006	0.02	1.000	0.13	0.21
Margaritaria nobilis	**Ciruelillo, Grosello cimarrón, Xnabalche**	1	0.06	0.006	0.02	1.000	0.13	0.21
Senna racemosa	**Retama peninsular, K'an ja' abin, K'an lool, Xkanlol**	1	0.06	0.005	0.02	1.000	0.13	0.21
Machaonia lindeniana	**Kampokolché, Tank'an che', K'uch'eel, K'uk'ch'el**	1	0.06	0.005	0.02	1.000	0.13	0.21
Parathesis cubana	**Chamelche**	1	0.06	0.002	0.01	1.000	0.13	0.20
Sapindus saponaria	**Jaboncillo, Sibuul, Ts' ibuul**	1	0.06	0.003	0.01	1.000	0.13	0.20
Damburneya coriacea	**Laurel verde, Palo de gas, Sip che', Jok che', Jobon che'**	1	0.06	0.002	0.01	1.000	0.13	0.20
Bauhinia jenningsii	**Pata de venado**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19
Diospyros anisandra	**X, -nob-chéAm che', Amche'**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19
Pilocarpus racemosus	**Tankasche**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19
Bauhinia jenningsii	**Pata de venado**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19
Diospyros anisandra	**X, -nob-chéAm che', Amche'**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19
Pilocarpus racemosus	**Tankasche**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19
Vachellia cornigera	**Acacia, Cornezuelo, Subin, Subin che'**	1	0.06	0.001	0.00	1.000	0.13	0.19

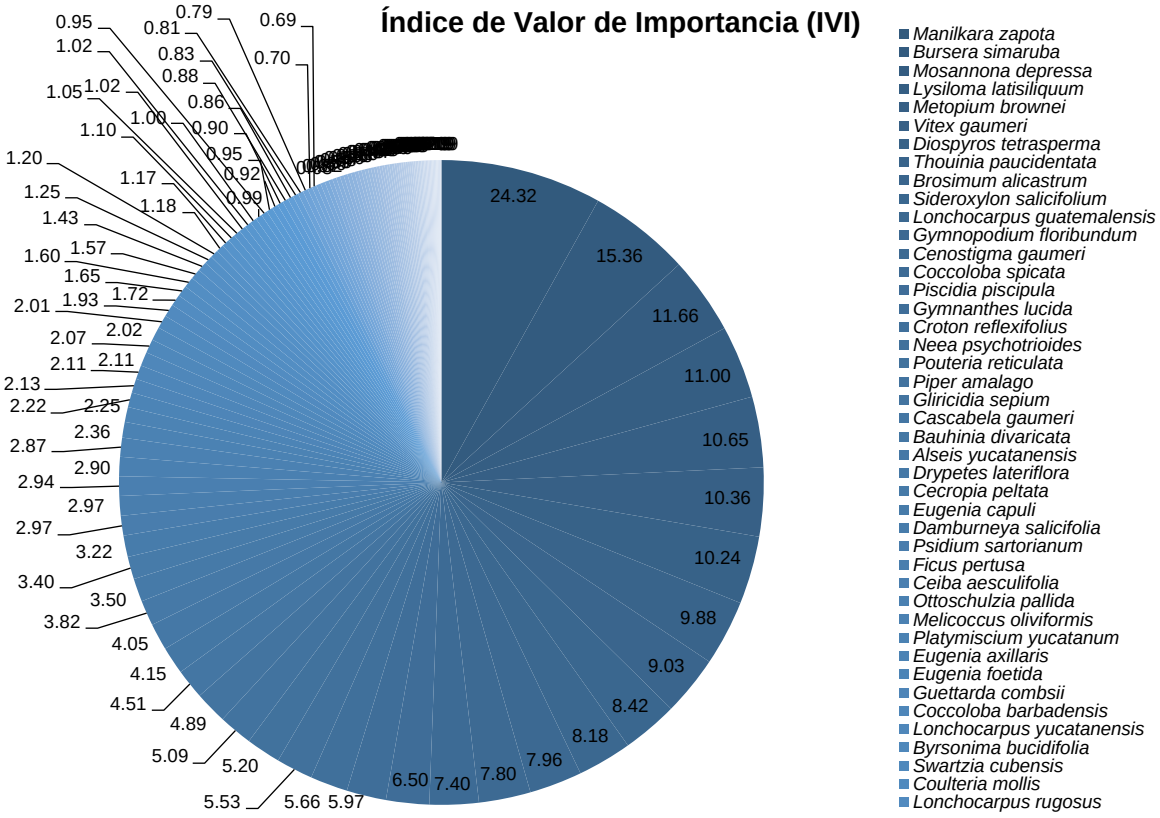


Figura 4.43. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo, del SAR.

En la presente figura se los valores de IVI del estrato arbóreo dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue *Manilkara zapota*.

Estrato arbustivo

Dentro del estrato arbustivo, en el sentido de que se identificó un buen proceso de regeneración de las especies arbóreas, fue congruente que, en los niveles verticales o estratos identificados, especies como *Zamia prasina, Sabal yapa, Bromelia pinguin y Randia aculeata*, obtuvieran los mayores valores sobre la importancia ecológica (IVI de 62.03, 22.23, 20.41, 19.89 y 19.88).

Tabla 4-33. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo en el SAR.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Zamia prasina	**Cícada, Palmita, Chak wa**	44.00	3.62	3152.71	51.12	7.00	7.00	61.74
Randia aculeata	**Crucecita, Crucetillo, Kajal k'aax, Puuts' che'**	24.00	1.97	462.00	7.49	5.00	10.00	31.19
Bromelia pinguin	**Piñuela, Piña de perro, Ch'om, Chuchuk che'**	176.00	14.46	238.22	3.86	11.00	11.00	29.32
Coccothrinax readii	**Palma, Palma nakás, Nak'as, Nakax, Náaj k'aax**	41.00	3.37	355.16	5.76	3.00	7.00	19.60
Sabal yapa	**Palma de guano, Botan, Guano macho, Julok' xa'an, Xa'an**	256.00	21.04	9.24	0.15	10.00	5.00	14.46
Thrinax radiata	**Palma chit, Ka' anal xa' an, Guano de costa**	126.00	10.35	138.60	2.25	7.00	5.00	16.48
Beaucarnea pliabilis	**Despeinada, Pata de elefante, Ts-ii-pil, Tsiipil**	79.00	6.49	307.52	4.99	5.00	3.00	12.13
Cameraria latifolia	**Cheechen blanco, Chechén blanco de sabana, Sak cheechem**	71.00	5.83	271.86	4.41	2.00	2.00	12.24
Hamelia patens	**Coralillo, Hierba cancerina, Chak took', K'anal che', Xkaná-n**	18.00	1.48	201.55	3.27	2.00	2.00	6.75
Thevetia ahouai	**Bola de venado, Cojón de gato, Akits, Huevo de perro,**	3.00	0.25	319.36	5.18	1.00	5.00	10.55
Casearia emarginata	**Naranja che', Am che'**	47.00	3.86	103.95	1.69	5.00	1.00	6.43
Chamaedorea seifrizii	**Palma, Palma bambú, Xiat**	53.00	4.35	129.36	2.10	7.00	7.00	16.64
Croton glabellus	**Palo casero, Cascarillo, Chuts, Kok-ché, P'eles-k'uch,**	115.00	9.45	11.69	0.19	7.00	7.00	13.45
Hampea trilobata	**Majagua, Majahua, Hol, Jóol**	74.00	6.08	27.72	0.45	10.00	10.00	16.53
Myrcia neopallens	**Guayabillo, Chi'it**	12.00	0.99	51.97	0.84	2.00	2.00	3.83

Croton icche	**Iik che', Iik che', Kóok che' niich yuuk, P'e'es k'uuch**	3.00	0.25	79.69	1.29	1.00	1.00	2.54
Koanophyllon albicaule	**Hediondilla, Tok'aban, Sak taj, Taj' che'**	15.00	1.23	46.20	0.75	2.00	2.00	3.98
Cryosophila stauracantha	**Palo de escoba, Huano k'uum, Guano de Escoba**	18.00	1.48	55.44	0.90	4.00	4.00	6.38
Lantana canescens	**Suul che', Oregano de monte,Orégano k'aax,**	3.00	0.25	74.06	1.20	1.00	2.00	3.49
Helicteres baruensis	**Algodoncillo, Barrenillo, Suput, Tsutsuk**	9.00	0.74	46.20	0.75	2.00	1.00	2.45
Bravaisia berlandieriana	**Hooloop, Juluub, Sak-hulub**	6.00	0.49	56.59	0.92	1.00	2.00	2.79
Agave angustifolia	**Agave, Henequén de playa, Kij, Ch'elem, Ch'elem kij**	6.00	0.49	18.48	0.30	2.00	3.00	4.63
Krugiodendron ferreum	**Hueso de tigre, Quebrahacha, Ch'iin took', Chimtok**	18.00	1.48	9.24	0.15	3.00	1.00	2.41
Totales	**23**	**1217.00**	**100.00**	**6166.82**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

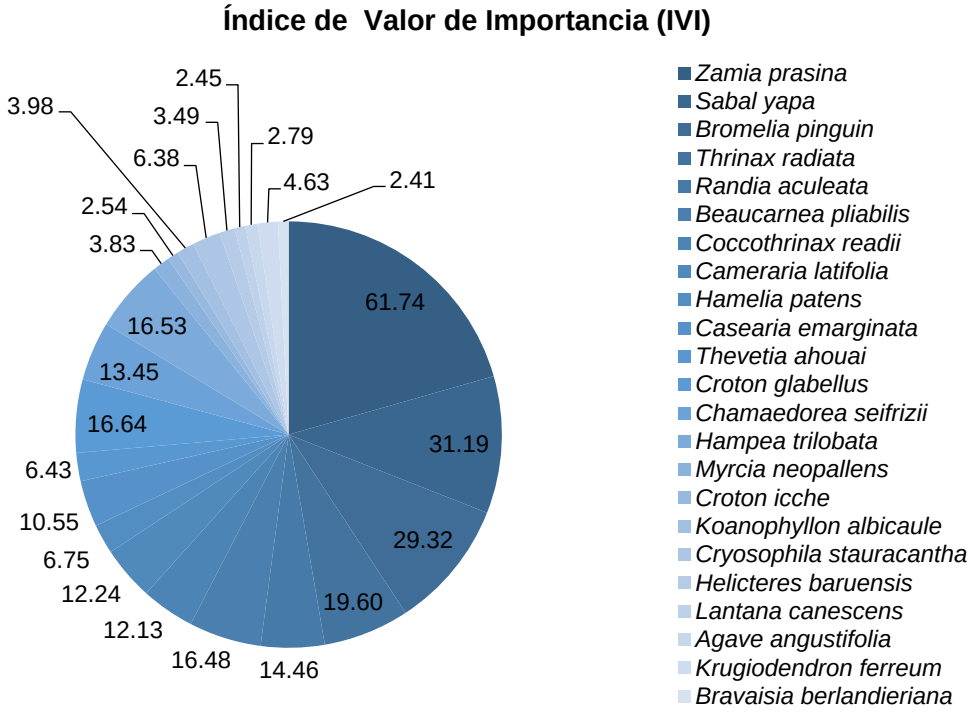


Figura 4.44. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo del SA.

En la presente figura se los valores de IVI del estrato arbustivo dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue *Zamia prasina*.

Estrato herbáceo

Para el caso del estrato herbáceo, los taxones con mayor importancia ecológica derivado del proceso de regeneración de las especies fueron *Solanum americanum* con IVI de 159.13 y *Lasiacis divaricata* con IVI de 62.84. Esto deducible por el proceso de regeneración registrado para las especies arbóreas.

Tabla 4-34. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo en el SAR.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Solanum americanum	**Hierba mora, Chililllo, Iik koox, Maax iik, Tu' jabil**	846	45.10	828.551	83.60	7	30.43	159.13
Lasiacis divaricata	**Bambú silvestre, Carricillo, Mehensit, Siit, Taabil si'**	588	31.34	53.631	5.41	6	26.09	62.84
Commelina erecta	**Cantillo, Hierba del pollo, Pah-tsa, X-habul-ha'**	110	5.86	14.026	1.42	3	13.04	20.32
Lasiacis ruscifolia	**Carricillo, Pasto, Zacate, Mehensit, kanbal siit**	110	5.86	17.067	1.72	2	8.70	16.28
Philodendron radiatum	**Jingibrina, Tolok**	74	3.94	12.487	1.26	1	4.35	9.55
Cyperus ochraceus	**Navajuela, Zacate, Zacate cortador, Maskab kabal su'uk**	37	1.97	5.590	0.56	1	4.35	6.88
Phragmites australis	**Carrizo, Cañote, Jalal, Sak jalal, Sak-halal, Zachalal**	37	1.97	33.059	3.34	1	4.35	9.66
Pteridium caudatum	**Crespililla de cola, Helecho**	37	1.97	23.911	2.41	1	4.35	8.73
Viguiera dentata	**Tajonal, Flor de tajonal, Mirasol, Tah, Taj**	37	1.97	2.775	0.28	1	4.35	6.60
Totales	***9***	**1876**	**100.00**	**991.097**	**100.00**	**23.00**	**100.00**	**300.00**

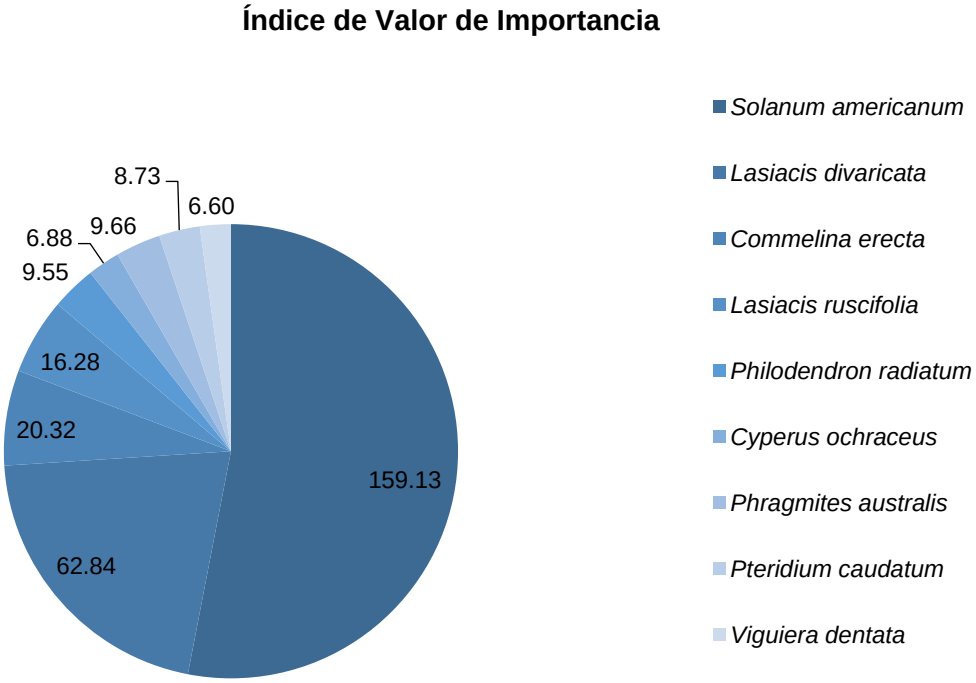


Figura 4.45. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo del SAR.

En la presente figura se los valores de IVI del estrato herbáceo dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue *Solanum americanum*.

Estrato epífito y trepador

Dentro del estrato epífito y trepador se identificó que *Ipomoea anisomeres* como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 40.74, en tanto que *Brassavola nodosa* obtuvo un valor de (IVI de 38.22), en tanto que el resto de las especies no presentaron valores altos debido a su poco "peso ecológico" dentro de la comunidad analizada.

Tabla 4-35. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador, en el SAR.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Ipomoea anisomeres	**Hoja de murcielago**	421	31.78	16.833	3.64	5.000	5.32	40.74
Tillandsia brachycaulos	**Gallitos, Gallinita, Chu, Me'ex nuk xiib**	100	7.56	8.664	1.88	3.000	3.19	12.62
Vanilla planifolia	**Vainilla, Vainilla colibrí, Siisbik, Sisbik, Sisbik-k'aax**	88	6.67	11.233	2.43	4.000	4.26	13.35
Trichocentrum ascendens	**Ahoché, Mejen puuts' che', Putsche**	74	5.56	0.787	0.17	4.000	4.26	9.98
Rhyncholaelia digbyana	**Orquídea blanca yucateca, Nunup'he, Sack-k'ukum-lol**	68	5.11	0.566	0.12	5.000	5.32	10.55
Campyloneurum phyllitidis	**Helecho, Lengua de cierva, Lengua de ciervo**	56	4.22	0.398	0.09	2.000	2.13	6.44

Catasetum integerrimum	**Cola de pato, Monjes, Ch'it ku'uk, Xanab miis**	56	4.22	2.770	0.60	3.000	3.19	8.01
Trichocentrum cosymbephorum	**Orquidea**	53	4.00	27.716	6.00	2.000	2.13	12.13
Epiphyllum hookeri	**Pitaya blanca, Dama de noche, Nej ayin, X-pitajaya ku'uk**	47	3.56	0.427	0.09	2.000	2.13	5.78
Amphilophium paniculatum	**Bejuco prieto, Ak, Sak-ak, Malo'ob aak'**	44	3.33	1.777	0.38	17.000	18.09	21.80
Deamia testudo	**Pitayita nocturna de tortuga, Pitahaya de tortuga, Chochekisin, Chochel kisin**	41	3.11	8.259	1.79	1.000	1.06	5.96
Brassavola nodosa	**Dama de noche, Barbas de viejo, Sah-yak'**	38	2.89	158.261	34.26	1.000	1.06	38.22
Epidendrum stamfordianum	**Orquídea tropical**	38	2.89	22.153	4.80	1.000	1.06	8.75
Ornithocephalus inflexus	**Orquidea Puuts' mukuy**	35	2.67	0.259	0.06	1.000	1.06	3.79
Acanthocereus tetragonus	**Pitahaja**	32	2.44	28.657	6.20	3.000	3.19	11.84
Tillandsia variabilis	**Bromelia gallito**	32	2.44	5.036	1.09	2.000	2.13	5.66
Tillandsia bulbosa	**Bromelia, Juche', X-ch'uché**	29	2.22	2.131	0.46	1.000	1.06	3.75
Myrmecophila christinae	**Orquídea, Xon-ikni**	12	0.89	10.909	2.36	1.000	1.06	4.31
Prosthechea boothiana	**Orquídea**	12	0.89	13.136	2.84	4.000	4.26	7.99

Tillandsia fasciculata	**Bromelia, Gallito, Chuk, Kanal-sihil**	12	0.89	80.256	17.38	2.000	2.13	20.39
Oncidium sphacelatum	**Orquídea dama amarilla, Flor de la santa cruz, Anis nikte'**	9	0.67	0.577	0.13	11.000	11.70	12.49
Cissus verticillata	**Tripa de zopilote, Xta´kanil/Bejuco trepador**	6	0.44	20.527	4.44	3.000	3.19	8.08
Macroscepis diademata	**Aak'tóom paap, K'an tsel aak', K'enil, Tsoots'k'a**	6	0.44	1.085	0.23	1.000	1.06	1.74
Selenicereus grandiflorus	**Dama de noche, Pitayita nocturna reina de la noche, Pitayita de culebra**	6	0.44	1.299	0.28	2.000	2.13	2.85
Myrmecophila tibicinis	**Orquidea, Hom-ikim, Jom bach**	3	0.22	0.649	0.14	5.000	5.32	5.68
Notylia barkeri	**Orquidea cepillito**	3	0.22	10.756	2.33	1.000	1.06	3.61
Pisonia aculeata	**Bejuco, Uña de gato, Uña del diablo, Beeb, Béeb**	3	0.22	26.781	5.80	7.000	7.45	13.47
Totales		**1324**	**100.00**	**461.90**	**100.00**	**94.00**	**100.00**	**300.00**

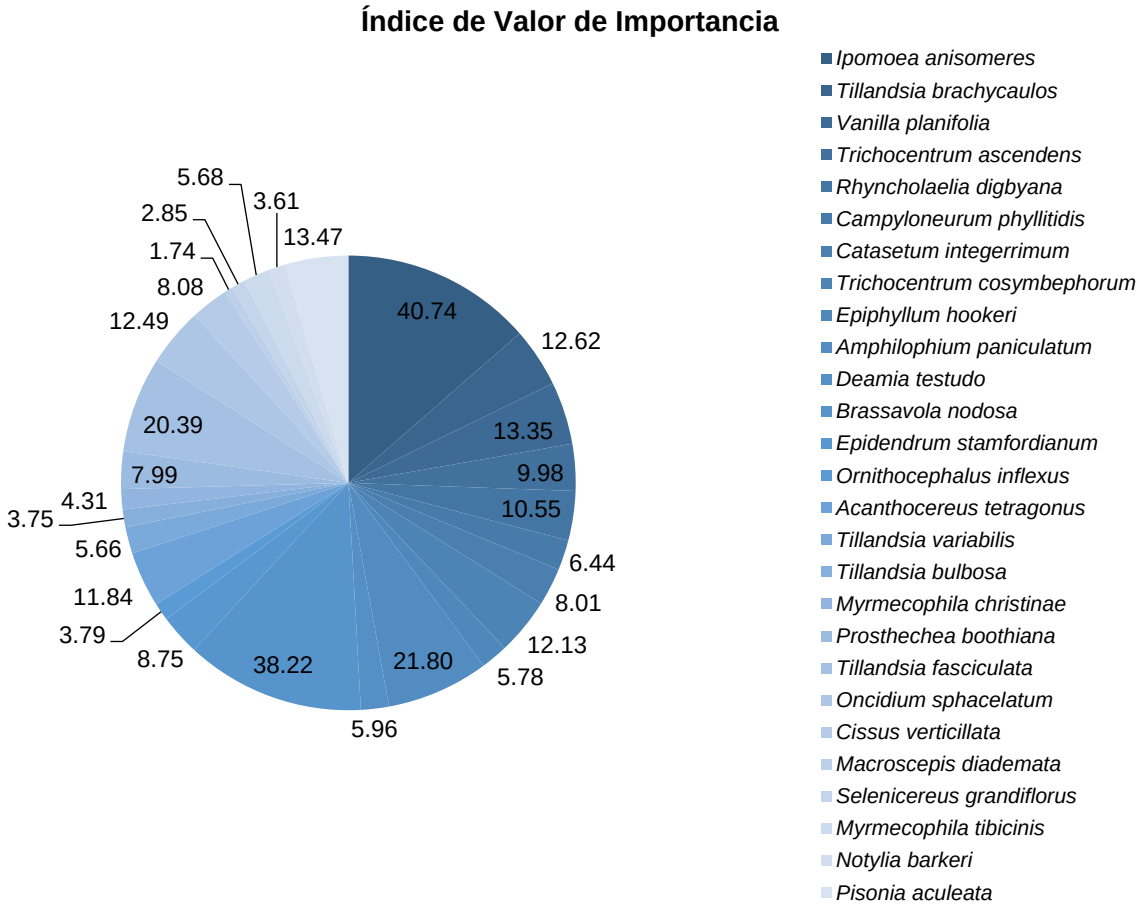


Figura 4.46. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador del SAR.

En la presente figura se los valores de IVI del estrato epífito y trepador dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue *Ipomoea anisomeres*.

Selva Baja Espinosa Subperennifolia (SBQ)

Dentro del estrato arbóreo, único determinado para esta comunidad se identificó a Metopium brownei como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 115, seguida de Lysiloma latisiliquum obtuvo un IVI de 114.60, en tanto Bursera simaruba obtuvo un valor muy por debajo (IVI de 70.24).

Tabla 4-36. Indice de Valor de Importancia SBQ

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**

Bursera simaruba	**Palo mulato, Chaca, Cuajilote, Chakah**	10	1.64	0.079	0.87	4	66.67	69.18
Lysiloma latisiliquum	**Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté**	300	49.18	4.456	49.35	1	16.67	115.19
Metopium brownei	**Chechem, Chechen prieto, Chechem negro, Boox cheechem**	300	49.18	4.495	49.78	1	16.67	115.63
Totales	***122***	**610**	**100.00**	**9.030**	**100.00**	**6.000**	**100.00**	**300.00**

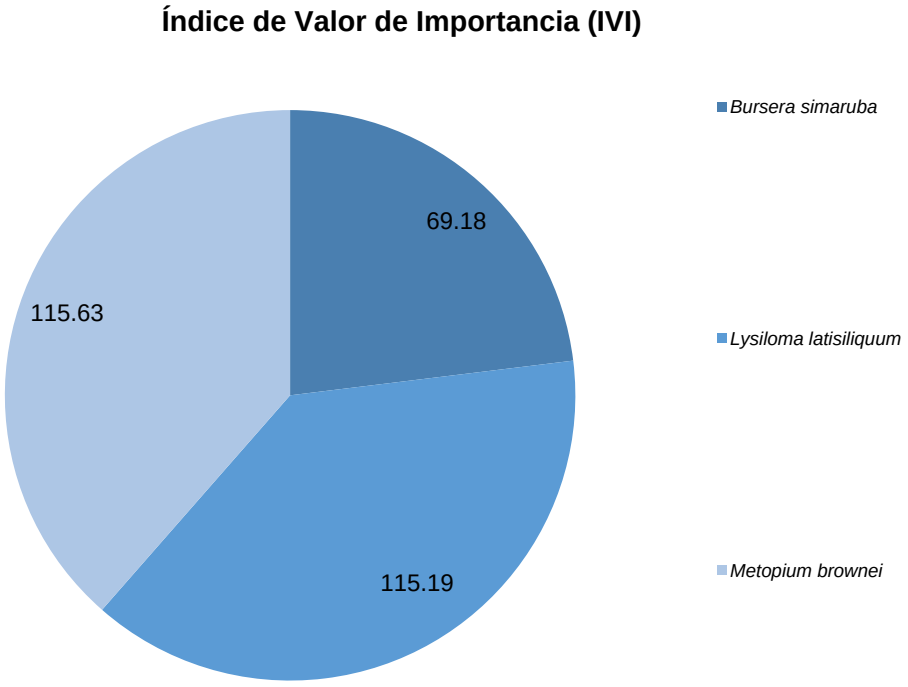


Figura 4.47. IVI de las especies presentes dentro del arbóreo de la comunidad SBQ del SAR

En la presente figura se los valores de IVI del estrato epífito y trepador dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue *Metopium brownei*.

Manglar (MV)

Dentro del estrato arbóreo, único determinado para esta comunidad se identificó a Cocos nucifera como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 178.2, seguida de Laguncularia racemosa, que obtuvo un IVI de 121.78.

Tabla 4-37. Indice de Valor de Importancia MV

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**

Cocos nucifera	Palma de coco	440	37.29	21.598	60.93	4	80.00	178.22
Laguncularia racemosa	Mangle blanco	740	62.71	13.848	39.07	1	20.00	121.78
Totales	**122**	**1180**	**100.00**	**35.447**	**100.00**	**5.000**	**100.00**	**300.00**

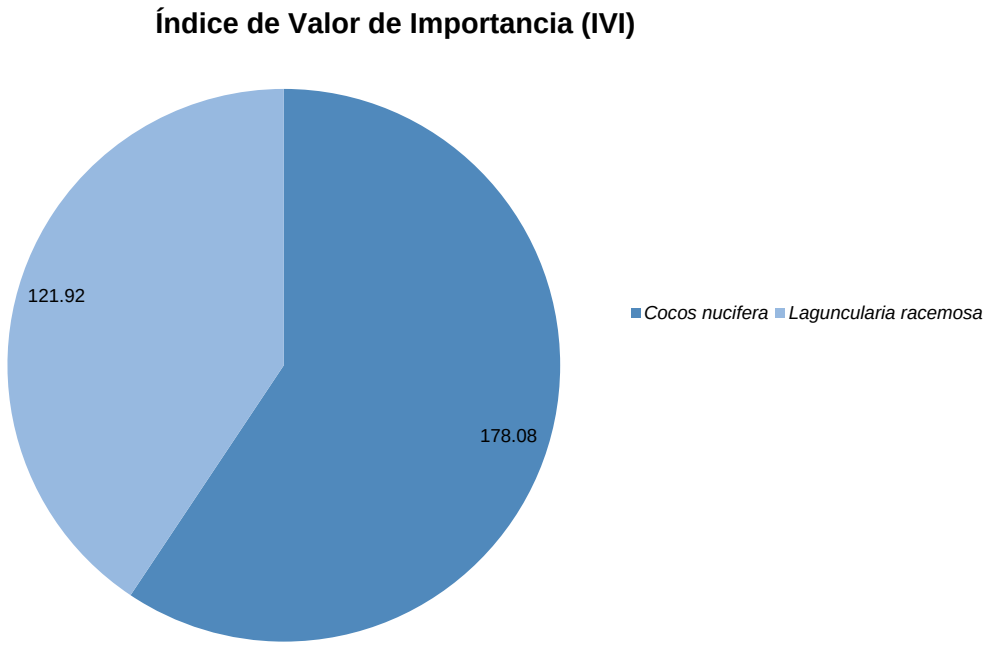


Figura 4.48. Indice de Valor de Importancia MV.

En la presente figura se los valores de IVI del estrato epífito y trepador dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue *Cocos nucifera*.

Tular (TV)

Dentro del estrato herbáceo, único determinado para esta comunidad se identificó a *Rhynchospora colorata* como única especie dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 300.

Tabla 4-38. Indice de Valor de Importancia Tular (TV)

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Rhynchospora colorata	**Tote**	132500	100.00	13956.250	100.00	2	100.00	300.00
Totales	***212.000***	**132500**	**100.00**	**13956.250**	**100.00**	**2**	**100.00**	**300.00**



4.3.1.13 *Área del proyecto (AP)*

Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Dentro de este tipo de vegetación se determinaron cuatro estratos bien definidos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y Epífito y Trepador. Este hallazgo se debe a la cercanía con el área de influencia de la reserva de biosfera Sian Ka'an.

Dentro de esta comunidad se registró una riqueza de 22 especies. Las familias más abundantes y representativas dentro de esta comunidad son Fabaceae, con 7 especies y Sapotaceae con 2 especies.

Descripción florística del área del proyecto (AP)

Se registraron 22 especies repartidas en 22 géneros y 15 familias, de las cuales la más representativa fue Fabaceae con 7 géneros y 7 especies, seguida de Sapotaceae con 2 géneros y 2 spp. Esta situación es congruente con lo que señalan Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014) para estos tipos de vegetación, de manera particular dentro de las comunidades de carácter primario que imperan dentro de esta zona.

Tabla 4-39. . Relación de nivel taxonómico por familia botánica

FAMILA	GÉNEROS	ESPECIES
Anacardiaceae	1	1
Araceae	1	1
Arecaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Bromeliaceae	1	1
Convolvulaceae	1	1
Fabaceae	7	7
Malvaceae	1	1
Moraceae	1	1
Orchidaceae	1	1
Salicaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
Sapotaceae	2	2
Simaroubaceae	1	1
15	**22**	**22**

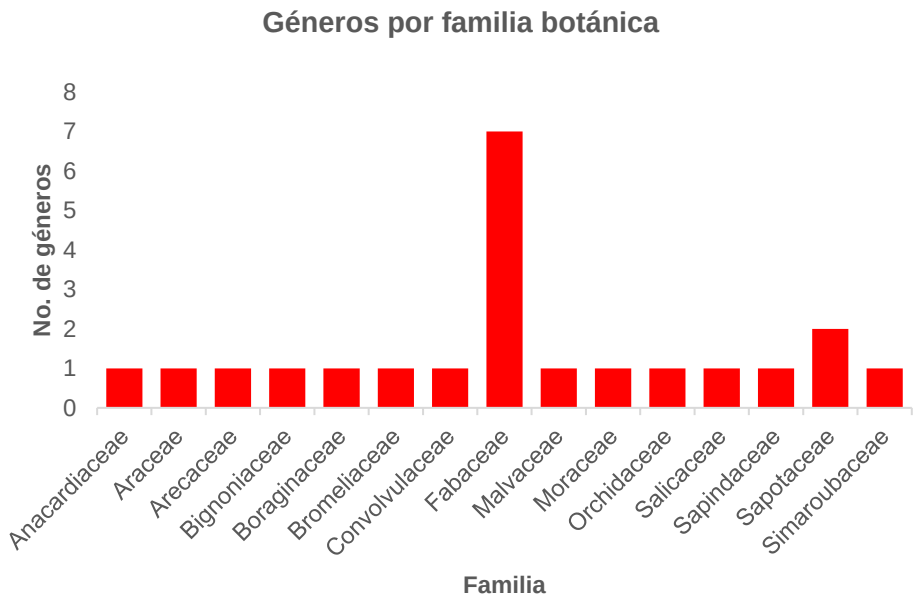


Figura 4.49. Número de géneros por familia botánica

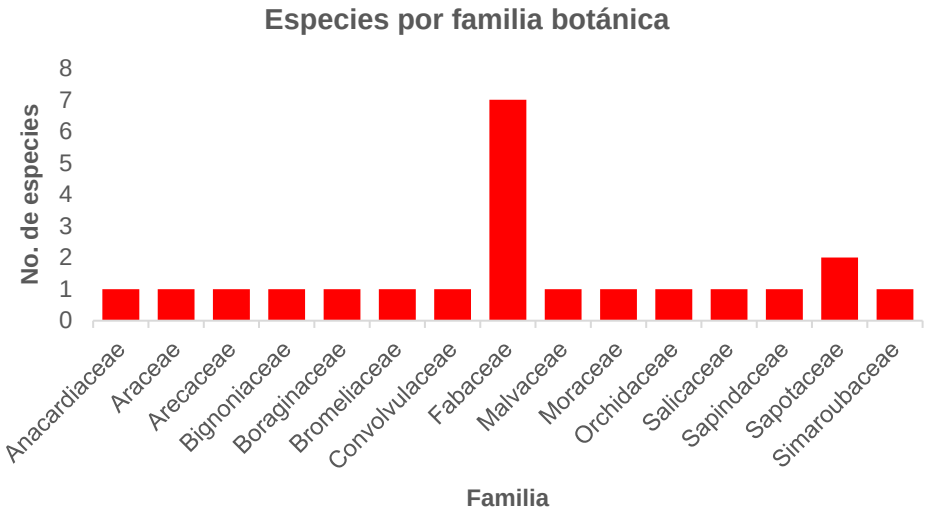


Figura 4.50. Número de especies de familia botánica

Tabla 4-40. Número de especies por estrato analizado

ESTRATO	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
Riqueza S	17	1	1	3

Estrato arbóreo

Este estrato fue el mejor representado dentro de la comunidad, situación que indica un optimo estado de conservación dentro del AP

Tabla 4-41. Riqueza del Estrato arbóreo en el AP

Arbóreo		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Anacardiaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Fabaceae	7	7
Malvaceae	1	1
Moraceae	1	1
Salicaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
Sapotaceae	2	2
Simaroubaceae	1	1
10	**17**	**17**

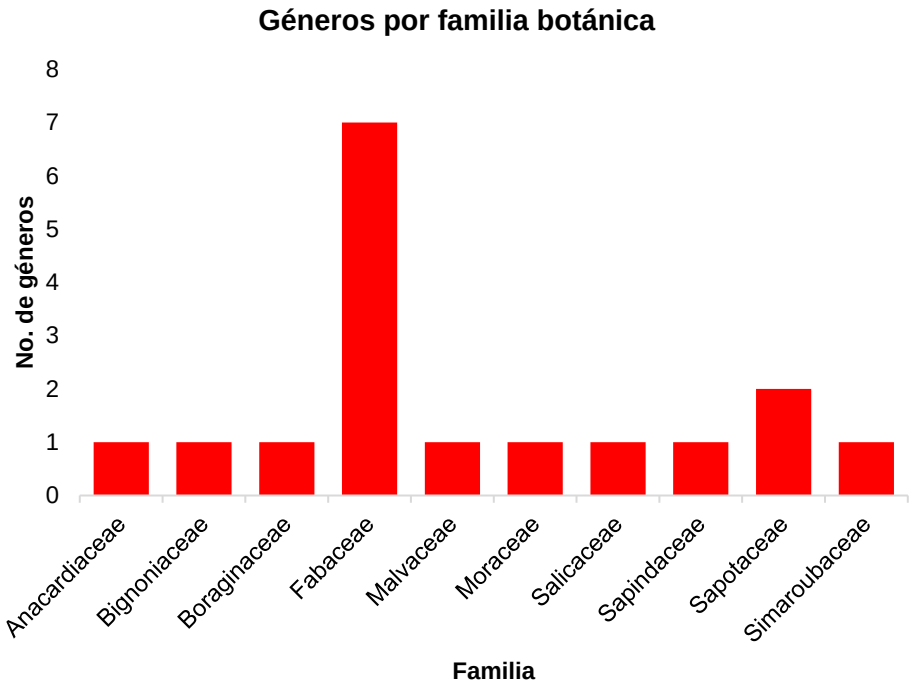


Figura 4.51. Géneros registrados por familia botánica del estrato arbóreo del AP.

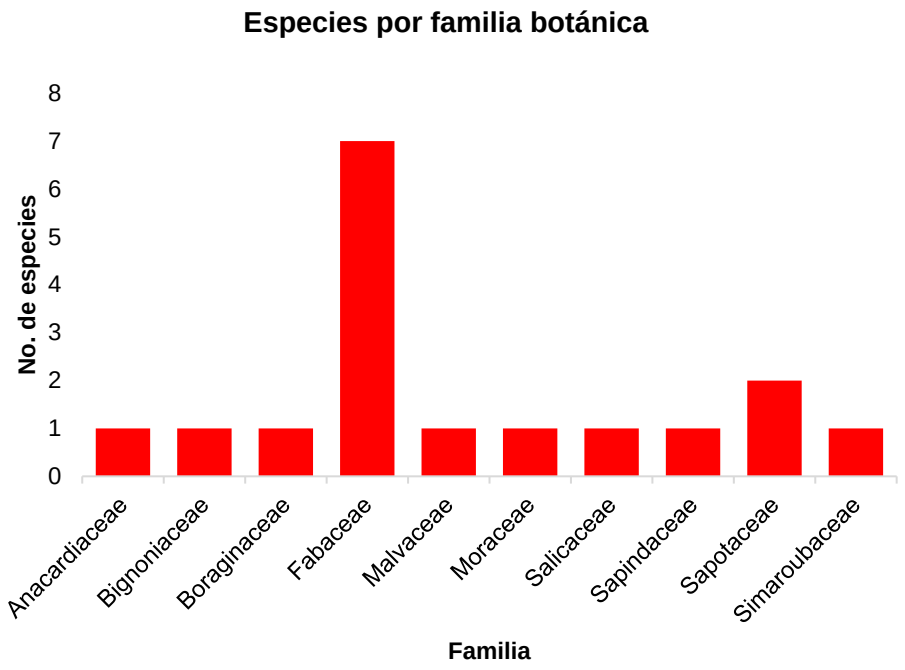


Figura 4.52. Especies registradas por familia botánica dentro del estrato arbóreo en el AP

Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo presentó una menor riqueza y abundancia de individuos, en comparación con el arbóreo, esta característica es común en este tipo de vegetación (R Rzedowski, 1971), debido a la competencia con los estratos anteriores (árboles).

Arbustivo		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Arecaceae	1	1
1	**1**	**1**



Figura 4.53. Géneros registrados por familia botánica dentro del estrato arbustivo en el AP

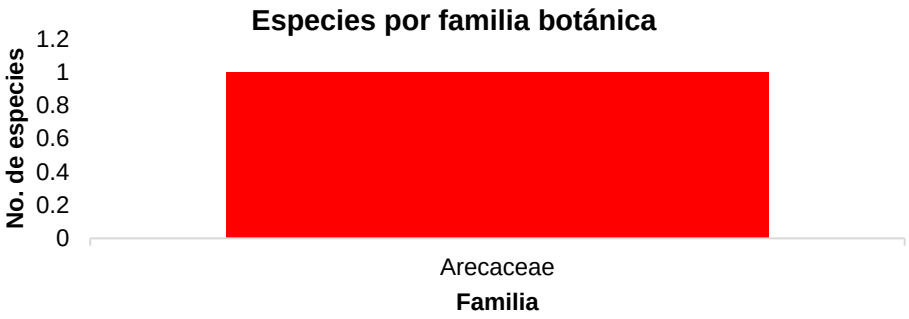


Figura 4.54. Especies registradas por familia botánica dentro del estrato arbustivo en el AP

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo fue el que presento poca riqueza y abundancia de individuos, esta característica es común en este tipo de vegetación (R Rzedowski, 1971), debido a la competencia con los estratos anteriores (árboles y arbustos).

Tabla 4-42. Riqueza del Estrato herbáceo del AP.

Herbáceo		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Araceae	1	1
1	**1**	**1**

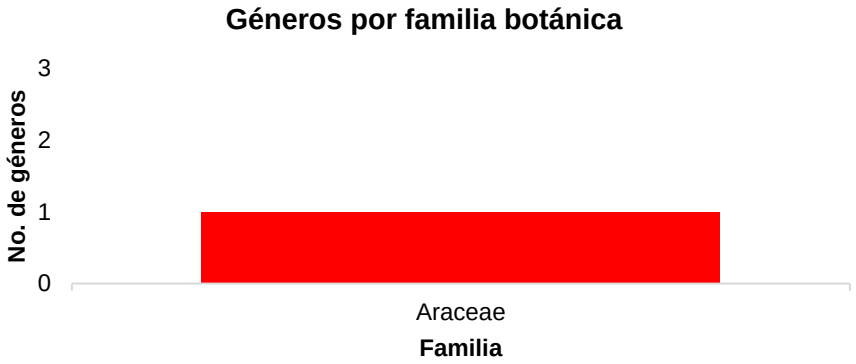


Figura 4.55. Géneros dentro del estrato herbáceo del AP

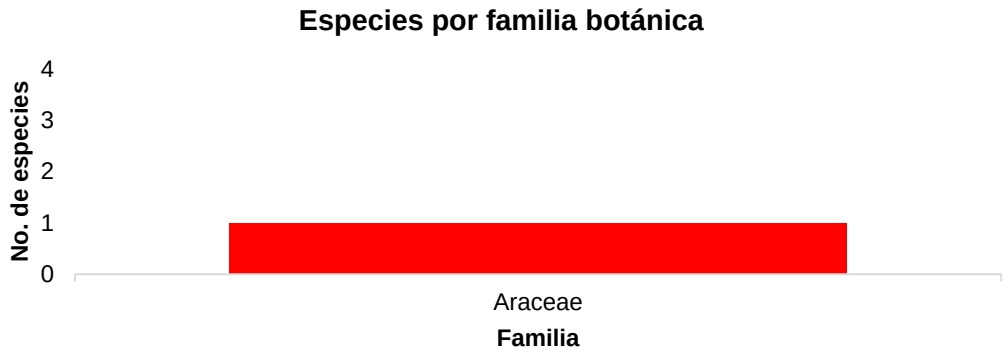


Figura 4.56. Especies dentro del estrato herbáceo del AP.

Estrato Epífitas y Trepadoras

El estrato epífitas y trepadoras fue el segundo mejor representado, debido a la abundancia de arbolado en esta comunidad.

Tabla 4-43. Riqueza del Estrato Epífit y trepadoras del AP.

Epífito y Trepador		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Bromeliaceae	1	1
Convolvulaceae	1	1
Orchidaceae	1	1
3	**3**	**3**

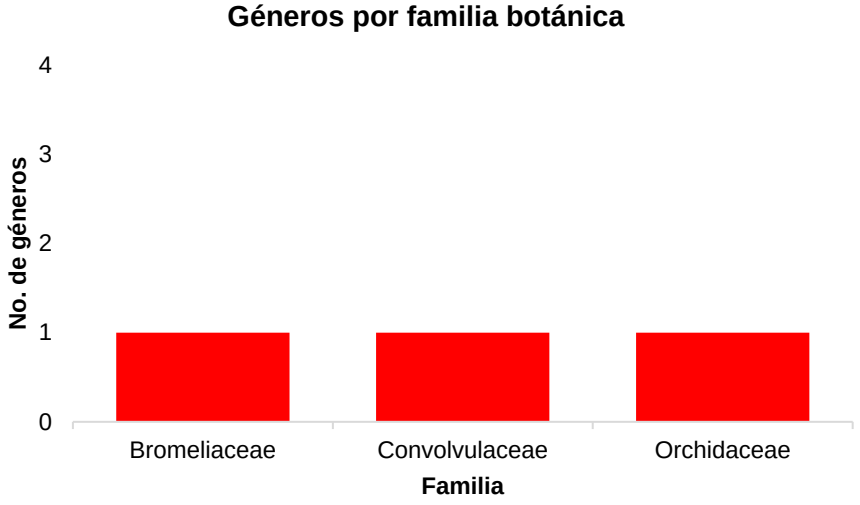


Figura 4.57. Géneros dentro del estrato epífito trepador del AP

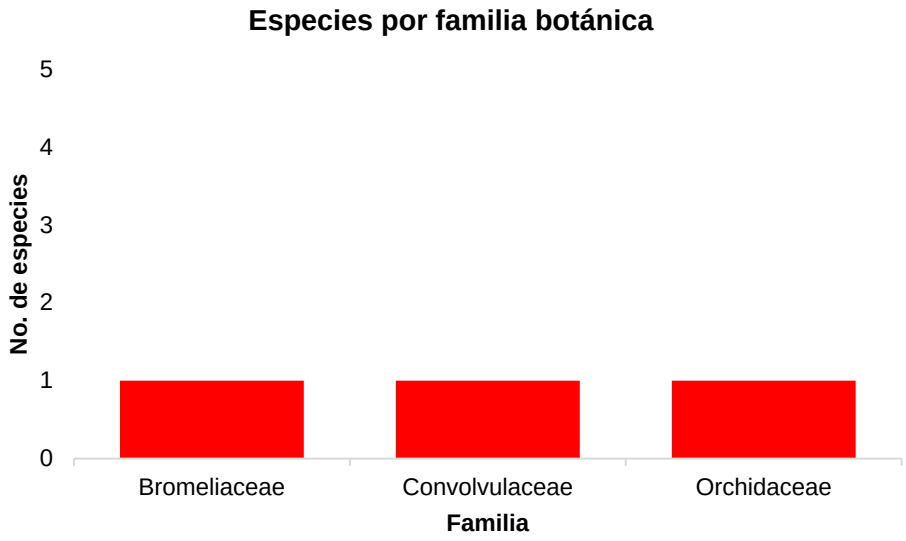


Figura 4.58. Especies dentro del estrato epífito trepador del AP.

Manglar (MV)

Estrato arbóreo

Dentro de este tipo de vegetación (SERIE VII INEGI), no fue posible identificar especies representativas de el mismo, en su lugar sólo se encontraron individuos pertenecientes a una especie exótica (*Cocos nuficera*), sobre el trazo definido para las obras del andador al muelle.

Tabla 4-44. Riqueza del Estrato arbóreo de la comunidad MV del AP

FAMILA	GÉNEROS	ESPECIES
Arecaceae	1	1
1	**1**	**1**

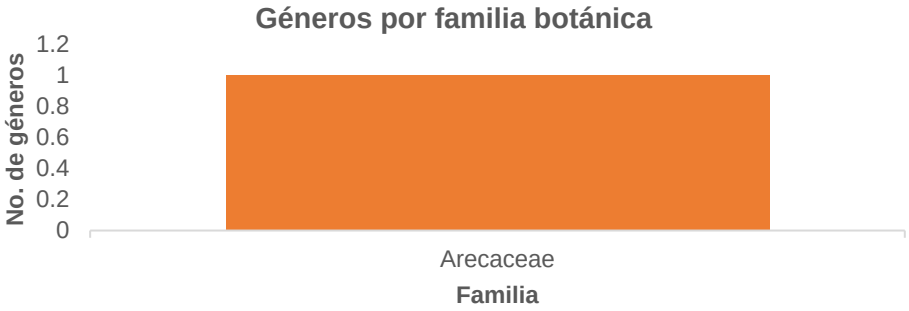


Figura 4.59. Géneros dentro del estrato arbóreo de la comunidad MV del AP

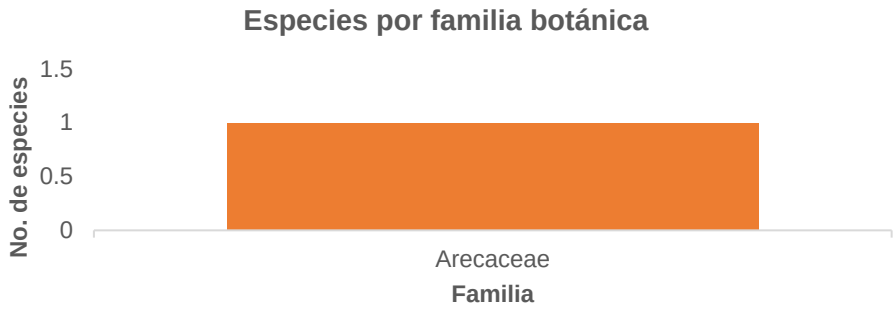


Figura 4.60. Especies dentro del estrato arbóreo de la comunidad MV del AP

4.3.1.13.1 *Descripción dasométrica*

Selva Mediana Subperennifolia

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Para el caso de las arbóreas, *Metopium brownei* y *Casearia laetioides*, presentaron las mayores abundancias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. individuos	EXTRAPOLACIÓN ha	Afectación total
ESTRATO ARBÓREO					
Bauhinia divaricata	Pata de vaca, Ts' runtook, May vaca	Fabaceae	2	2	41
Brosimum alicastrum	Ramón, Oox, Sak oox	Moraceae	13	10	269
Casearia laetioides	Palo volador, Volador, Ta'may, Sabak che'	Salicaceae	17	14	352
Ceiba aesculifolia	Algodoncillo, Pochote, Kuché, Piim	Malvaceae	1	1	21
Chrysophyllum mexicanum	Caimito, Caimito de monte, Chi' keej, Chi'kéej	Sapotaceae	1	1	21
Cordia dodecandra	Ciricote	Boraginaceae	1	1	21
Leucaena leucocephala	Huaje	Fabaceae	10	8	207
Lonchocarpus guatemalensis	Palo gusano, Xu'ul, Xuul, Xu´ul	Fabaceae	2	2	41
Lonchocarpus yucatanensis	Xu´ul de montaña, Balché-chi, Xul, Xuul, Ya'ax xu'ul	Fabaceae	3	2	62
Lysiloma latisiliquum	Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté	Fabaceae	1	1	21
Manilkara zapota	Chicozapote, Chicle, Chak ya', Itzaj-ya	Sapotaceae	9	7	186
Metopium brownei	Chechem, Chechen prieto, Chechem negro, Boox cheechem	Anacardiaceae	18	14	372
Platymiscium yucatanum	Granadillo, Chak subinche, Tasin che'	Fabaceae	2	2	41
Simarouba glauca	Negrito, Aceituno negrito, Pa' sak che', Pa-sak	Simaroubaceae	1	1	21

Tabebuia rosea	Maculis	Bignoniaceae	7	6	145
Thouinia paucidentata	Hueso de tigre, Canchunup, K' aan chunukub	Sapindaceae	8	6	165
Vachellia cornigera	subin	Fabaceae	2	2	41
TOTAL			**98**	**78**	**2027**
ESTRATO ARBUSTIVO					
Thrinax radiata	Palma chit, Ka' anal xa' an, Guano de costa	Arecaceae	1	4	103
TOTAL			**1**	**4**	**103**
ESTRATO HERBÁCEO					
Anthurium schlechtendalii	Cola de faisán, Boxk uuts, Pool Boox, boobtúum	Araceae	5	250	6462
TOTAL			**5**	**250**	**6462**
ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR					
Brassavola nodosa	Dama de noche, Barbas de viejo, Sah-yak'	Orchidaceae	6	24	620
Ipomoea anisomeres	Hoja de murcielago	Convolvulaceae	41	164	4239
Tillandsia bulbosa	Bromelia	Bromeliaceae	49	196	5066
TOTAL			**96**	**384**	**9925**

Al analizar la estructura de la vegetación con base en la distribución de clases diamétricas (CD´s) es importante identificar que, con base en la distribución de los individuos por clase, los árboles ya arbustos presentan o no la misma edad. Las masas coetáneas son aquellas en las que los individuos se acumulan en el gráfico de distribución a manera de campana de Gauss, entendido de tal manera que se encuentran en la misma etapa de desarrollo, lo cual a su vez es un factor importante cuando se trata de aplicar un tratamiento silvícola (Daniel et al., 1982; Villavicencio et al., 2020). En tanto que en una masa boscosa incoetánea sucede lo contrario y los árboles suelen agruparse en la parte izquierda del gráfico en forma de la clásica curva de Liocourt a manera de “j invertida” en la cual la edad de los individuos no es uniforme y se establecen en diferentes periodos de tiempo, razón por la que presentan distintas dimensiones y tamaños (Corvalán y Hernández, 2006; Donoso, 2015).

Tabla 4-45. Clases diamétricas

Clase diamétrica (CD)	Cantidad individuos	Individuos por hectárea (Nha-1)	Área basal (m2)	Área basal por hectárea (m2ha-1)	v.t.a. (m3)	v.t.a. por hectárea (m3ha-1)	Altura promedio (m)
5	1.00	1	0.040	0.032	0.018	0.014	7.00
10	17.00	14	1.154	0.923	0.980	0.784	11.47
15	30.00	24	5.350	4.280	4.010	3.208	12.63
20	25.00	20	7.860	6.288	6.561	5.249	15.84
25	3.00	2	1.330	1.064	1.090	0.872	14.67
30	4.00	3	2.830	2.264	2.271	1.817	14.00
35	4.00	3	4.110	3.288	4.557	3.646	21.75
40	9.00	7	11.350	9.080	12.904	10.323	24.00
45	5.00	4	7.580	6.064	8.656	6.925	24.80
50	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
55	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

60	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

En la presente Tabla se presentan la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del AP.

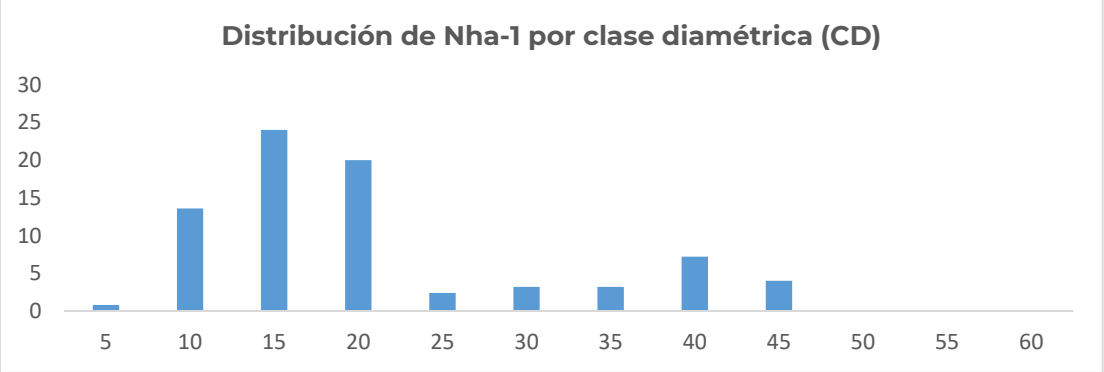


Figura 4.61. Distribución de clases diamétricas por Nha-1 dentro de la comunidad forestal en el AP.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del AP, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases inferiores de 10 a 20.

Por otra parte, se observó que el comportamiento de la distribución del área basal por clases diamétricas se concentró en su mayoría en las CD inferiores, por lo que este valor se encuentra acumulado en individuos denominados como brinzales y latizales, y en menor cantidad en los individuos de las clases superiores, pero con mayores dimensiones. En el caso de la altura (h), se determinó que existió una relación positiva entre la CD y la altura promedio, en la que se incrementa el valor de la clase diamétrica conforme lo hace el valor de la altura.

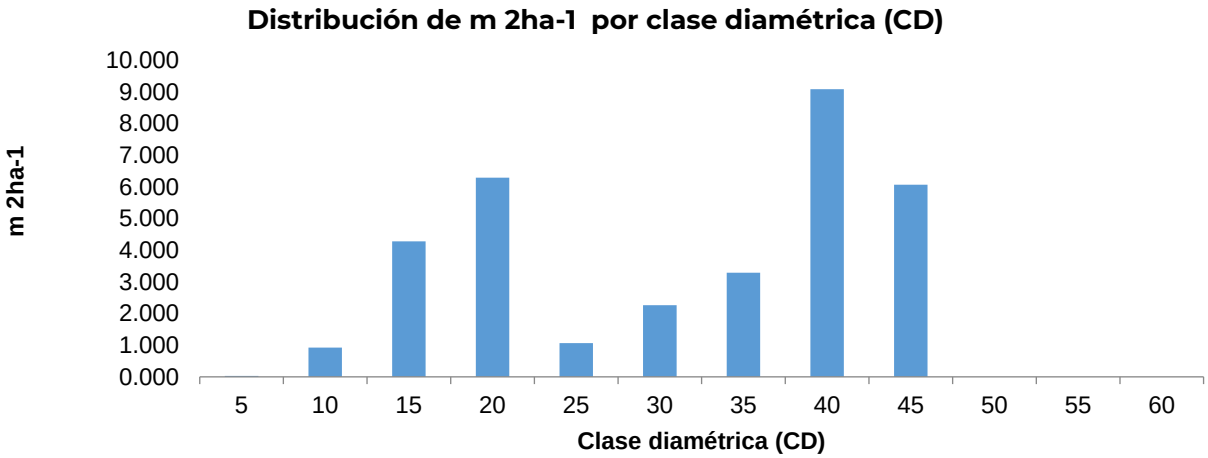


Figura 4.62. Distribución de clases diamétricas por m 2ha-1 dentro de la comunidad forestal.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de alturas en las clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del AP, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases superiores, de 40 y 45.

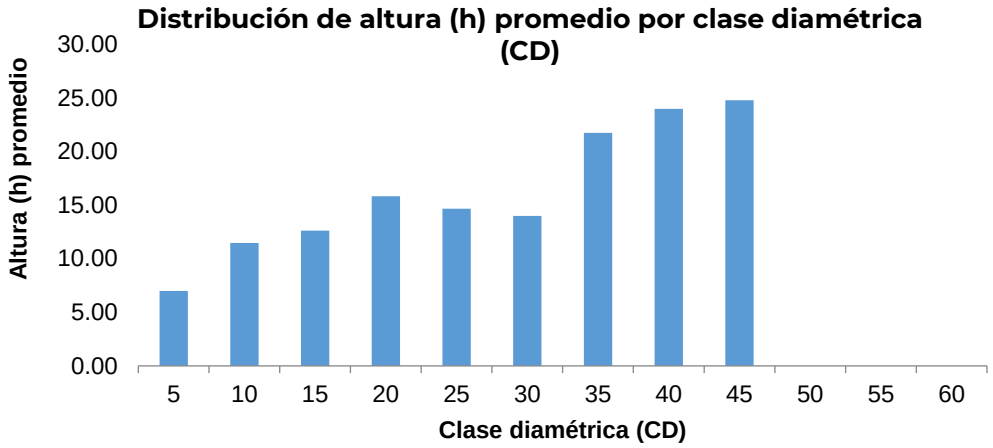


Figura 4.63. Distribución de clases diamétricas por altura (h) media dentro de la comunidad forestal.

Al analizar los volúmenes, se identificó que los árboles ubicados en las CD de 35 a 45 cm incluyen la mayoría del volumen total árbol (m^3), mientras que clases inferiores acumularon el resto.

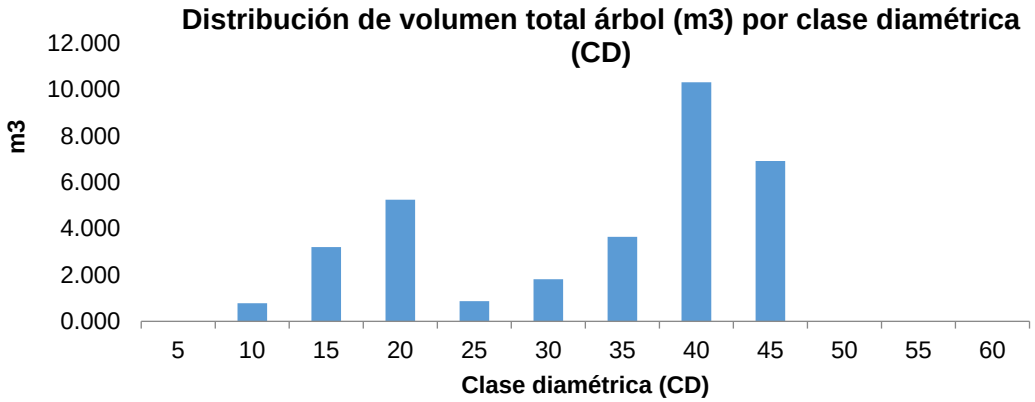


Figura 4.64. Distribución de clases diamétricas por volumen total árbol (m3) dentro de la comunidad forestal.

En la presente figura se presentan la relación entre la distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo del AP, donde se observa que la mayoría de la distribución se concentró en las clases que van de los 40 a los 45 cm.

Manglar (MV)

En la siguiente tabla se observan las abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo para el estrato arbóreo (único identificado dentro de esta comunidad). Para este, la única especie identificada sobre el área de afectación del AP, corresponde a la especie exótica *Cocos nucifera*.

Datos dasométricos	Hectárea tipo

Especies	**Nombre común**	**Individuos totales**	**g total (m2)**	**vta (m3)**	**Nha-1**	**g (m2ha-1)**	**vta (m3) ha-1**
Cocos nucifera	**Palma de coco**	38	2.249	4.434	190	11.244	22.169
Totales		**38**	**2.249**	**4.434**	**190**	**11.244**	**22.169**

4.3.1.13.1 *Descripción de diversidad*

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para este trabajo, fue notable que el estrato arbóreo presentó la mayor diversidad, así como la mayor riqueza dentro de la comunidad forestal. En tanto que el estrato epífito y trepador fue el segundo más rico y diverso (situación similar al SAR). Es interesante observar que este primer estrato en mención presente los valores más altos, situación que es congruente con el estado de conservación de la comunidad analizada, además de que dentro de estas selvas en condición primaria donde el dosel no permite el paso de la luz al suelo, las herbáceas no suelen ser comunes, salvo la regeneración de aquellas especies en las que la sombra les permite establecerse gracias a su capacidad de heliófitas durables o esciófitas parcieles.

Tabla 4-46. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado del AP

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**EPÍFITO Y TREPADOR**
Riqueza S	17	1	1	3
N° de individuos	98.00	1.00	5.00	15.00
Índice de equidad Shannon-Wiener *H'*	2.387	0.000	0.000	0.803
H´MAX	2.833	0.000	0.000	1.099
Índice de dominancia Simpson *ʎ*	0.115	1.000	1.000	0.520
Índice de equitatividad *J´*	0.842	0.000	0.000	0.731

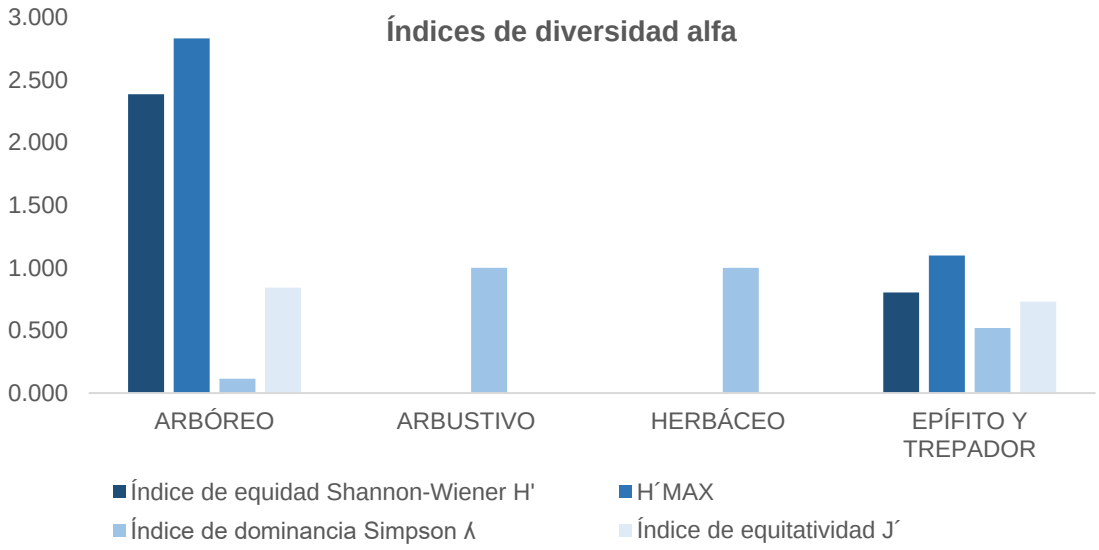


Figura 4.65. Comparación de índices de biodiversidad alfa ente estratos en el AP.

Números de Hill

Por otra parte, con base en la conversión de los índices anteriores a los números de Hill, se exploró la presencia de especies raras, comunes y dominantes. En ese sentido, el estrato arbóreo fue el que presentó una mayor equitatividad entre las especies con pocos individuos ya que obtuvo q1= 10.877 y q2= 8.684, así como un EF de 0.511, mientras que los estratos con una menor relación de especies fueron los estratos arbustivo y Herbáceo con q1= 1.00 y q2= 1.00, lo que indica la presencia de taxones que requieren una especial atención al momento de definir acciones de conservación, mientras que el estrato epífito y trepador fue más equitativo entre este grupo de especies.

Tabla 4-47. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado en el AP.

Estratos	0q	1q	2q	EF
Arbóreo	17.000	10.877	8.684	0.511
Arbustivo	1.000	1.000	1.000	1.000
Herbáceo	1.000	1.000	1.000	1.000
Epífito y trepador	3.000	2.233	1.923	0.641

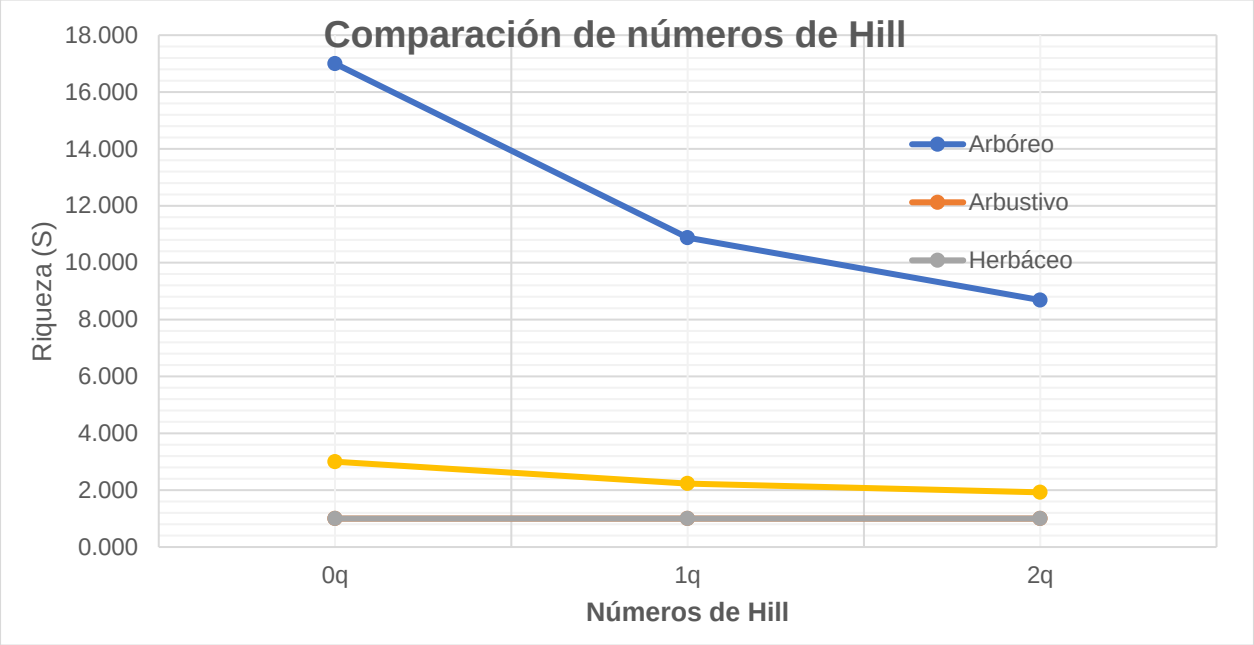


Figura 4.66. Comparación de índices de biodiversidad alfa entre estratos a través de los números de Hill.

Manglar (MV)

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para esta comunidad, debido a que sólo se identificó un solo estrato (arbóreo), una sóla especie (exótica), se obtuvo un resultado de diversidad (Shannon), de 0.00.

Tabla 4-48. Indices de diversidad MV

Estrato arbóreo	
Riqueza (S)	1
H´	0.00
H´max	0.00
ʎ	1.00
J'	0.00

4.3.1.13.1 Descripción de la importancia ecológica del área del proyecto (AP)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar el índice de valor de importancia (IVI) dentro de los cuatro estratos identificados.

Estrato arbóreo

Dentro del estrato arbóreo, se identificó que las especies que presentaron la mayor importancia ecológica dentro de esta selva fueron *Metopium brownei* con el 51.48, *Tabebuia rosea* con el 31.10 y Casearia laetioides con el, 30.56 el resto de las especies obtuvieron valores que van de los 28.25 a los 2.90, lo que implica que existe una competencia continua entre la taxa para ocupar lugares superiores, ecológicamente hablando.

Tabla 4-49. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo en el AP.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Bauhinia divaricata	**Pata de vaca, Ts' runtook, May vaca**	2	2.04	0.032	0.95	7	4.09	7.08
Brosimum alicastrum	**Ramón, Oox, Sak oox**	10	13.27	0.286	8.52	15	8.77	30.56
Casearia laetioides	**Palo volador, Volador, Ta'may, Sabak che'**	14	17.35	0.268	7.98	5	2.92	28.25
Ceiba aesculifolia	**Algodoncillo, Pochote, Kuché, Piim**	1	1.02	0.018	0.53	16	9.36	10.91
Chrysophyllum mexicanum	**Caimito, Caimito de monte, Chi' keej, Chi'kéej**	1	1.02	0.015	0.44	12	7.02	8.47
Cordia dodecandra	**Ciricote**	1	1.02	0.024	0.71	2	1.17	2.90
Leucaena leucocephala	**Huaje**	8	10.20	0.380	11.32	5	2.92	24.44
Lonchocarpus guatemalensis	**Palo gusano, Xu'ul, Xuul, Xu´ul**	2	2.04	0.055	1.65	3	1.75	5.45
Lonchocarpus yucatanensis	**Xu´ul de montaña, Balché-chi, Xul, Xuul, Ya'ax xu'ul**	2	3.06	0.054	1.59	19	11.11	15.77
Lysiloma latisiliquum	**Tsalam, Bo'ox salam, Dzalam, Tzukté**	1	1.02	0.007	0.22	10	5.85	7.09
Manilkara zapota	**Chicozapote, Chicle, Chak ya', Itzaj-ya**	7	9.18	0.115	3.42	11	6.43	19.03
Metopium brownei	**Chechem, Chechen prieto, Chechem negro, Boox cheechem**	14	18.37	0.975	29.02	7	4.09	51.48
Platymiscium yucatanum	**Granadillo, Chak subinche, Tasin che'**	2	2.04	0.157	4.68	16	9.36	16.08
Simarouba glauca	**Negrito, Aceituno negrito, Pa' sak che', Pa-sak**	1	1.02	0.012	0.37	16	9.36	10.74

Tabebuia rosea	**Maculis**	6	7.14	0.672	20.02	17	9.94	37.10
Thouinia paucidentata	**Hueso de tigre, Canchunup, K' aan chunukub**	6	8.16	0.243	7.24	7	4.09	19.50
Vachellia cornigera	**subin**	2	2.04	0.046	1.36	3	1.75	5.15
Totales		**78**	**100.00**	**3.359**	**100.00**	**171.000**	**100.00**	**300.00**

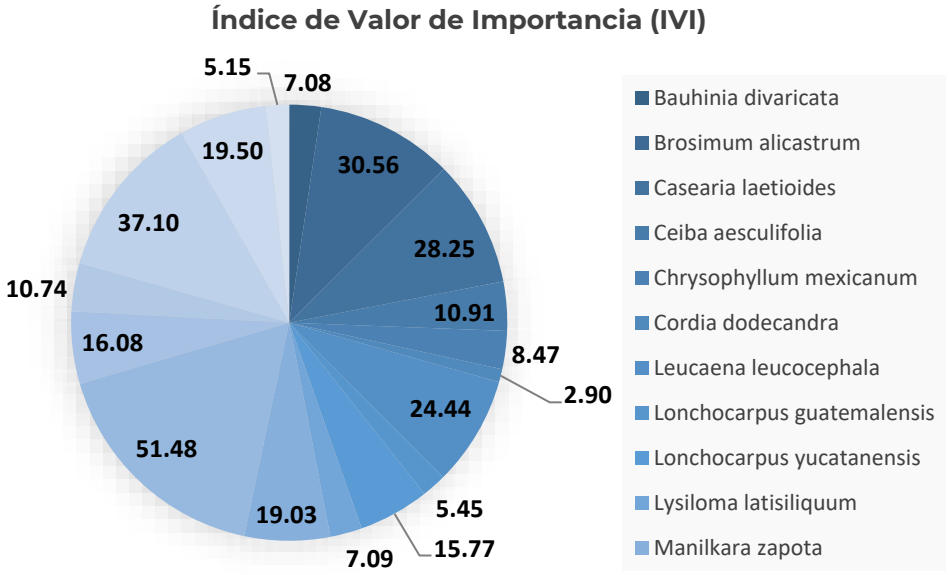


Figura 4.67. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo, del AP.

En la presente figura se los valores de IVI del estrato arbóreo dentro del SAR, donde la especie mejor representada fue Metopium brownei.

Estrato arbustivo

Dentro del estrato arbustivo, en el sentido de que se identificó un buen proceso de regeneración de las especies arbóreas, fue congruente que, en los niveles verticales o estratos identificados, donde sólo se identificó la especie *Thrinax radiata*.

Tabla 4-50. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo en el AP.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Thrinax radiata	***Palma chit, Ka' anal xa' an, Guano de costa***	4	100.00	0.062	100.00	0.0380	100.00	300.00

Totales		**4**	**100.00**	**0.062**	**100.00**	**0.0380**	**100.00**	**300.00**

Estrato herbáceo

Para el caso del estrato herbáceo, el único taxón identificado, derivado del proceso de regeneración de las especies fue *Anthurium schlechtendalii*.

Tabla 4-51. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo en el AP.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Anthurium schlechtendalii	**Cola de faisán, Boxk uuts, Pool Boox, boobtúum**	250	100.00	2.089	100.00	0.192	100.00	300.00
Totales		**250**	**100.00**	**2.089**	**100.00**	**0.192**	**100.00**	**300.00**

Estrato epífito y trepador

Dentro del estrato epífito y trepador se identificó que *Ipomoea anisomeres* como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 150.61, en tanto que el resto de las especies no presentaron valores muy altos debido a su poco "peso ecológico" dentro de la comunidad analizada.

Tabla 4-52. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador, en el AP.

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Brassavola nodosa	**Dama de noche, Barbas de viejo, Sah-yak'**	4	6.67	0.071	13.12	5.000	55.56	75.34
Tillandsia bulbosa	**Bromelia**	16	26.67	0.076	14.05	3.000	33.33	74.05
Ipomoea anisomeres	**Hoja de murcielago**	40	66.67	0.392	72.83	1.000	11.11	150.61
Totales		**60**	**100.00**	**0.539**	**100.00**	**9.000**	**100.00**	**300.00**

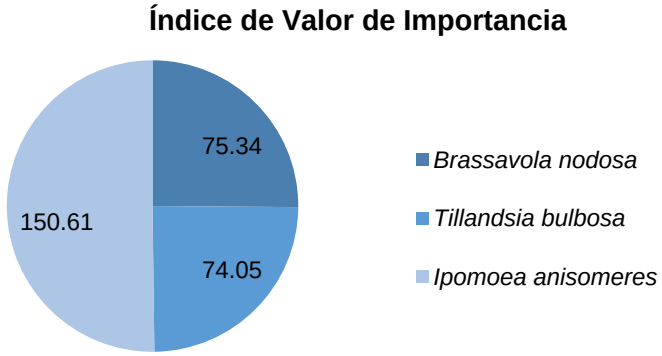


Figura 4.68. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador del AP.

Manglar (MV)

Dentro del estrato arbóreo, único determinado para esta comunidad con una sóla especie se identificó a *Cocos nucifera* como única especie dentro de este estrato en el área del AP, acumulando un valor de IVI de 300.

Tabla 4-53. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo del MV en el AP

Índice de Valor de Importancia (IVI)								
Especie	**Nombre común**	**Abundancia absoluta**	**Abundancia relativa**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Cocos nucifera	**Palma de coco**	190	100.00	11.244	100.00	10	100.00	300.00
Totales		**190**	**100.00**	**11.244**	**100.00**	**9.500**	**100.00**	**300.00**

4.3.1.13.2 Comparación de la vegetación entre el SAR y el AP

Para la comparación de los ecosistemas entre el SAR y el AP, se definió como punto de comparativa principalmente la selva mediana subperennifolia (SMQ) de ambos, ya que este tipo de vegetación fue único que presentó cuatros estratos en ambas áreas.

- **Comparación de la descripción a nivel comunidad**

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)

Al comparar a ambas comunidades forestales arbóreas de la selva mediana subperennifolia (SMQ) se determinó que el Sistema Ambiental Regional regional presentó una riqueza arbórea de 364 especies con individuos con alturas máximas de hasta 18.00 m de altura y DN´s que alcanzaron los 85.50 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 7.59 m y para el DN fue de 12.68 cm. Las especies que conformaron el estrato más representativo fueron Mosannona depressa, Bursera simaruba, el Chicozapote (Manilkara zapota), , Chirimoya (Mosannona depressa). La densidad por hectárea fue de 1,765 Nha-1, el área basal fue de 27 m2ha-1 y el volumen total árbol (V.T.A.) fue de 150 m3ha-1, mientras que en el AP fueron 67 especies con individuos con alturas máximas de hasta 32 m de altura y DN´s que alcanzaron los 59.84 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 14.98 m y para el DN fue de 20.59 cm. Las especies que conformaron el estrato más representativo fueron el Metopium brownei y Casearia laetioides. La densidad por hectárea fue de 785 Nha-1, el área basal fue de 32.83 m2ha-1 y el volumen total árbol (V.T.A.) fue de 312 m3ha-1.

En el caso de la comparación del estrato arbustivo, en el caso del Sistema Ambiental Regional regional (SAR) se albergó una riqueza de 22 especies, con una densidad de 1,038 Nha-1 y una cobertura de copa de 1,041 Nha-1. Los taxones más abundantes y representativos dentro de este estrato fueron la Palma de Guano (Sabal yapa), la Palma Chit (Thrinax radiata) y el Cascarillo (Croton glabellus). En el caso del estrato herbáceo fue común la aparición de la Hierba Mora (Solanum americanum), Bambú Silvestre (Lasiacis divaricata) y el Carricillo (L. ruscifolia) con una densidad de 2,061 Nha-1. El estrato epífito y trepador estuvo relativamente bien consolidado, siendo el Cola de Faisán (Anthurium schlechtendalli), y especies del género Tillandsia (como T. brachycaulos) y la Piñuela (Bromelia pinguin).

Para la situación del AP, el estrato arbóreo albergó una riqueza de 20 especies, con una densidad de 1273 Nha-1 y una cobertura de copa de 785 Nha-1. Los taxones más abundantes y representativos dentro de este estrato fueron Metopium brownei y Casearia laetioides. En el caso del estrato arbustivo se registraron 5 especies, con una densidad de 115 Nha-1. La especie más representativa fue Sabal yapa. Para el estrato herbáceo se registraron sólo dos especies, con una densidad de 938 Nha-1, donde Olyra glaberrima, observa una mayor representación. Para el caso de las Epífitas y trepadoras se registraron 7 especies con una densidad de 815 Nha-1. Donde la especies m ejor representada fue Anthurium schlechtendalii.

Manglar (MV)

Al igual que en el caso anterior, de esta comunidad sólo se registró la presencia de un solo estrato (Arbóreo), donde se identificó la presencia de especies similares en ambos casos

Tabla 4-54. Comparativa vegetación de Manglar

Nombre científico	Nombre común	AP	SAR
Cocos nucifera	Palma de coco	38	44

Laguncularia racemosa	Mangle blanco	0	74
Total, general		**38**	**118**

Comparación de la importancia ecológica

Al contrastar los valores del índice de valor de importancia (IVI) entre el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área del Proyecto (AP) se identificó lo siguiente:

Estrato Arbóreo

Para este estrato, en el SAR se identificó como las especies de mayor importancia ecológica a Manilkara zapota (IVI= 24.33), Bursera simaruba (IVI= 15.35) y Mosannona depressa (IVI= 11.66), mientras que para el caso del AP fueron Metopium brownei (IVI= 37.08), Brosimum alicastrum (IVI= 31.35) y Casearia laetioides (IVI= 29.52). A pesar de que se comparten algunas especies entre ambas áreas de estudio, el SA se encuentra en un mejor estado de conservación.

Tabla 4-55. Comparativa IVI estrato arbóreo

ESTRATO ARBOREO		
NOMBRE CIENTÍFICO	**AP**	**SAR**
Acalypha villosa		0.3699
Adelia barbinervis		0.3039
Allophylus cominia		0.4438
Alseis yucatanensis		4.0512
Amyris elemifera		0.5101
Ardisia escallonioides		0.7907
Astronium graveolens		0.9217
Bauhinia divaricata	7.0822	4.1547
Bauhinia jenningsii		0.1914
Blomia prisca		1.0199
Bonellia flammea		0.5589
Brosimum alicastrum	30.5578	9.0269
Bunchosia swartziana		1.4350
Bursera simaruba		15.3562
Byrsonima bucidifolia		2.0740
Caesalpinia pulcherrima		0.3288
Casearia laetioides	28.2531	
Calliandra belizensis		0.2087
Cascabela gaumeri		4.5147
Cecropia peltata		3.4961
Ceiba aesculifolia	10.9095	2.9354
Cenostigma gaumeri		7.8049
Chloroleucon mangense		1.1705
Chrysophyllum mexicanum	8.4746	0.5329

Coccoloba acapulcensis		1.0160
Coccoloba barbadensis		2.1128
Coccoloba diversifolia		1.6039
Coccoloba reflexiflora		1.0980
Coccoloba spicata		7.4036
Colubrina arborescens		0.4249
Cordia alliodora		1.2495
Cordia dodecandra	2.8952	
Cornutia pyramidata		0.2190
Cosmocalyx spectabilis		0.3730
Coulteria mollis		2.0130
Croton reflexifolius		5.6555
Cupania belizensis		0.3857
Damburneya coriacea		0.1957
Damburneya salicifolia		3.2228
Dendropanax arboreus		0.9506
Diospyros anisandra		0.1914
Diospyros salicifolia		0.3805
Diospyros tetrasperma		10.2426
Diphysa carthagenensis		0.3628
Drypetes lateriflora		3.8246
Erythrostemon yucatanensis		0.6962
Erythroxylum rotundifolium		0.9919
Esenbeckia pentaphylla		1.1754
Eugenia axillaris		2.2539
Eugenia capuli		3.4050
Eugenia foetida		2.2208
Exothea diphylla		0.5855
Ficus cotinifolia		0.4919
Ficus maxima		0.4340
Ficus pertusa		2.9652
Gliricidia sepium		4.8862
Guaiacum sanctum		0.6943
Guettarda combsii		2.1319
Guettarda elliptica		0.8805
Gymnanthes lucida		5.9656
Gymnopodium floribundum		7.9611
Handroanthus chrysanthus		1.0460
Hyperbaena mexicana		0.8573
Hyperbaena winzerlingii		0.9489

Jatropha gaumeri		0.3379
Karwinskia humboldtiana		0.3090
Laetia thamnia		1.5700
Leucaena leucocephala	24.4431	
Lonchocarpus guatemalensis	5.4463	8.1825
Lonchocarpus rugosus		1.9296
Lonchocarpus yucatanensis	15.7652	2.1053
Luehea speciosa		0.5726
Lysiloma latisiliquum	7.0874	10.9964
Machaonia lindeniana		0.2059
Malpighia glabra		0.2751
Malpighia lundellii		0.5979
Manilkara zapota	19.0325	24.3224
Margaritaria nobilis		0.2077
Mariosousa dolichostachya		1.6494
Matayba oppositifolia		0.3317
Melicoccus oliviformis		2.8695
Metopium brownei	51.4782	10.6500
Mimosa bahamensis		0.2289
Mosannona depressa		11.6590
Neea psychotrioides		5.5299
Neomillspaughia emarginata		0.8290
Ottoschulzia pallida		2.9028
Parathesis cubana		0.3262
Pilocarpus racemosus		0.1914
Pimenta dioica		0.2233
Piper amalago		5.0924
Piscidia piscipula		6.4966
Platymiscium yucatanum	16.0809	2.3646
Plumeria obtusa		0.8972
Pouteria campechiana		0.2466
Pouteria reticulata		5.1998
Protium copal		0.3323
Pseudobombax ellipticum		0.5908
Psidium sartorianum		2.9705
Randia longiloba		0.6188
Sapindus saponaria		0.1980
Sapranthus campechianus		0.5046
Semialarium mexicanum		1.7168
Senna racemosa		0.2069

Sideroxylon foetidissimum		0.6672
Sideroxylon salicifolium		8.4234
Simarouba glauca	10.7440	0.3575
Solanum erianthum		0.8094
Solenandra mexicana		0.2176
Spondias mombin		1.2036
Swartzia cubensis		2.0243
Tabebuia rosea	37.0999	
Thouinia paucidentata	19.4953	9.8848
Trichilia glabra		0.6827
Trichilia minutiflora		0.5585
Vachellia cornigera	5.1546	1.0048
Vachellia pennatula		0.3658
Vitex gaumeri		10.3645
Ximenia americana		0.2424
Zanthoxylum fagara		0.4540
Zygia cognata		0.5828
TOTAL	300	300.0000

Estrato Arbustivo

Para este estrato, en el SAR se identificó como a especies de mayor importancia ecológica a *Zamia prasina* (IVI= 118.51), el resto de las especies obtuvieron valores menores que van de los 27.86 a los 3.80, mientras que para el caso del AP sólo se identificó una especie correspondiente a este estrato *Thrinax radiata*, con valor de importancia de 300 .

Tabla 4-56. Comparación del IVI del estrato arbustivo entre ambas áreas de estudio

ESTRATO ARBUSTIVO		
NOMBRE CIENTÍFICO	**AP**	**SAR**
Agave angustifolia		23.36144744
Beaucarnea pliabilis		27.8694346
Bravaisia berlandieriana		16.2450476
Bromelia pinguin		20.86220475
Cameraria latifolia		19.34487541
Casearia emarginata		12.05886983
Chamaedorea seifrizii		22.42892254
Coccothrinax readii		11.92057634
Croton glabellus		14.53074544
Croton icche		9.507167568
Cryosophila stauracantha		19.90397186
Hamelia patens		20.27779493
Hampea trilobata		13.43573473

Helicteres baruensis		10.59242263
Koanophyllon albicaule		3.805161486
Krugiodendron ferreum		5.863112279
Lantana canescens		3.820426129
Myrcia neopallens		4.370096667
Randia aculeata		6.145244912
Sabal yapa		12.49046784
Thevetia ahouai		4.05924666
Thrinax radiata	300	9.860520545
Zamia prasina		118.5178454
TOTAL	300	300

Estrato Herbáceo

Para este estrato, en el SAR se identificó como a especies de mayor importancia ecológica a Solanum americanum (IVI= 159.14), seguido por Lasiacis ruscifolia (IVI= 62.86) y Commelina erecta (IVI= 20.35), mientras que para el caso del AP sólo se identificó la presencia de *Anthurium schlechtendalii* con IVI de 300.

Tabla 4-57. Comparación del IVI del estrato herbáceo entre ambas áreas de estudio

HERBACEAS		
NOMBRE CIENTÍFICO	**AP**	**SAR**
Anthurium schlechtendalii	300	
Solanum americanum		159.1408472
Lasiacis divaricata		62.8658489
Commelina erecta		20.35579225
Lasiacis ruscifolia		16.3147506
Philodendron radiatum		9.560061156
Cyperus ochraceus		6.856659584
Phragmites australis		9.628207876
Pteridium caudatum		8.705232475
Viguiera dentata		6.572599919
TOTAL	300	300

Estrato Epífito y Trepador

Para este estrato, en el SAR se identificó como a especies de mayor importancia ecológica a *Ipomoea anisomeres* (IVI= 40.74), seguido de *Brassavola nodosa* (IVI= 38.21) y *Tillandsia fasciculata* (IVI= 20.39), mientras que para el caso del AP fueron *Ipomoea anisomeres* (IVI= 150.60), *Brassavola nodosa* (IVI= 75.34) y Tillandsia bulbosa (74.05).

Tabla 4-58. Comparación del IVI del estrato herbáceo entre ambas áreas de estudio

EPÍFITAS Y TREP		
NOMBRE CIENTÍFICO	**AP**	**SAR**
Ipomoea anisomeres	150.6057661	40.7413
Tillandsia brachycaulos		12.6227
Vanilla planifolia		13.3538
Trichocentrum ascendens		9.9812
Rhyncholaelia digbyana		10.5528
Campyloneurum phyllitidis		6.4360
Catasetum integerrimum		8.0135
Trichocentrum cosymbephorum		12.1281
Epiphyllum hookeri		5.7757
Amphilophium paniculatum		21.8032
Deamia testudo		5.9630
Brassavola nodosa	75.34175575	38.2155
Epidendrum stamfordianum		8.7487
Ornithocephalus inflexus		3.7866
Acanthocereus tetragonus		11.8400
Tillandsia variabilis		5.6625
Tillandsia bulbosa	74.05247813	3.7474
Myrmecophila christinae		4.3144
Prosthechea boothiana		7.9880
Tillandsia fasciculata		20.3917
Oncidium sphacelatum		12.4938
Cissus verticillata		8.0799
Macroscepis diademata		1.7433
Selenicereus grandiflorus		2.8534
Myrmecophila tibicinis		5.6819
Notylia barkeri		3.6146
Pisonia aculeata		13.4670
TOTAL	300	300

Comparación de la descripción de la riqueza y biodiversidad entre el SAR y el AP

En términos generales, se identificó que a nivel riqueza y biodiversidad el SAR fue mucho mayor que el AP, lo cual se ha demostrado a través del análisis de la estructura e importancia ecológica de este estudio. En ambos escenarios, el estrato arbóreo fue el más biodiverso y rico en taxones, mientras que el estrato herbáceo presentó los patrones más bajos de estos dos indicadores.

Tabla 4-59. Comparación de la diversidad por estrato dentro de ambas áreas de estudio

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

ESTRATO	SAR ARBÓREO	AP ARBÓREO	SAR ARBUSTIVO	AP ARBUSTIVO	SAR HERBÁCEO	AP HERBÁCEO	SAR EPÍFITO Y TREPADOR	AP EPÍFITO Y TREPADOR
Riqueza S	117	17	23	1	9	1	27	3
N° de individuos por hectárea (Nha^{-1})	1765	98	1217	1	1594	5	1324	15
Índice de equidad Shannon-Wiener *H'*	3.968	2.387	2.572	0.000	1.491	0.000	2.628	1
H´MAX	4.762	2.833	3.135	0.000	2.197	0.000	3.296	1
Índice de dominancia Simpson *ʎ*	0.028	0.115	0.103	1.000	0.312	1.000	0.130	0.5
Índice de equitatividad *J´*	0.833	0.842	0.820	0.000	0.679	0.000	0.797	1

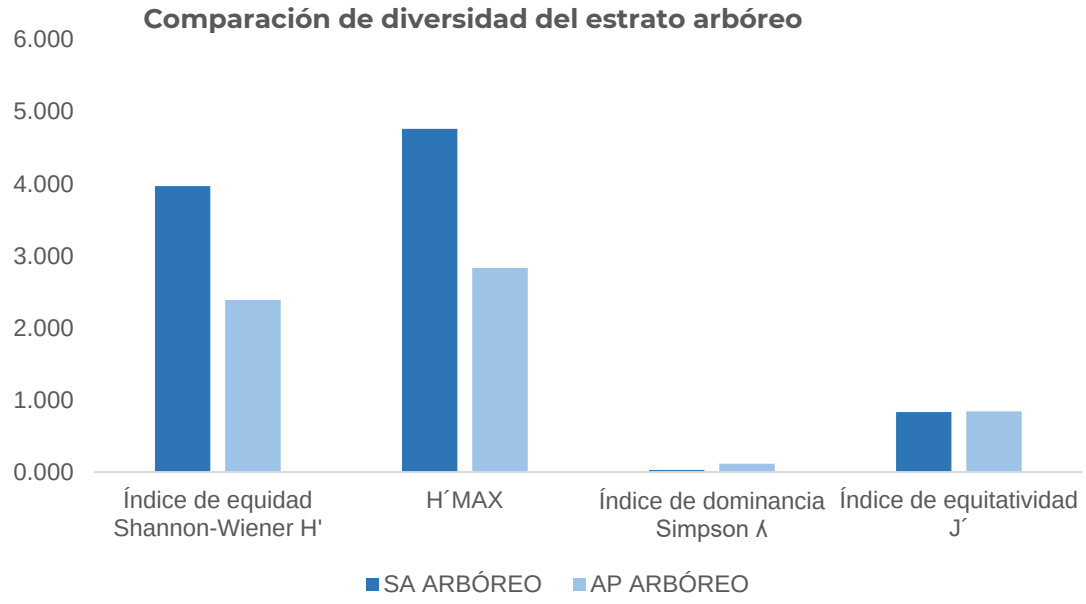


Figura 4.69. Comparación de la diversidad del estrato arbóreo

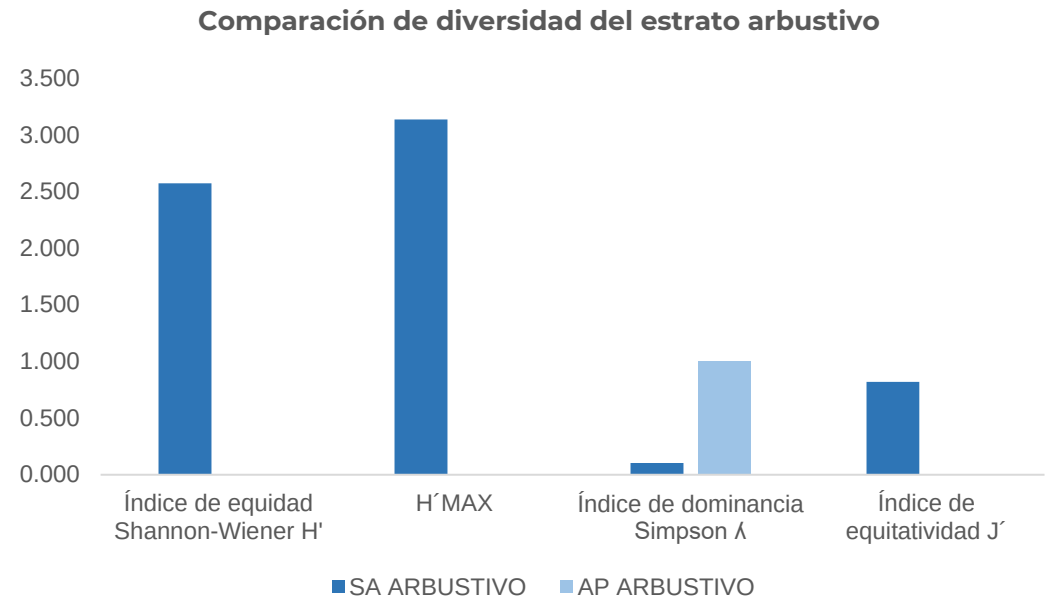


Figura 4.70. Comparación de la diversidad del estrato arbustivo

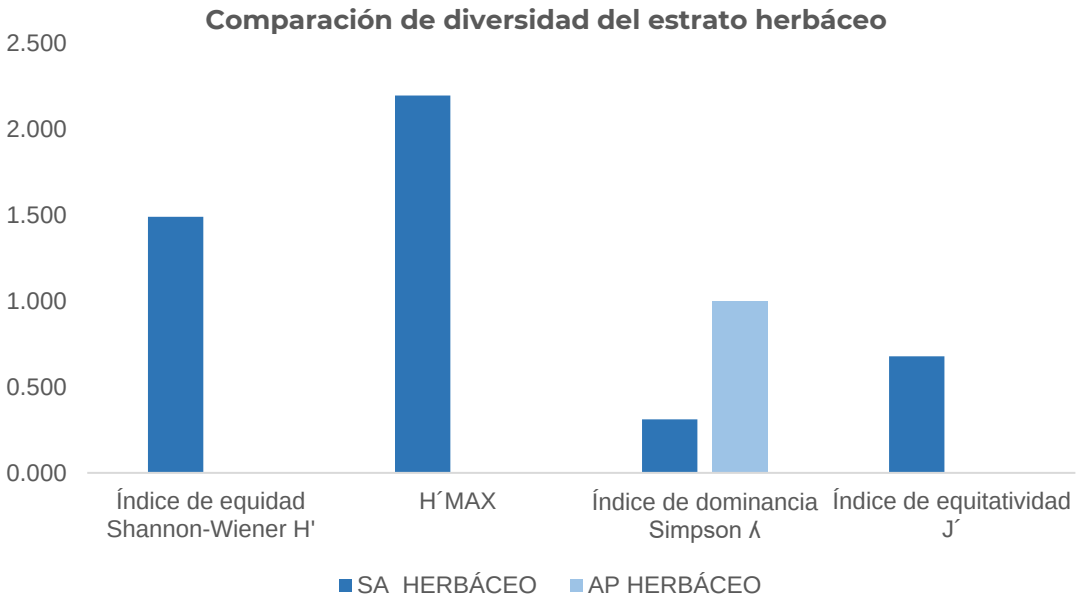


Figura 4.71. Comparación de la diversidad del estrato herbáceo

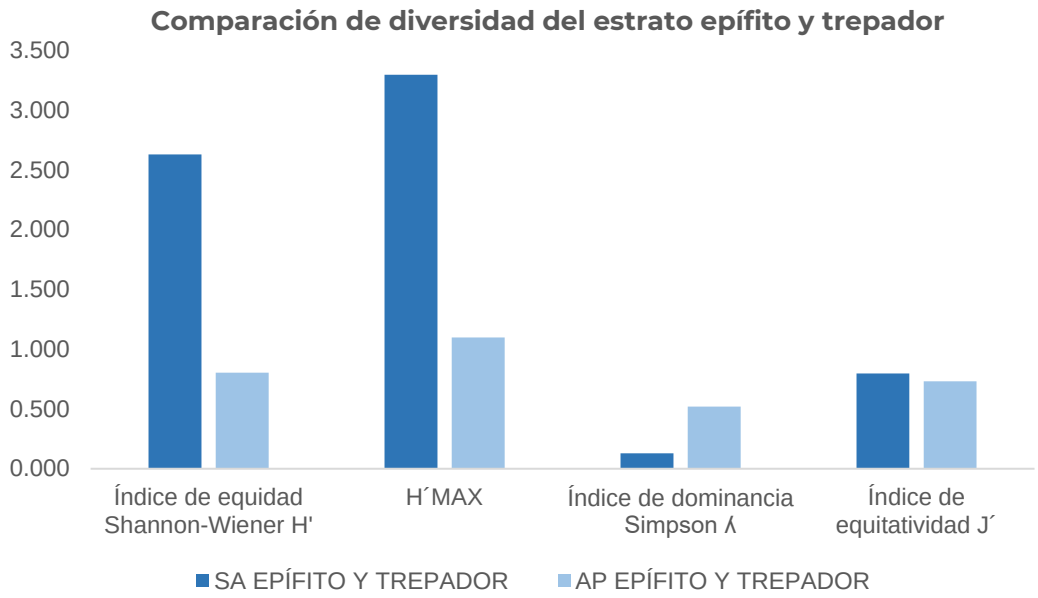


Figura 4.72. Comparación de la diversidad del estrato epífito y trepador

Por otra parte, al utilizar la serie de números de Hill para comparar la biodiversidad a través de la interpretación de los índices empleados, para el total de los estratos fue más biodiverso dentro del SAR que dentro del AP.

Tabla 4-60. Comparación de la serie de números de Hill por estrato dentro de ambas áreas de estudio

Estrato	0q SAR	0q AP	1q SAR	1q AP	2q SAR	2q AP	EF SAR	EF AP
Árboles	117	17	52.86	10.88	35.57	8.68	0.304	0.511
Arbustos	23	1	13.10	1.00	9.67	1.00	0.421	1.000
Hierbas	9	1	4.44	1.00	3.21	1.00	0.356	1.000
Epífito-trepador	27	3	13.85	2.23	7.71	4.87	0.285	1.624

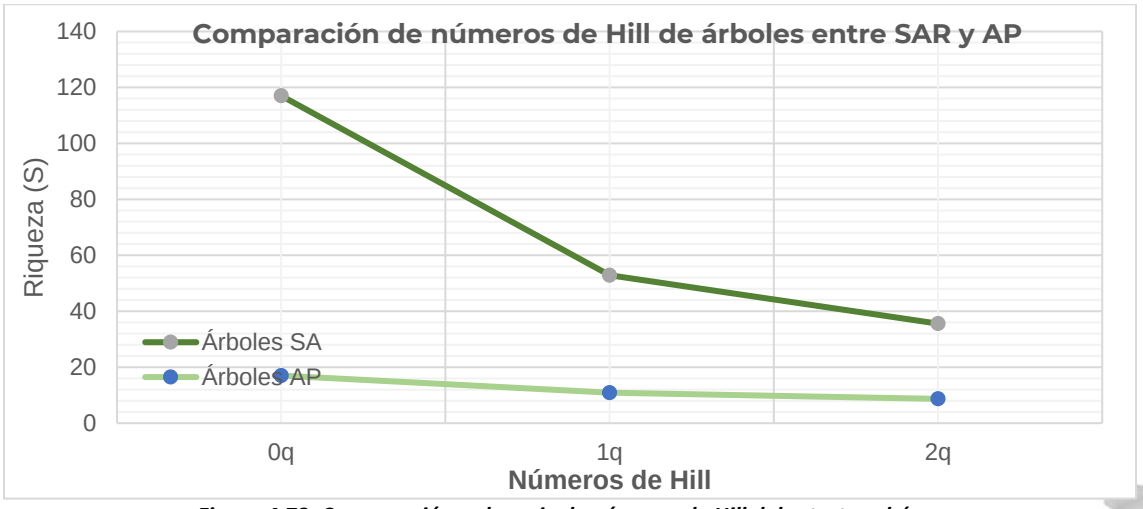


Figura 4.73. Comparación se la serie de números de Hill del estrato arbóreo

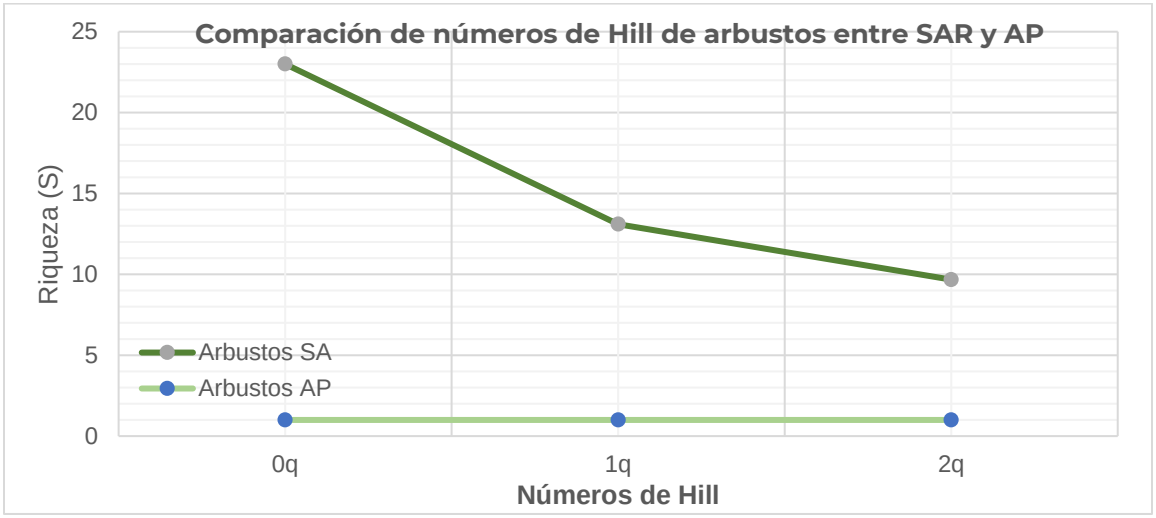


Figura 4.74. Comparación se la serie de números de Hill del estrato arbustivo

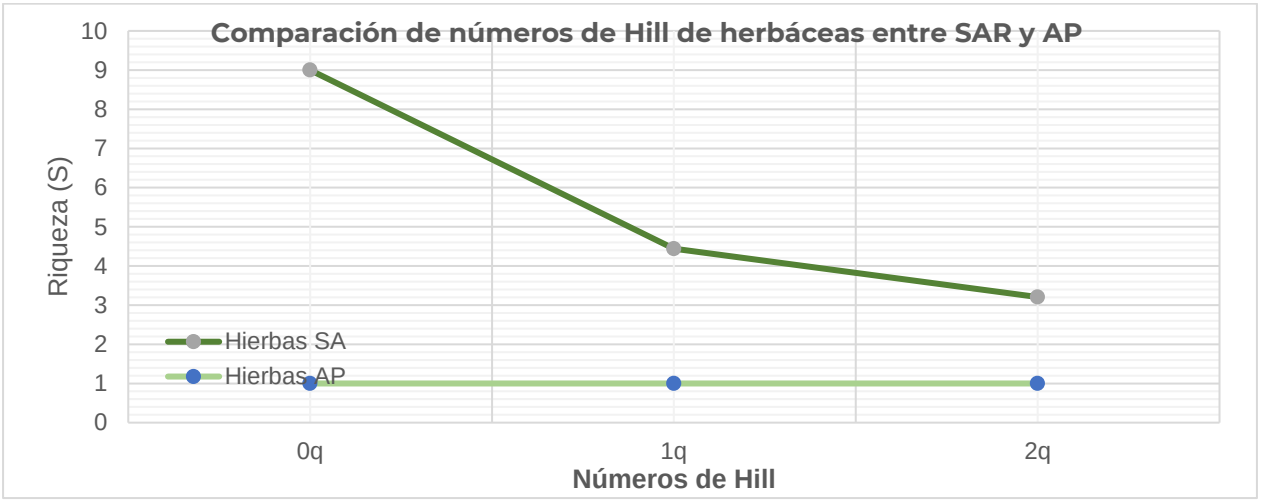


Figura 4.75. Comparación se la serie de números de Hill del estrato herbáceo

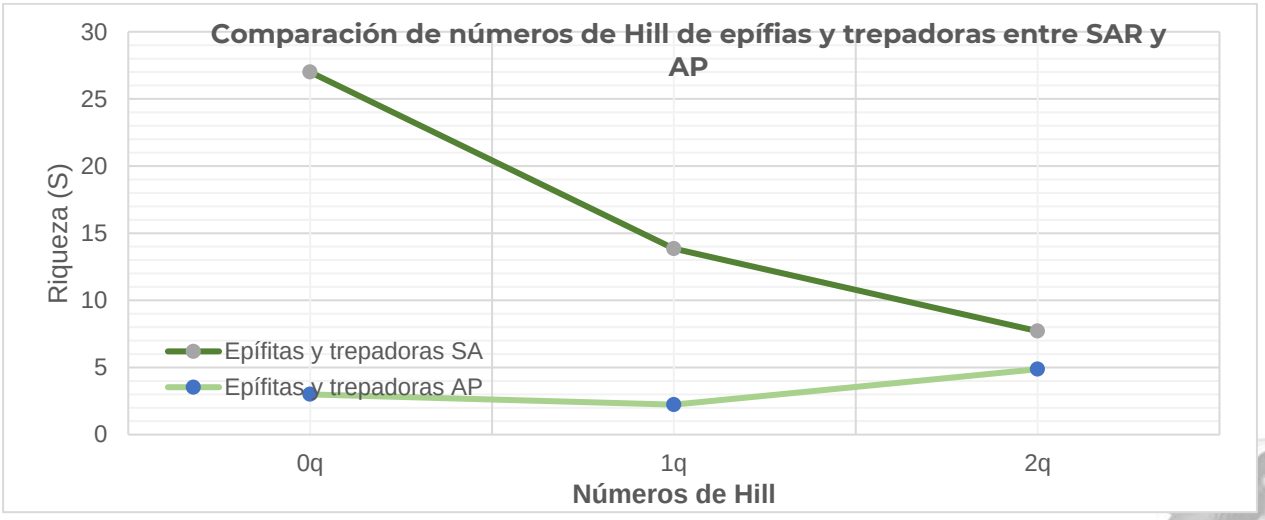


Figura 4.76. Comparación se la serie de números de Hill del estrato epífito trepador

Comparación de la descripción florística por estrato

Al comparar la riqueza de ambas zonas de estudio, se evidenció que la riqueza fue superior en el SAR, por lo que su porcentaje de relación florística fue del 12.72% lo que indica más riqueza dentro del SAR a razón de su estado conservación. En ese sentido, al analizar a nivel familia, encontramos que tanto en el SAR como en el AP la familia Fabaceae fue la más rica y mejor representadas

Tabla 4-61. Comparación de riqueza registrada

SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (SMQ)			
ESTRTATO	***SAR***	***AP***	**PORCENTAJE DE RELACIÓN (%)**
GENERAL	173	22	12.72%
Arbóreo	117	17	14.53%
Arbustivo	23	1	4.35%
Herbáceo	6	1	16.67%
Epífito y trepador	27	3	11.11%

Tabla 4-62. Comparación de riqueza registrada a nivel general y por estrato

COMPARACIÓN A NIVEL GENERAL			
SAR		***AP***	
FAMILIA	**ESPECIES**	**FAMILIA**	**ESPECIES**
Fabacae	23	**Fabaceae**	7
Orchidaceae	13		
Rubiaceae	9		
		Sapotaceae	2

En el caso de las especies arbóreas, estas fueron las quemostraron una mayor representación en ambas áreas.

Tabla 4-63. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato arbóreo

COMPARACIÓN A NIVEL ARBÓREO			
SAR		***AP***	
FAMILIA	**ESPECIES**	**FAMILIA**	**ESPECIES**
Fabaceae	23	**Fabaceae**	7
Sapindaceae	8	**Sapotaceae**	2
Polygonaceae y Rubiaceae	7 cada uana		

Tabla 4-64. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato arbustivo.

COMPARACIÓN A NIVEL ARBUSTIVO			
SAR		*AP*	
FAMILIA	**ESPECIES**	**FAMILIA**	**ESPECIES**
Arecaceae	5	Arecaceae	1
Apocynaceae, Asparagaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae y Rubiaceae	2		
Resto de las familias	1 cada una		

Para el estrato herbáceo, sólo se identificó la presencia de la familia Arecaceae en el AP.

Tabla 4-65. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato herbáceo

COMPARACIÓN A NIVEL HERBÁCEO			
SAR		*AP*	
FAMILIA	**ESPECIES**	**FAMILIA**	**ESPECIES**
Poaceae	2	Arecaceae	1
Resto de las familias	1 cada una		

Tabla 4-66. Comparación de riqueza registrada a nivel estrato epífito y trepador.

COMPARACIÓN A NIVEL EPÍFITO Y TREPADOR			
SAR		*AP*	
FAMILIA	**ESPECIES**	**FAMILIA**	**ESPECIES**
Orchidaceae	13	**Bromelaceae, Convolvulaceae y Orchidaceae**	**1 cada una**
Bromeliaceae y Cactaceae	4		
Resto de las familias	1 cada una		

Para las especies registradas de manera exclusiva dentro del AP, cabe mencionar que son bastante comunes dentro de los ecosistemas de clima tropical ya que suelen aparecer como elementos heliófitos tempranos y durables, y que permanecen dentro de los mismos.

Tabla 4-67. Distribución de especies bajo Protección Nacional

Instrumentos nacionales				
LISTADO DE ESPECIES			ZONA	
NOMBRE CIENTÍFICO	**NOMBRE COMÚN**	**CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010**	***SAR***	***AP***

Astronium graveolens	Amargoso, Jobillo, Culinzís, K'ulim che'	Amenazada (A)	x	
Beaucarnea pliabilis	Despeinada, Pata de elefante, Ts-ii-pil, Tsiipil	Amenazada (A)	x	
Campyloneurum phyllitidis	Helecho, Lengua de cierva, Lengua de ciervo	Amenazada (A)	x	
Coccothrinax readii	Palma, Palma nakás, Nak'as, Nakax, Náaj k'aax	Amenazada (A)	x	
Cryosophila stauracantha	Palo de escoba, Huano k'uum, Guano de Escoba	Amenazada (A)	x	
Guaiacum sanctum	Guayacán, Palo santo, Chuum chiin took', Soon chulul	Amenazada (A)	x	x
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo, Guayacán amarillo, Macuilis, Makulis	Amenazada (A)	x	
Laguncularia racemosa	Mangle blanco	Amenazada (A)	x	
Thrinax radiata	Palma chit, Ka' anal xa' an, Guano de costa	Amenazada (A)		
Vanilla planifolia	Vainilla, Vainilla colibrí, Siisbik, Sisbik, Sisbik-k'aax	Protección especial (Pr)	x	
Zamia prasina	Cícada, Palmita, Chak wa	Protección especial (Pr)	x	

Con base en los resultados obtenidos, sólo se observa un especie en categoría de riesgo amenazada dentro del Ap en comparación de las once registradas en es SAR, esta especie determinada en el AP también se incluye en las registradas dentro de SAR, se deberán realizar trabajos intensivos para el rescate y protección de esta especie

Tabla 4-68. Distribución de especies bajo protección internacional

DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN INTERNACIONAL						
ZONA	**DISTRIBUCIÓN**		**ENDEMISMOS**		**UICN**	**Cites**
	Nativas	**Introducidas**	**Endémicas**	**No endémicas**		
SA	172	1	9	164	131 (1 en CR, 1 en DD, 2 en EN, 119 en LC, 4 en NT y 4 en VU)	20 en II
AP	22	0	2	20	17 (16 EN LC, Y 1 EN NT)	1 en II

PROCER: Programa de Conservación de Especies en Riesgo, CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Riesgo de Fauna y Flora Silvestre, IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Distribución: N= Nativa, E= Exotica para Mexico.

Endemismo: NE= No Endémica, E= Endémica.

NOM 059 SEMARNAT 2010: A= Amenazada, E= Probablemente extinta en el medio silvestre, P= En peligro de extinción, PR= Protección Especial.

IUCN: LC= Preocupación menor, CR= Peligro Crítico, EN= En Peligro, VU= vulnerables, NT= Casi Amenazado.

CITES: Apéndice I= Especies que están en peligro de extinción y se prohíbe el comercio internacional. Apéndice II= Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. Apéndice III= Especies que sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.



4.3.1.14 *Fauna*

La fauna es un recurso natural que ha estado presente desde los inicios y aunque anteriormente se consideraba como un recurso inagotable, en la actualidad se conoce que no es así. Su importancia radica en que forma parte esencial de los ecosistemas, así como su papel como patrimonio de la humanidad. Por ello, es indispensable que para asegurar su permanencia se diseñen y ejecuten programas para su preservación, conservación y cuidado al momento de seguir expandiendo las vías de comunicación; Gonzáles *et al.* (2017), dice: "que el grado de cultura y desarrollo de una nación, se puede medir en términos de la protección que el hombre ofrece a la flora y fauna".

Debido a su situación geográfica, México representa un ecotono entre dos grandes regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, y cuenta esa condición con riqueza de flora y fauna muy basta, contándose entre los países de mayor biodiversidad. Como es posible apreciar, en el territorio nacional la fauna tiene un potencial económico, estético, comercial y cinegético enorme. Y debido a la crisis ambiental, se ha creado un nuevo concepto, el "valor de existencia", que establece la disposición a pagar para asegurar la existencia de un recurso, por ejemplo, una especie amenazada (SEMARNAT, 2009); esto se puede extrapolar a los programas de manejo que intervienen en la conservación de la fauna, validando su existencia en los terrenos a modificar, tomándose las medidas necesarias para aminorar lo más posible el impacto negativo que estas poblaciones/comunidades pudiesen tener.

- **Metodología de trabajo**

  - **Trabajo de gabinete**

Con la finalidad de realizar la caracterización de la fauna dentro de este estudio, se revisaron obras literarias que enlistan las especies presentes y analizadas dentro de la obra "La biodiversidad en Quintana Roo: Estudio de Estado" (Pozos *et al.,* 2011), así como literatura generada para este estado. Para el establecimiento de las unidades de muestreo, se trabajó con el programa *QGis®* 3.4, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando imágenes satelitales e información vectorial. determinó establecer los sitios de muestreo de manera dirigida a lo largo del SA, ya que los ecosistemas presentes se distribuyen de manera homogénea dentro de este y no presentan una gran variabilidad florística y dasométrica. Una vez determinados los sitios de **muestreos, se recopiló todo el material y equipo necesario para la ejecución del trabajo de campo. Los muestreos se realizaron en el periodo comprendido entre el 21 de febrero del 2024 al 12 de marzo del 2024**.

- **Trabajo de campo**

Caracterización de la fauna

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

Muestreos fijos para la caracterización de la fauna

El trabajo de campo se realizó dentro del SAR y AP. Los días de trabajo se efectuaron del 13 de mayo del 2024 al 7 de junio del 2024. Se llevaron a cabo 30 transectos en el SAR, con una longitud de 200 metros y un ancho de 20 metros (10 metros por lado del transecto lineal).

El criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados consistió en ubicar los puntos escogidos de manera aleatoria cubriendo en su mayor parte el área de estudio. El método de muestreo fue búsqueda intensiva para aves, reptiles, así como búsqueda de huellas y excretas para los mamíferos de la zona, estos métodos son muy efectivos y ampliamente utilizados en muestreos de fauna.

- **Búsqueda de huellas y excretas**

La identificación y determinación de las huellas y excretas, así como otros rastros de los mamíferos constituyen un aspecto de suma importancia para conocer la biología de las especies, ya que pueden constituir un elemento importante en investigación científica o en la metodología. Las huellas son impresiones de las extremidades de los mamíferos ligadas a la adaptación de cada especie al tipo de vegetación donde se encuentran (Aranda, 2000; Elbroch, 2019).

Este método es muy efectivo y fácil de realizar, consiste en el conteo de excretas y huellas mediante transectos generalmente establecidos sobre caminos y brechas por ser paso de muchas especies presentes en el área (Gallina y López-González, 2005).

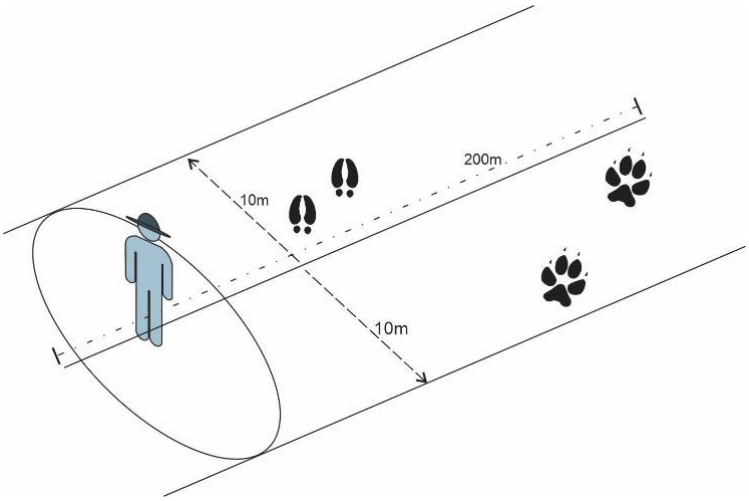


Figura 4.77. Esquema de busqueda de huellas y excretas

- **Búsqueda intensiva para herpetofauna**

El avistamiento de los reptiles varía de acuerdo con la temperatura ambiental, ya que estas especies dependen totalmente de su temperatura corporal para la realización de sus actividades. Por su parte, los anfibios dependen de la humedad por lo que bajo las condiciones adecuadas es fácil observar a estos individuos. Los horarios adecuados para la observación de estas especies son en las primeras horas de la noche, durante la temporada de lluvias de verano o incluso en el día si las condiciones son adecuadas (Santiago et al., 2012).

Para la obtención de datos de los anfibios y reptiles se utilizó el método de búsqueda intensiva. Este método consiste en transectos de longitud previamente establecida que permiten evaluar diferencias faunísticas de diversas áreas, como zonas de diferentes tipos de vegetación y gradientes topográficos (Gallina y López-González, 2011; Aguirre-León y Cazares, 2009).

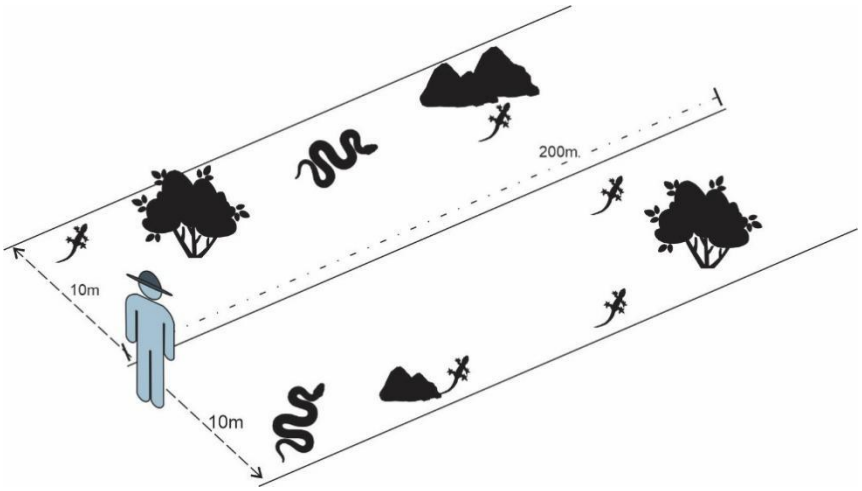


Figura 4.78. Esquema de busqueda de herpetofauna

- **Transectos Búsqueda intensiva**

Este método consiste en realizar transectos de tiempo variable, en áreas distintas que el observador recorre por completo en busca cualquier vertebrado de la zona. En total se efectuaron siete transectos de búsqueda intensiva. Este método es muy efectivo ya que de esta forma los cantos o llamados que no resulten familiares para el caso de aves, son menos problemáticas porque algunos individuos, pueden ser buscados e identificados visualmente. Además, este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente silenciosas (Ralph, 1996). Los transectos se realizaron por las mañanas a partir de las 8:00 am, hasta las 6:00 pm. En el caso de las aves se utilizaron binoculares.

Para los mamíferos, se buscaron huellas y excretas frescas en el lodo o en la arena suelta de los caminos, así como otros rastros (madrigueras). En lo que respecta a los reptiles, se buscaron bajo de troncos, se movieron piedras, muros o incluso en oquedades, etc.

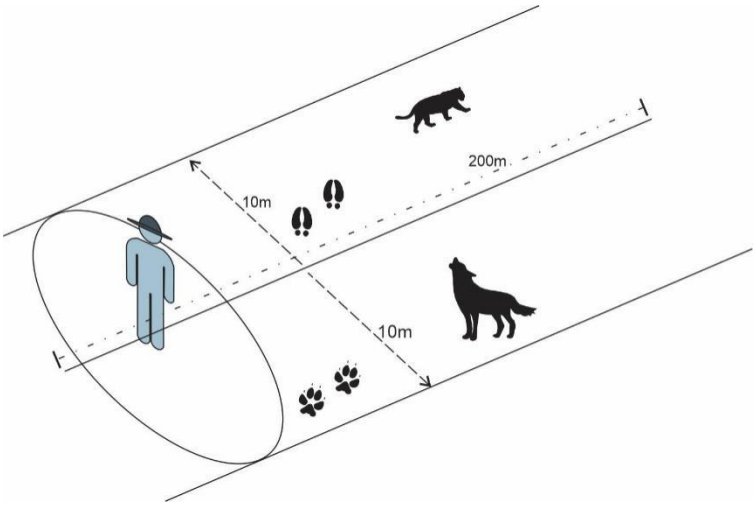


Figura 4.79. Esquema de busqueda intensiva

- **Cámaras de fototrampeo.**

Un método muy frecuentemente utilizado es la colocación de cámaras de fototrampeo para la obtención de fotografías de los mamíferos de la zona. Se utilizaron cámaras marca MOULTRIE M-880i Gen Digital Game Camera de 8.0 MP. Estas se colocan en postes o arboles con cebo (sardina y atún) para la obtención de fotografías de las especies del lugar.

- **Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo**

Derivado del análisis de la información vectorial de la *Carta de Uso de Suelo y Vegetación* Serie VII de INEGI (2018) y ecosistemas que alberguen fauna, se definió que los tipos de vegetación dominantes **dentro del SAR** y de influencia directa fue la **selva mediana subperennifolia (SMQ),** por lo que se establecieron **30 sitios de muestreo** dentro de este tipo de vegetación. Para el caso del **AP, se establecieron 18 sitios de muestreo intensivo dentro de la vegetación arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ).**

El registro de las especies faunísticas fue por medio de la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos), auditiva (para el caso de aves y anfibios), así como por medio de registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), los cuales se contemplaron únicamente para complementar la información de la riqueza total y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

Durante los muestreos fueron tomados datos, además del registro de especies, como hora de inicio, hora final, coordenada de inicio, coordenada final, tipo y características de la vegetación, número de individuos observados o escuchados, entre otros y cuando fue posible se realizó el registro fotográfico de los ejemplares que se observaron.

Para todos los grupos de fauna se recorrieron transectos lineales con una longitud de 100 m y un ancho variable dependiendo del grupo de fauna a muestrear. A lo largo de estos transectos, en puntos estratégicos se instalaron trampas Tomahawk, esto con la finalidad de tener un mayor registro de la fauna presente en la SAR.

A continuación, se muestran las coordenadas de ubicación en el sistema de coordenadas UTM WGS 84 Zona 16N, de los transectos realizados para el registro de los cuatro grupos de fauna (anfibios y reptiles, aves y mamíferos), en el AP.

- **Puntos de avistamiento de aves SAR**

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de observación de aves dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) (15 puntos).

Tabla 4-69. Coordenadas de puntos de avistamiento de aves

id	X	Y
1	399955.738	2169066.45
2	403183.161	2173569.92
3	406063.469	2172741.34
4	406341.117	2176420.36
5	410753.196	2176365.64
6	416466.931	2183086.96
7	418326.866	2182843.06
8	425943.926	2188166.41
9	429962.235	2189935.28
10	430214.243	2188394.96
11	432586.104	2189967.85
12	432279.141	2188429.71
13	435204.789	2188589.81
14	436598.727	2187456.94
15	438398.083	2186878.65

- **Puntos de avistamiento de aves AP**

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de observación de aves dentro del área de proyecto (AP) (15 puntos).

Tabla 4-70. Coordenadas de puntos de avistamiento de aves

id	X	Y
1	438648.231	2186361
2	438529.154	2186505.32
3	394452.529	2167401.25
4	411102.5	2177833.99
5	410387.753	2177244.82
6	410588.197	2177407.35
7	434472.767	2188119.47
8	426917.905	2189612.82

9	425813.178	2188797.81
10	423201.874	2186812.63
11	430320.09	2189209
12	428417.339	2189435.99
13	430862.27	2189139.03
14	433598.564	2188698.9
15	421695.719	2186123.46

- **Trampas Tomahawk SAR**

A continuación, se presentan las coordenadas de la colocación de las trampas Tomahawk dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) (10 trampas)

Tabla 4-71. Coordenadas de colocación de trampas Tomahawk

id	X	Y
1	394815.709	2167410.17
2	401741.357	2171710.58
3	417021.046	2181956.15
4	423632.098	2188245.7
5	430791.442	2190247.35
6	431011.587	2188792.71
7	433412.565	2189563.88
8	433577.564	2187681.82
9	436246.295	2188142.4
10	437773.534	2188190.42

- **Trampas Tomahawk AP**

A continuación, se presentan las coordenadas de la colocación de las trampas Tomahawk dentro del Sistema Ambiental Regional (AP) (5 trampas)

Tabla 4-72. Coordenadas de colocación de trampas Tomahawk

id	X	Y
0	438578.086	2186435.57
1	438554.727	2186466.05
2	392389.247	2166053.17
3	403495.404	2172128.31
4	404956.418	2173170.24
5	400365.118	2170263.71

- **Muestreo Intensivo SAR**

A continuación, se presentan las coordenadas de puntos de muestreo intensivo del SAR

Tabla 4-73. Coordenadasd e puntos de muestreo intensivo SAR

id	x	Y
1	395613.708	2167614.22
2	396811.272	2169892.34
3	401869.523	2169564.22
4	402515.304	2173477.25
5	409458.352	2174649.25
6	404282.347	2173810.08
7	405872.088	2173191.75
8	406295.471	2174901.42
9	407498.072	2174354.85
10	413108.195	2180402.68
11	414697.506	2179763.95
12	417081.571	2183399.55
13	418705.994	2183413.43
14	419847.023	2185963.8
15	423354.514	2186226.29
16	424288.689	2188381.86
17	425553.884	2187478.49
18	425303.64	2188707.62
19	426476.596	2188895.13
20	428877.875	2189689.74
21	427992.429	2188784.68
22	429974.985	2189760.19
23	429002.843	2188673.7
24	431003.565	2189494.26
25	430697.711	2188276.81
26	432851.932	2189177.16
27	432632.396	2188002.09
28	434421.222	2188984.21
29	434835.535	2187603.65
30	437363.873	2187904.56

- **Muestreo Intensivo AP**

A continuación, se presentan las coordenadas de puntos de muestreo intensivo del AP

Tabla 4-74. Coordenadas de muestreo intensivo AP

id	X	Y

1	438556.182	2186464.72
2	392477.208	2166117.06
3	403283.291	2171998.89
4	407326.878	2174857.2
5	400804.233	2170531.33
6	393116.58	2166528.16
7	393995.092	2167103.88
8	411055.279	2177795.53
9	407697.592	2175060.89
10	408772.581	2175907.51
11	435607.922	2187834.07
12	421292.276	2186147.82
13	423772.347	2187252.32
14	429747.055	2189278.84
15	421695.537	2186124.58
16	427575.109	2189545.02
17	438125.166	2186927.82
18	411103.519	2177857.41
19	411188.925	2177890.3
20	438502.001	2186516.95

- **Curva de acumulación de especies**

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Para comprobar que la cantidad de sitios de muestreos permanentes establecidos dentro de campo tuvieron una representatividad suficiente para la caracterización estructural faunística, se elaboró una curva de acumulación de especies empleando el programa EstimateS® en donde se contrastó la curva generada por la riqueza registrada durante los muestreos con los estimadores de diversidad de los índices de ACE y $CHAO_1$ en donde, se considera que la cantidad de muestreos serán suficientes cuando se alcance arriba del 80% de la diversidad estimada respecto a la diversidad esperada (Moreno, 2001), además que las tres curvas alcancen la asíntota. Para el caso de este muestreo del SAR, se determinó una riqueza de 89 especies, por lo que, de acuerdo con los estimadores de ACE y $CHAO_1$ se alcanzó una 87.2% de la riqueza esperada, por lo que se consideró que los resultados de este muestreo a nivel faunistico fueron confiables (Moreno, 2001), además de que ambos estimadores mostraron que se alcanzó la asíntota tanto de la riqueza observada en campo como en la calculada con los estimadores antes mencionados (Moreno, 2001; Escalante, 2003).

Tabla 4-75. Resultados CAE AP

Muestras	Individuos	S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	14.73	11.45	49.37	36.24	11.45
2	29.47	21.38	61.89	49.62	54.49

3	44.2	29.75	71.48	62.33	68
4	58.93	36.71	72.41	67.13	72.71
5	73.67	43.09	77.01	71.64	77.07
6	88.4	48.01	80.39	77.03	81.66
7	103.13	51.93	81.87	78.22	81.06
8	117.87	56.17	83.6	80.53	83.07
9	132.6	59.83	84.93	82.32	84.14
10	147.33	62.85	86.39	84.45	86.04
11	162.07	65.63	88.03	86.94	88.14
12	176.8	68.13	88.86	88.96	89.37
13	191.53	70.11	89.74	90.79	90.99
14	206.27	72.03	90.76	92.79	92.33
15	221	73.87	91.69	94.33	93.29
16	235.73	75.33	92.07	95.02	93.87
17	250.47	76.86	93.17	97.36	95.52
18	265.2	78.07	93.33	97.72	95.62
19	279.93	79.2	93.87	98.92	96.73
20	294.67	80.47	94.68	99.66	97.82
21	309.4	81.58	95.34	100.01	98.65
22	324.13	82.55	95.73	100.16	98.84
23	338.87	83.36	96.19	100.72	99.33
24	353.6	84.04	96.46	101.31	99.88
25	368.33	84.99	97.18	101.59	100.49
26	383.07	86.15	98.14	102.23	101.79
27	397.8	87.11	98.96	102.52	102.21
28	412.53	87.72	99.4	102.62	102.34
29	427.27	88.46	99.86	102.6	102.47
30	442	89	100.14	102.54	102.53



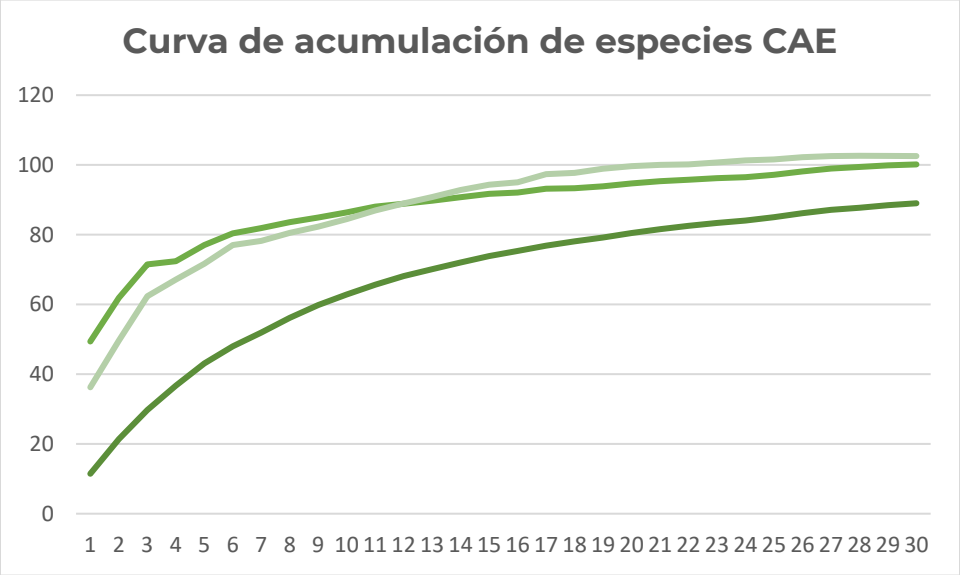


Figura 4.80. Curva de acumulación de especies CAE

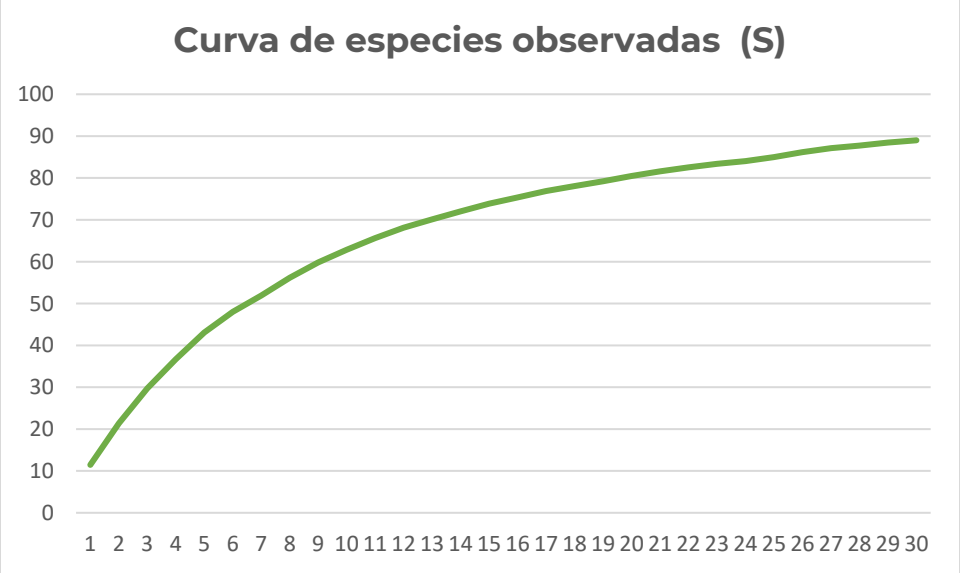


Figura 4.81. Cuerva de especies observadas

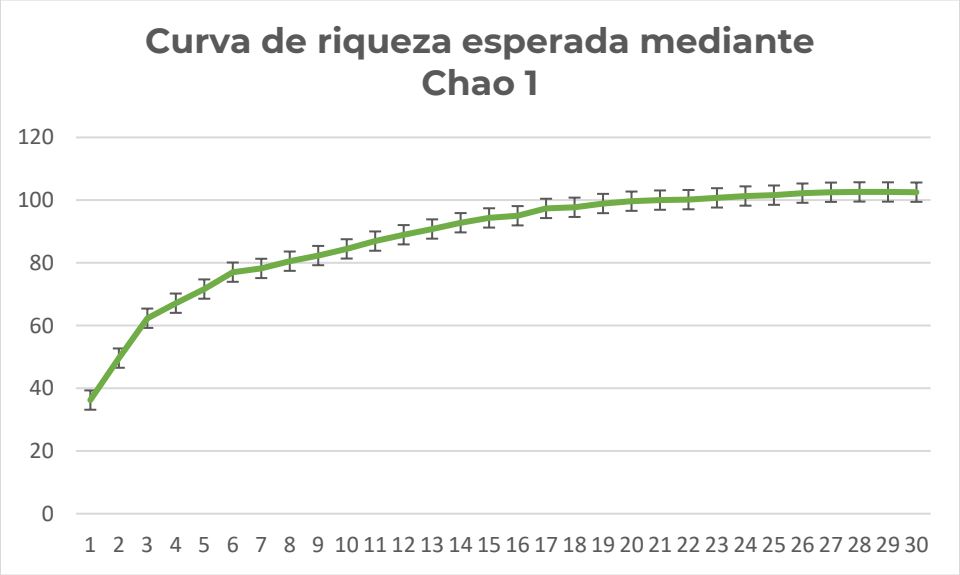


Figura 4.82. Curva de Chao 1

Área del proyecto (AP)

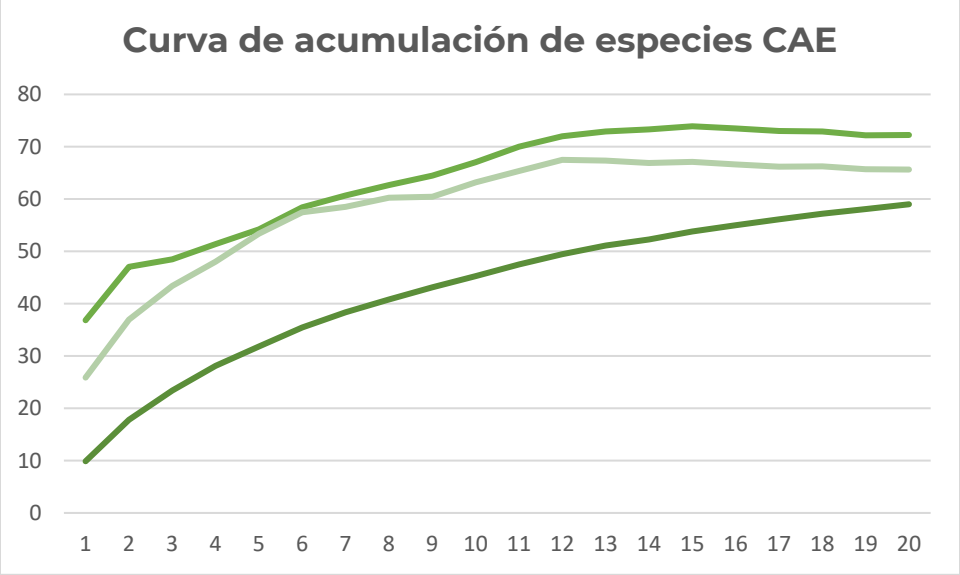
Para comprobar que la cantidad de sitios de muestreos permanentes establecidos dentro de campo tuvieron una representatividad suficiente para la caracterización estructural faunística, se elaboró una curva de acumulación de especies empleando el programa EstimateS® en donde se contrastó la curva generada por la riqueza registrada durante los muestreos con los estimadores de diversidad de los índices de ACE y $CHAO_1$ en donde, se considera que la cantidad de muestreos serán suficientes cuando se alcance arriba del 80% de la diversidad estimada respecto a la diversidad esperada (Moreno, 2001), además que las tres curvas alcancen la asíntota. Para el caso de este muestreo del SAR, se determinó una riqueza de 59 especies, por lo que, de acuerdo con los estimadores de ACE y $CHAO_1$ se alcanzó una 89.8% de la riqueza esperada, por lo que se consideró que los resultados de este muestreo fueron confiables (Moreno, 2001), además de que ambos estimadores mostraron que se alcanzó la asíntota tanto de la riqueza observada en campo como en la calculada con los estimadores antes mencionados (Moreno, 2001; Escalante, 2003).

Tabla 4-76. Resultados CAE AP

Samples	Individuals (computed)	S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	12.5	9.88	36.83	25.87	9.88
2	25	17.79	47.03	36.94	39.29
3	37.5	23.41	48.47	43.4	43.91
4	50	28.1	51.39	48.01	48.72
5	62.5	31.82	54.2	53.38	51.35
6	75	35.46	58.42	57.46	55.86
7	87.5	38.37	60.69	58.51	57.3
8	100	40.8	62.67	60.24	59.07
9	112.5	43.12	64.46	60.45	60.65
10	125	45.26	67.03	63.18	63.39

11	137.5	47.51	70.01	65.36	66.37
12	150	49.47	71.99	67.49	68.45
13	162.5	51.1	72.91	67.35	68.66
14	175	52.28	73.31	66.88	68.58
15	187.5	53.81	73.91	67.11	69.03
16	200	54.99	73.5	66.61	68.74
17	212.5	56.11	73.02	66.2	68.44
18	225	57.19	72.92	66.24	68.41
19	237.5	58.07	72.19	65.69	67.92
20	250	59	72.23	65.64	68.08

Tabla 4-77. Curva de acumulación de especies CAE



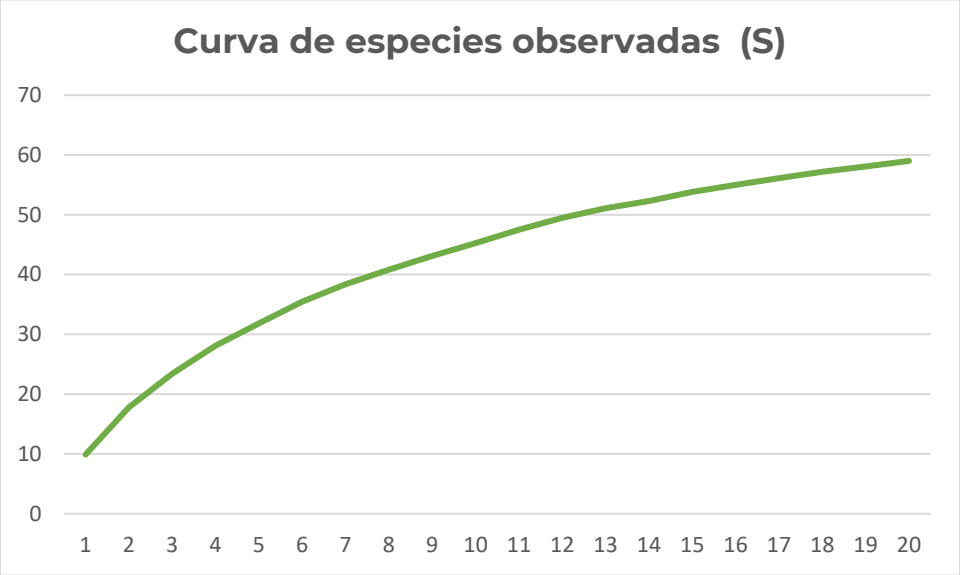


Figura 4.83. Curva de especies observadas

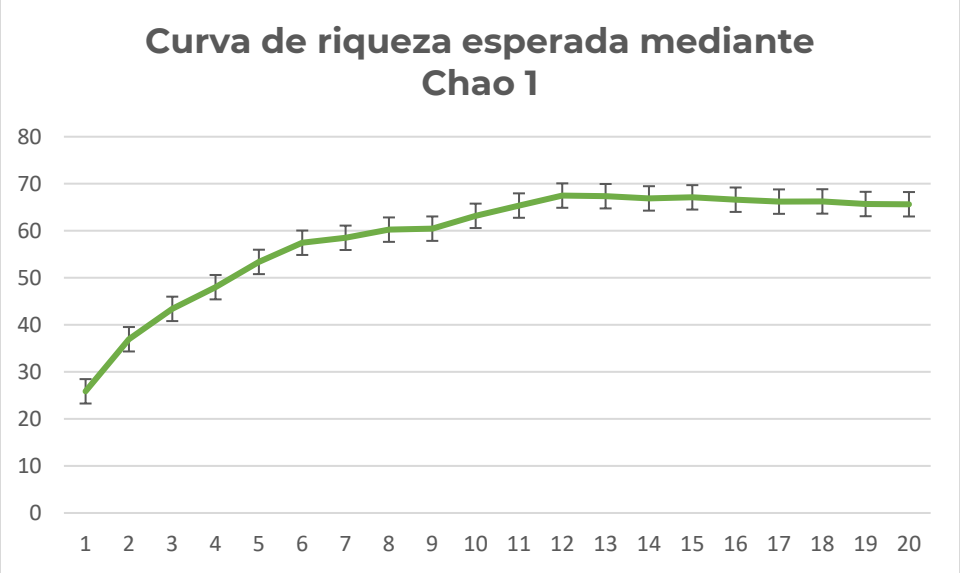


Figura 4.84. Curva de riqueza esperada Chao 1

Análisis de información para la caracterización de la fauna

- **Caracterización mediante los sitios de muestreo**

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

Riqueza

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

Abundancia

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

Diversidad

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

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

Índice de Shannon-Wiener (H')

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

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

Dónde:

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

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): *ni/N.*

Índice de Margalef ($\mathbf{D_{Mg}}$)

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

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

Dónde:

S = número de especies.

N = número total de individuo.

Índice de equitatividad de Pielou (J´)

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

$$J´= H´/H´_{max}$$

Dónde:

H´= índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H´max = diversidad máxima esperada.

Índice de similitud de Jaccard (I_J)

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

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

Dónde:

I_J = índice de Jaccard.

a = número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies compartidas en ambos sitios

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

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

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

Dónde:

x_i = abundancia o densidad de especies *i* en un conjunto 1

y_i = abundancia de las especies en el otro.

Serie de números de Hill

Donde la derivación de esta ecuación genera diferentes órdenes denominados q. Los tres primeros órdenes (q= 0 ó 1 ó 2) coinciden con las tres medidas más importantes de diversidad; en particular, si q = 0, entonces q0 = S (número total de especie).

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de

individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

q0= riqueza registrada en campo.

q1 = número de especies abundantes (eH') (H' es el Índice de Shannon-Weiner).

q2 = número de especies muy abundantes = 1/λ (para λ ver el índice de Simpson).

A medida que aumenta el número de especies, las especies más raras tienen menos peso en la muestra y se obtienen valores más bajos de q1 y q2.

Resultados

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Se registró un total de 676 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 89 especies incluidas en 4 grupos faunísticos: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Del total de especies, correspondieron 64 a aves, 11 a reptiles 7 a anfibios y 7 a mamíferos. De la totalidad de las especies, 89 taxones son nativas.

Tabla 4-78. Distribución de los taxa identificados

	GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	ABUNDANCIA
SAR	ANFIBIOS	7	7	7	49
	AVES	35	59	64	514
	MAMÍFEROS	5	7	7	52
	REPTILES	7	11	11	61
TOTAL		**54**	**84**	**89**	**676**

Al comparar los resultados de este estudio con los que marca la literatura, dentro del SAR sólo se registró el 12% de la fauna potencial que el estado alberga, siendo el grupo de los anfibios el que alcanzó un porcentaje de relación más alto (32%), mientras que los mamíferos obtuvieron el 7%.

Tabla 4-79. Porcentaje de fauna identificada respecto a la literatura

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR	LITERATURA	PORCENTAJE DE RELACIÓN
ANFIBIOS	7	22	32%
AVES	64	483	13%
MAMÍFEROS	7	106	7%
REPTILES	11	114	10%
TOTAL	**89**	**725**	**12%**

4.3.1.15 *Resultados por grupos faunísticos*

- **Anfibios**

Dentro de las actividades de muestreo se registraron 7 familias, 7 géneros y 7 especies, siendo todas las familias igual de ricas. De todos los taxones, las especies más abundantes fueron Leptodactylus fragilis con el 24.5% y Agalychnis taylori con el 20.40%

Tabla 4-80. Resultados de anfibios AP

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Agalychnis taylori	Rana de Arbol de ojos rojos	Phyllomedusidae	10	0.204
Eleutherodactylus planirostris	Rana chirriadora de invernadero	Eleuthrerodactylidae	2	0.041
Hypopachus variolosus	Rana termitera	Mycrohylidae	8	0.163
Incilius valliceps	Sapo costero	Bufonidae	8	0.163
Leptodactylus fragilis	Rana de bigotes	Leptodactylidae	12	0.245
Lithobates brownorum	Rana leopardo	Ranidae	5	0.102
Smilisca baudinii	Rana arboricola mexicana	Hylidae	4	0.082
TOTAL			**49**	**1.000**

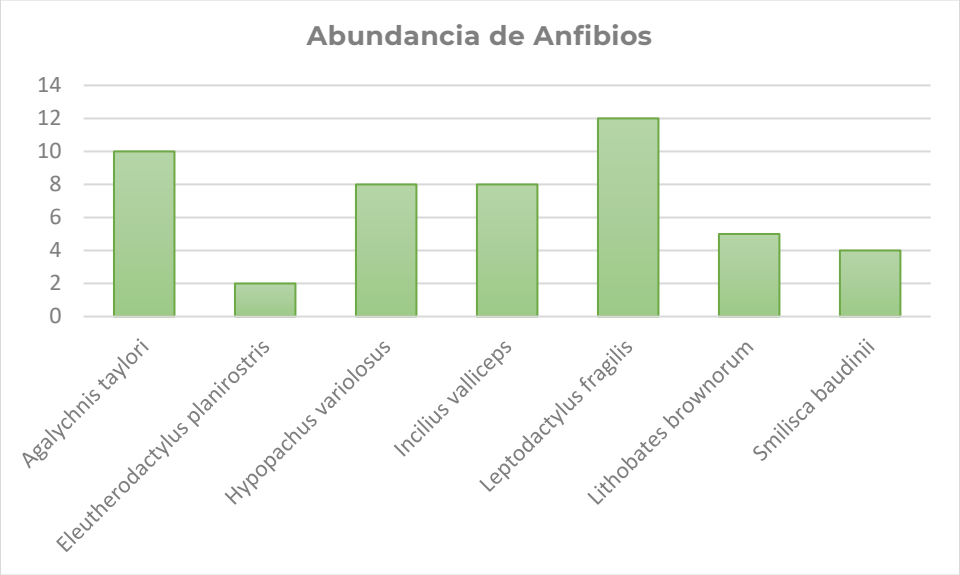


Figura 4.85. Abunancia de anfibios por especie

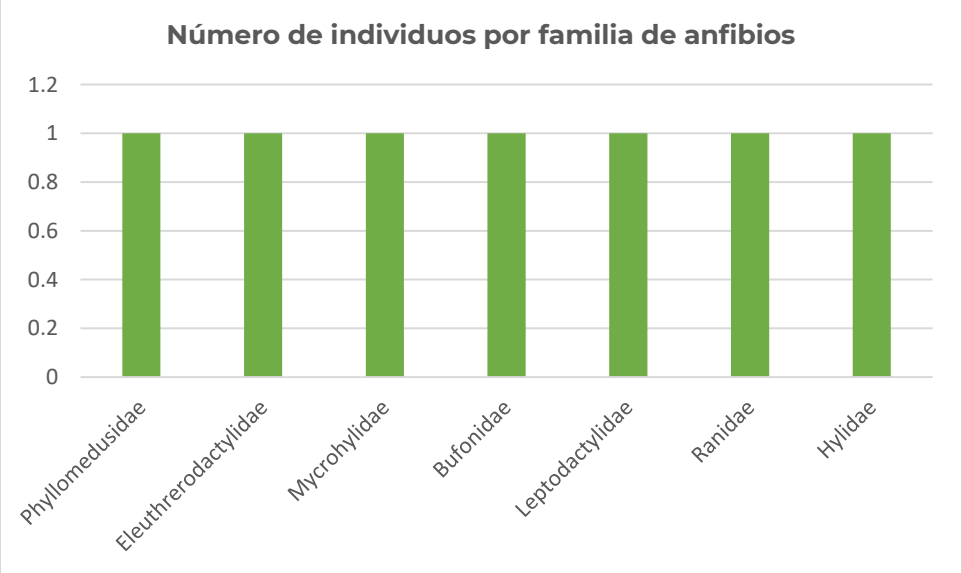


Figura 4.86. Abundancia de anfibios por familia

- **Aves**

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 514 individuos ubicados en 35 familias, 59 géneros y 64 especies, las familias más ricas en especies fueron Ardeidae (5 spp.), Trogonidae y Tyrannidae (
spp.), mientras que las especies más abundantes fueron Quiscalus mexicanus, y Tachybaptus dominicus, con el 6% cada una.

Tabla 4-81: Resultados de aves observadas

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS

			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Amazilia rutila	Colibrí Canelo	Trochillidae	9	0.018
Ardea alba	Garza blanca	Ardeidae	10	0.019
Bubulcus ibis	Garza Ganadera	Ardeidae	12	0.023
Buteo albonotatus	Aguililla aura	Accipitridae	10	0.019
Butorides virescens	Garcita Verde	Ardeidae	14	0.027
Campephilus guatemalensis	Carpintero Pico Plateado	Picidae	4	0.008
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	Cardinalidae	10	0.019
Cathartes aura	Zopilote aura	Cathartidae	9	0.018
Catharus minimus	Zorzal cara gris	Turdidae	5	0.010
Charadrius vociferus	Chorlo Tildío	Charadriidae	7	0.014
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	Alcedinidae	8	0.016
Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo	Cuculidae	3	0.006
Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo	Picidae	3	0.006
Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca	Picidae	2	0.004
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	Columbidae	6	0.012
Coragyps atratus	Zopilote común	Cathartidae	7	0.014
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	Cuculidae	19	0.037
Cyanocorax yncas	Chara verde	Corvidae	3	0.006
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	Anatidae	11	0.021
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	Picidae	4	0.008
Egretta thula	Garza dedos dorados	Ardeidae	1	0.002
Egretta tricolor	Garza Tricolor	Ardeidae	14	0.027
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	Tyrannidae	11	0.021
Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris	Thraupidae	2	0.004
Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules	Momotidae	15	0.029
Euphonia hirundinacea	Eufonia garganta amarilla	Momotidae	3	0.006
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Psittacidae	17	0.033
Falco columbarius	Halcón Esmerjón	Falconidae	4	0.008
Fregata magnificens	Fragata Tijereta	Fregatidae	15	0.029
Herpetotheres cachinnans	Halcón Huaco	Falconidae	5	0.010
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	Hirundinidae	5	0.010
Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	Icteridae	7	0.014
Jacana spinosa	Jacana Norteña	Jacanidae	5	0.010
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	Columbidae	6	0.012
Melanoptila glabrirostris	Maullador negro	Mimidae	17	0.033
Meleagris ocellata	Pavo o guajolote ocelado	Phasianidae	17	0.033
Mimus gilvus	Centzontle tropical	Mimidae	5	0.010
Myiozetetes similis	Luisito Común	Tyrannidae	5	0.010
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	Cracidae	7	0.014
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado.	Tityridae	2	0.004
Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Cardinalidae	13	0.025
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	Columbidae	19	0.037

Pelecanus occidentalis	Pelícano café	Pelecanidae	2	0.004
Piaya cayana	Cuclillo Canelo	Cuculidae	12	0.023
Piranga rubra	Piranga roja	Cardinalidae	15	0.029
Polioptila caerulea	Perlita Azulgrís	Polioptilidae	6	0.012
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	Tyrannidae	12	0.023
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	Icteridae	31	0.060
Setophaga caerulescens	Chipe azulnegro	Parulidae	12	0.023
Setophaga petechia	Chipe amarillo	Parulidae	10	0.019
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	Fringillidae	1	0.002
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	Hirundinidae	5	0.010
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	Columbidae	9	0.018
Tachybaptus dominicus	Zambullidor menor	Podicipedidae	31	0.060
Thalasseus maximus	Charrán Real	Laridae	2	0.004
Tigrisoma mexicanum	Garza tigre mexicana	Ardeidae	1	0.002
Tringa solitaria	Playero Solitario	Scolopacidae	3	0.006
Trogon caligatus	Coa Violacea Norteña	Trogonidae	1	0.002
Trogon massena	Coa cola oscura	Trogonidae	1	0.002
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra	Trogonidae	3	0.006
Vireo flavifrons	Vireo Garganta Amarilla	Vireonidae	2	0.004
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	Vireonidae	1	0.002
Volatinia jacarina	Semillero brincador	Thraupidae	2	0.004
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Columbidae	1	0.002
TOTAL			**514**	**1.000**

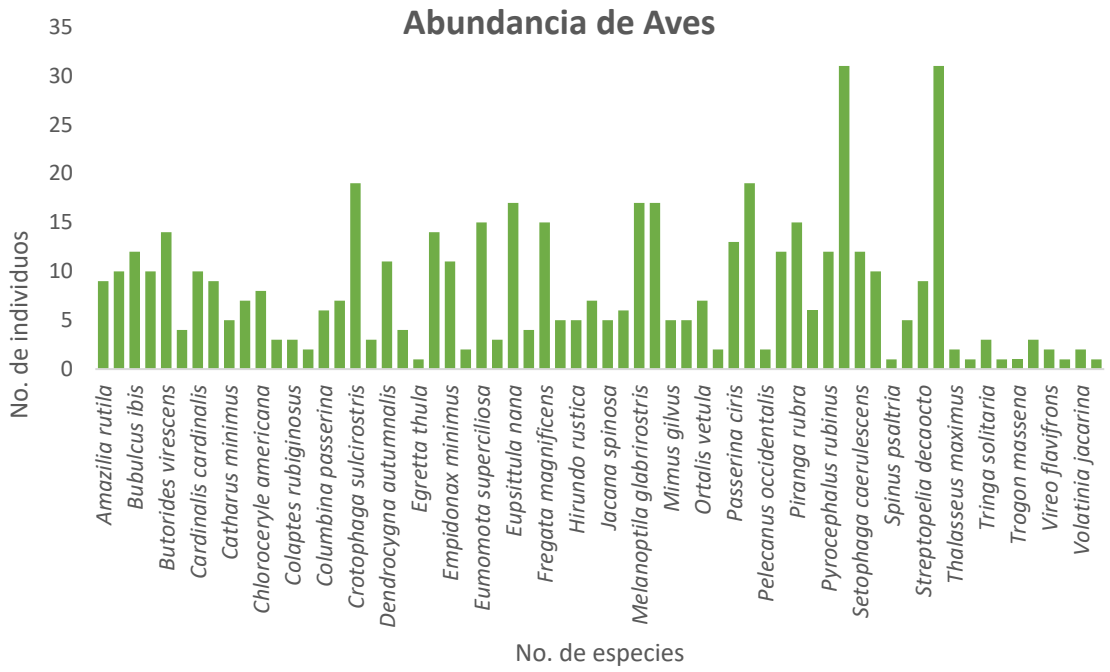


Figura 4.87. Abundancia de aves por especie

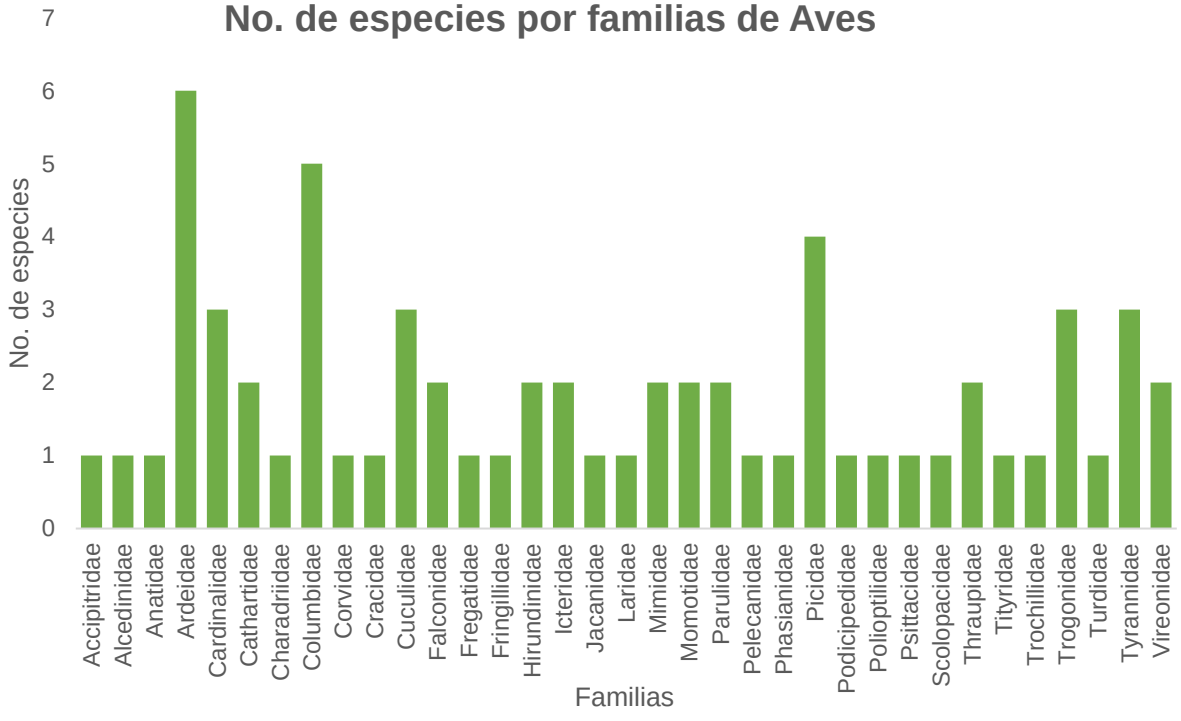


Figura 4.88. Abundancia de aves por familia

- **Mamíferos**

En total, se registraron 52 individuos ubicados en 5 familias, 7 géneros y 7 especies, con la familia Procyonidae fue la más rica con dos especies. En tanto, las especies más abundantes fueron *Philander opossum*, con el 32.7% y *Nasua narica* del 21.2%.

Tabla 4-82. Resulatdos de mamíferos observados

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Cuniculus paca	Cuniculidae	Tepezcuintle	8	0.154
Didelphis virginiana	Didelphidae	Tlacuache	3	0.058
Nasua narica	Procyonidae	Coatí	11	0.212
Philander opossum	Didelphidae	Tlacuache cuatrojos gris	17	0.327
Procyon lotor	Procyonidae	Mapache	10	0.192
Sciurus yucatanensis	Sciuridae	Ardilla yucateca	2	0.038
Urocyon cinereoargenteus	Canidae	Zorra gris	1	0.019
Total			**52**	**1.000**

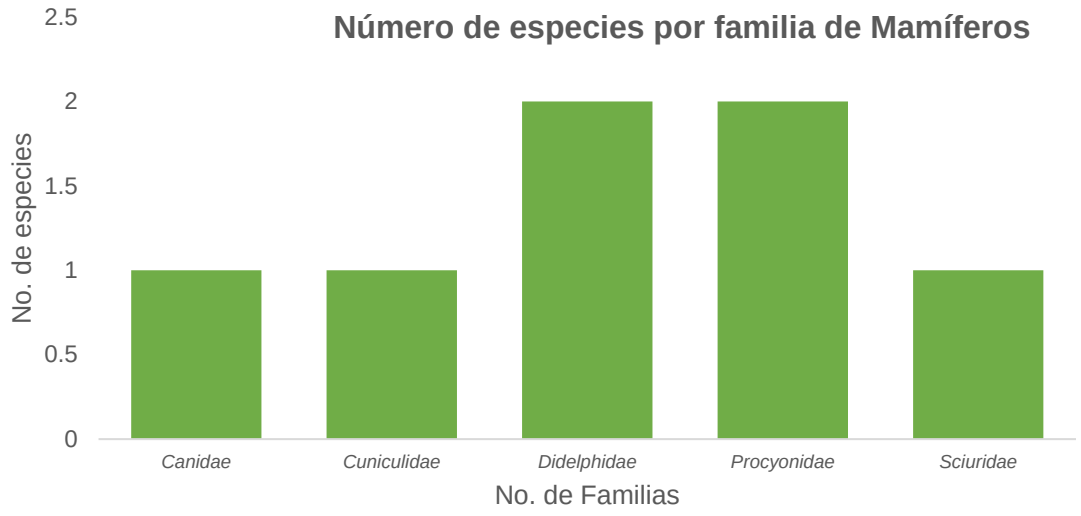


Figura 4.89. Abundancia de mamíferos por familia

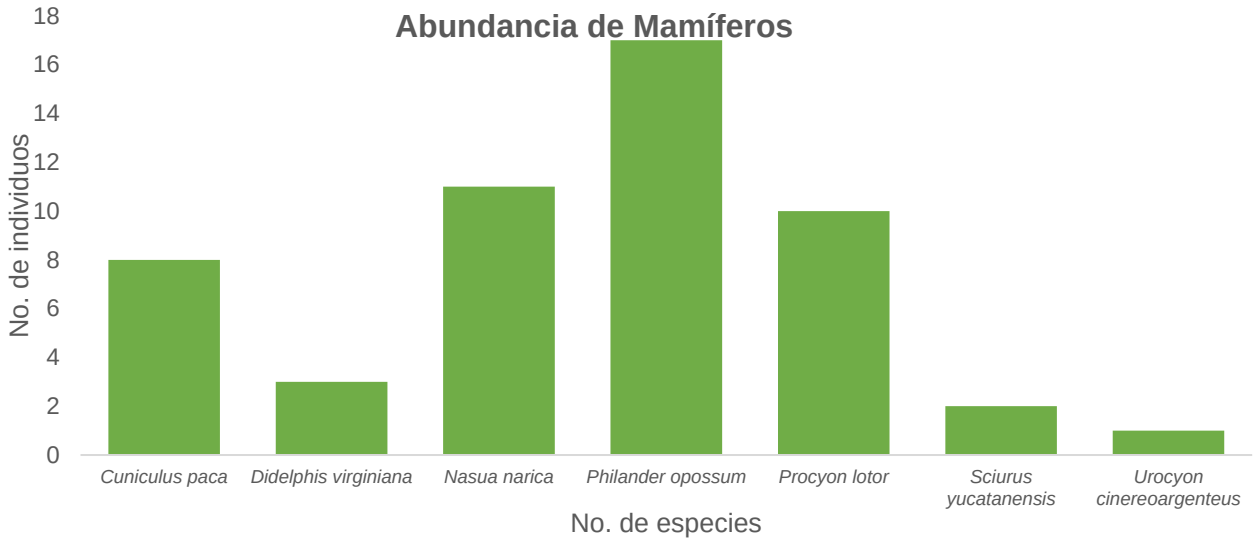


Figura 4.90. Abundancia de mamíferos por especie

- **Reptiles**

Por parte de los reptiles, se registraron 61 individuos repartidos en 7 familias, 11 géneros y 11 especies, donde la familia más rica en especies fue Colubride (3 *spp.*), en tanto que la especie más abundante fue *Anolis sagrei* con el 21.3%.

Tabla 4-83. Resultados de reptiles registrados

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Anolis sagrei	Dactyloidae	Abaniquillo pardo del Caribe	13	0.213
Basiliscus vittatus	Corytophanidae	Toloque rayado	7	0.115
Boa imperator	Boidae	Mazacuata	1	0.016
Corytophanes hernandesii	Corytophanidae	Turipache de montaña	1	0.016
Ctenosaura similis	Iguanidae	Iguana negra de cola espinosa	8	0.131
Drymobius margaritiferus	Colubridae	Culebra corredora de Petatillos	7	0.115
Holcosus undulatus	Teiidae	Lagartija arcoiris	8	0.131
Iguana iguana	Iguanidae	Iguana verde	6	0.098
Lampropeltis abnorma	Colubridae	Falsa coralillo real centroamericana	6	0.098
Leptodeira polysticta	Dipsadidae	Culebra ojo de gato	2	0.033
Mastigodryas melanolomus	Colubridae	Culebra Lagartijjera Común	2	0.033
TOTAL			**61**	**1**

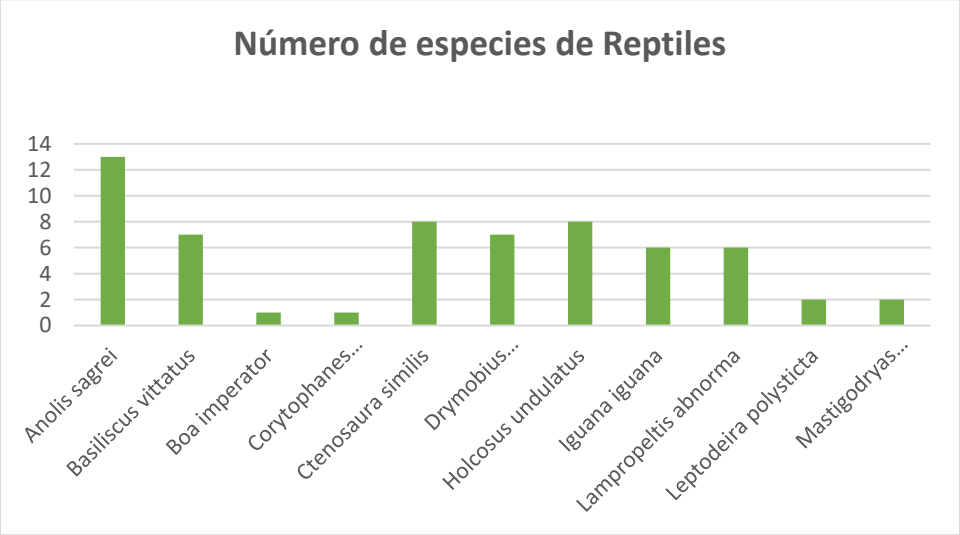


Figura 4.91. Abundancia de reptiles por especie

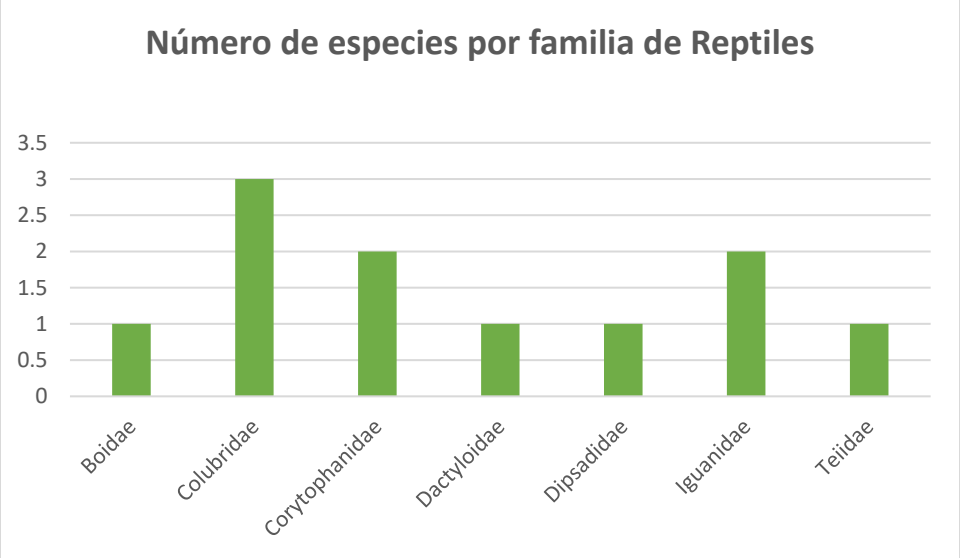


Figura 4.92. Abundancia por familia de reptiles

- **Análisis de diversidad**

Es de destacar que el grupo de las aves fue el que presentó tanto la mayor riqueza como los más altos valores arrojados por los índices de diversidad empleados, lo cual es congruente ya que también fue el grupo más abundante dentro de estas actividades de muestreo. En cambio, para el grupo de los mamíferos y anfibios sólo se presentaron 7 especies.

Tabla 4-84. Diversidad de grupos identificados

GRUPO FAUNÍSTICO	ESPECIES	ABUNDANCIA	H´	H´MAX	SIMPSON	DMG	J´

ANFIBIOS	7	49	1.82866812	1.94591015	0.17367763	1.54169503	0.93974952
AVES	64	514	3.8537694	4.15888308	0.02607155	10.0925579	0.92663567
MAMÌFEROS	7	52	1.66499392	1.94591015	0.21745562	1.51850922	0.85563762
REPTILES	11	61	2.17428615	2.39789527	0.12819135	2.43257281	0.90674775
TOTAL	**89**	**676**					

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

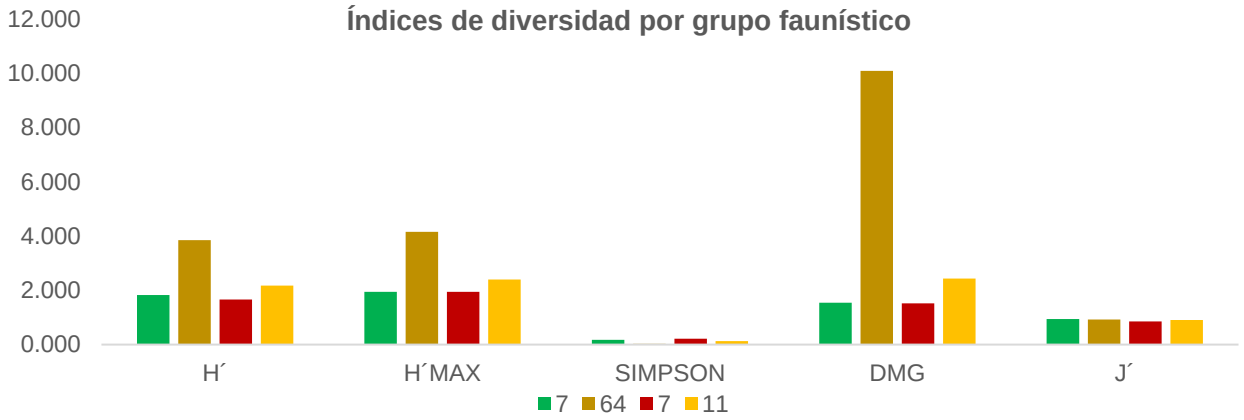


Figura 4.93. Abundancia de grupos faunísticos

Por otra parte, al convertir estos índices de diversidad en números efectivos de especies a través de los números de Hill, encontramos que los reptiles mostraron una mayor equitatividad entre especies registradas de 0q de 11, aquellas comunes 1q de 8.7 y dominantes de 2q de 7.8, arrojando una equitatividad de EF= 0.709. Caso contrario, las aves adquirieron una menor equitatividad con EF= 0.657 con especies registradas de 0q de 64, aquellas comunes 1q de 47.17 y dominantes de 2q de 38.35.

Tabla 4-85. Números de Hill por grupo faunístico

GRUPO FAUNÍSTICO	0q	1q	2q	EF
ANFIBIOS	7.000	6.226	5.758	0.823
AVES	64.000	47.171	38.356	0.599
MAMÌFEROS	7.000	5.286	4.599	0.657
REPTILES	11.000	8.796	7.801	0.709

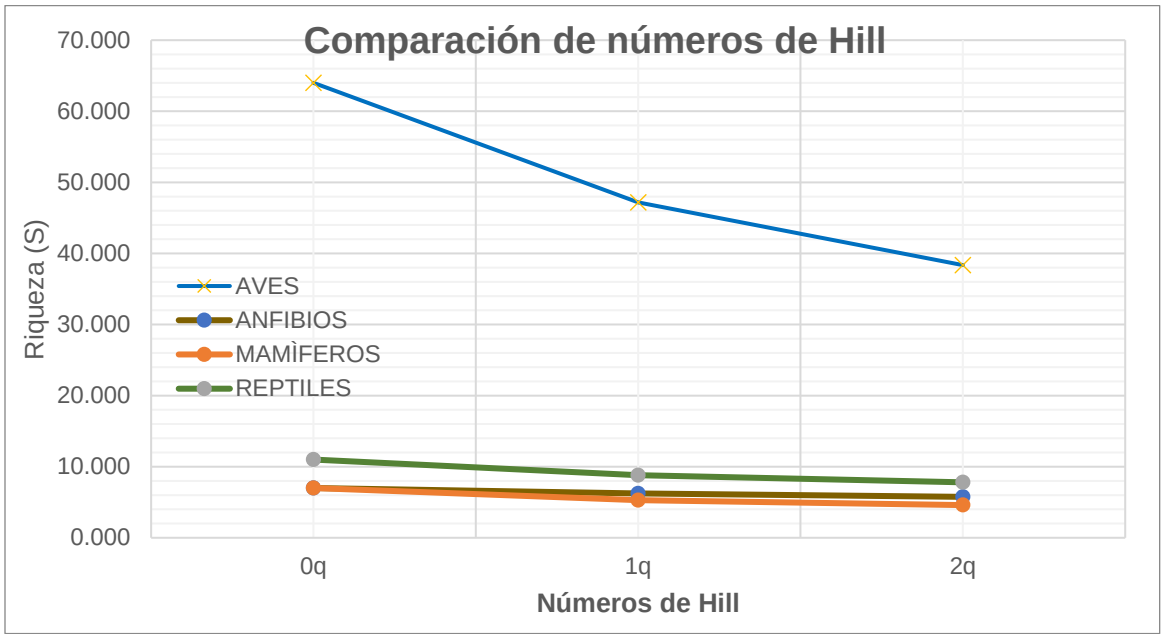


Figura 4.94. Comparación de grupos indentificados

Área del proyecto (AP)

- **Caracterización de la fauna del AP**

Se registró un total de 415 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 59 especies incluidas en 4 grupos faunísticos: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Del total de especies, correspondieron 39 a aves, 8 a reptiles, 5 a anfibios y 7 a mamíferos. De la totalidad de las especies, los 59 taxones fueron nativos, y de ellos, 1 fue endémico.

Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que *Ctenosaura similis, Boa imperator y Meleagris ocellata* como amenazadas (A) y otras 10 especies como en sujetas protección especial.

Tabla 4-86. Especies Protegidas identificadas en el AP

Grupo	Nº	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	Procer	Cites	IUCN
			AP	AP	AP	AP	AP
Amphibia	1	*Lithobates brownorum*	Pr	NE	SR	SR	LC
Aves	2	*Eucometis penicillata*	Pr	NE	SR	SR	LC
	3	*Eupsittula nana*	Pr	NE	III	II	LC
	4	*Meleagris ocellata*	A	NE	III	III	NT
	5	*Tigrisoma mexicanum*	Pr	NE	SR	SR	LC
Reptiles	6	*Boa imperator*	A	NE	SR	II	LC
	7	*Ctenosaura similis*	A	NE	III	II	LC
	8	*Iguana iguana*	Pr	NE	SR	SR	SR

Listado de especies de fauna registradas durante los muestreos

Tabla 4-87. especies identificadas en campo

ID	Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2012	Procer	Cites	IUCN
1	Amphibia	*Agalychnis taylori*	Rana de Arbol de ojos rojos	N	NE	SR	SR	II	SR
2	Amphibia	*Hypopachus variolosus*	*Rana termitera*	N	NE	SR	SR	SR	LC
3	Amphibia	*Incilius valliceps*	*Sapo costero*	N	NE	SR	SR	SR	LC
4	Amphibia	*Lithobates brownorum*	*Rana leopardo*	N	NE	Pr	SR	SR	LC
5	Amphibia	*Smilisca baudinii*	*Rana arborícola mexicana*	N	NE	Pr	SR	SR	LC
6	Aves	*Amazilia rutila*	*Colibrí Canelo*	N	NE	SR	SR	II	LC
7	Aves	*Ardea alba*	*Garza blanca*	N	NE	SR	SR	SR	LC
8	Aves	*Bubulcus ibis*	*Garza Ganadera*	E	NE	SR	SR	SR	LC
9	Aves	*Buteo plagiatus*	*Aguililla gris*	N	NE	SR	SR	II	LC
10	Aves	*Campephilus guatemalensis*	*Carpintero Pico Plateado*	N	NE	Pr	SR	SR	LC
11	Aves	*Cardinalis cardinalis*	*Cardenal rojo*	N	NE	SR	SR	SR	LC
12	Aves	*Cathartes aura*	*Zopilote aura*	N	NE	SR	SR	SR	LC
13	Aves	*Catharus minimus*	*Zorzal cara gris*	N	NE	SR	SR	SR	LC
14	Aves	*Coccyzus americanus*	*Cuclillo pico amarillo*	N	NE	SR	SR	SR	LC
15	Aves	*Colaptes rubiginosus*	*Carpintero Olivo*	N	NE	SR	SR	SR	LC
16	Aves	*Colinus nigrogularis*	*Codorniz yucateca*	N	NE	SR	SR	SR	LC
17	Aves	*Coragyps atratus*	*Zopilote común*	N	NE	SR	SR	SR	LC
18	Aves	*Crotophaga sulcirostris*	*Garrapatero pijuy*	N	NE	SR	SR	SR	LC
19	Aves	*Dendrocygna autumnalis*	*Pijije Alas Blancas*	N	NE	SR	II	III	LC
20	Aves	*Dryobates scalaris*	*Carpintero mexicano*	N	NE	SR	SR	SR	LC
21	Aves	*Egretta tricolor*	*Garza Tricolor*	N	NE	SR	SR	SR	LC
22	Aves	*Empidonax minimus*	*Papamoscas Chico*	N	NE	SR	SR	SR	LC
23	Aves	*Eucometis penicillata*	*Tangara Cabeza Gris*	N	NE	Pr	SR	SR	LC
24	Aves	*Eumomota superciliosa*	*Momoto Cejas Azules*	N	NE	SR	SR	SR	LC
25	Aves	*Euphonia affinis*	*Eufonia garganta negra*	N	NE	SR	SR	SR	LC

26	Aves	*Euphonia hirundinacea*	*Eufonia garganta amarilla*	N	NE	SR	SR	SR	LC
27	Aves	*Eupsittula nana*	*Perico pecho sucio*	N	NE	Pr	III	II	LC
28	Aves	*Hirundo rustica*	*Golondrina tijereta*	N	NE	SR	SR	SR	LC
29	Aves	*Jacana spinosa*	*Jacana Norteña*	N	NE	SR	SR	SR	LC
30	Aves	*Leptotila verreauxi*	*Paloma arroyera*	N	NE	SR	SR	SR	LC
31	Aves	*Meleagris ocellata*	*Pavo o guajolote ocelado*	N	NE	A	III	III	NT
32	Aves	*Myiozetetes similis*	*Luisito Comun*	N	NE	SR	SR	SR	LC
33	Aves	*Ortalis vetula*	*Chachalaca Oriental*	N	NE	SR	SR	III	LC
34	Aves	*Piaya cayana*	*Cuclillo Canelo*	N	NE	SR	SR	SR	LC
35	Aves	*Polioptila caerulea*	*Perlita Azulgrís*	N	NE	SR	SR	SR	LC
36	Aves	*Pyrocephalus rubinus*	*Papamoscas cardenalito*	N	NE	SR	SR	SR	LC
37	Aves	*Quiscalus mexicanus*	*Zanate mayor*	N	NE	SR	SR	SR	LC
38	Aves	*Setophaga citrina*	*Chipe encapuchado*	N	NE	SR	SR	SR	LC
39	Aves	*Setophaga petechia*	*Chipe amarillo*	N	NE	SR	SR	SR	LC
40	Aves	*Spinus psaltria*	*Jilguerito Dominico*	N	NE	SR	SR	SR	LC
41	Aves	*Streptopelia decaocto*	*Paloma turca de collar*	E	NE	SR	SR	SR	LC
42	Aves	*Tigrisoma mexicanum*	*Garza tigre mexicana*	N	NE	Pr	SR	SR	LC
43	Aves	*Tringa solitaria*	*Playero Solitario*	N	NE	SR	SR	SR	LC
44	Aves	*Trogon caligatus*	*Coa ViolÃ¡cea NorteÃ±a*	N	NE	SR	SR	SR	SR
45	Aves	*Trogon melanocephalus*	*Coa Cabeza Negra*	N	NE	SR	SR	SR	LC
46	Aves	*Volatinia jacarina*	*Semillero brincador*	N	NE	SR	SR	SR	LC
47	Aves	*Zenaida asiatica*	*Paloma Alas Blancas*	N	NE	SR	SR	III	LC
48	Mammalia	*Didelphis virginiana*	*Tlacuache*	N	NE	SR	SR	SR	LC
49	Mammalia	*Nasua narica*	*Coatí*	N	NE	SR	SR	III	LC
50	Mammalia	*Philander opossum*	*Tlacuache cuatrojos gris*	SR	SR	SR	SR	SR	SR
51	Mammalia	*Procyon lotor*	*Mapache*	N	NE	SR	SR	SR	LC
52	Mammalia	*Sciurus yucatanensis*	*Ardilla yucateca*	N	NE	SR	SR	SR	LC
53	Mammalia	*Tayassu pecari*	*Pecarí de labios blancos*	N	NE	SR	SR	II	VU

54	Mammalia	*Urocyon cinereoargenteus*	*Zorra gris*	N	NE	SR	SR	SR	LC
55	Reptiles	*Anolis sagrei*	*Abaniquillo pardo del Caribe*	E	NE	SR	SR	SR	LC
56	Reptiles	*Boa imperator*	*Mazacuata*	N	NE	A	SR	II	LC
57	Reptiles	*Ctenosaura similis*	*Iguana negra de cola espinosa*	N	NE	A	III	II	LC
58	Reptiles	*Holcosus undulatus*	*Lagartija arcoiris*	N	E	SR	SR	SR	LC
59	Reptiles	*Iguana iguana*	*Iguana verde*	SR	SR	SR	SR	SR	SR
60	Reptiles	*Lampropeltis abnorma*	*Falsa coralillo real centroamericana*	N	NE	SR	SR	SR	LC
61	Reptiles	*Mastigodryas melanolomus*	*Culebra Lagartijjera Común*	N	SR	SR	SR	SR	LC

Grupos faunísticos reportados en los muestreos de fauna

Tabla 4-88. Grupos faunísticos reportados en el AP

	GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	ABUNDANCIA
AP	ANFIBIOS	5	5	5	16
	AVES	25	37	39	322
	MAMÍFEROS	5	7	7	40
	REPTILES	6	8	8	37
TOTAL		41	57	59	415

Al comparar los resultados de este estudio con los que marca la literatura, dentro del AP sólo se registró el 8 % de la fauna potencial que el estado alberga, siendo el grupo de los anfibios el que alcanzó un porcentaje de relación más alto (23%), mientras que los mamíferos y reptiles obtuvieron el 7%.

Tabla 4-89. Porcentaje de fauna registrada en el AP con relación a la literatura

GRUPO FAUNÍSTICO	AP DE ESTE PROYECTO	LITERATURA	PORCENTAJE DE RELACIÓN
ANFIBIOS	5	22	23%
AVES	39	483	8%
MAMÍFEROS	7	106	7%
REPTILES	8	114	7%
TOTAL	**59**	**725**	**8%**

- **Resultados por grupo faunístico**

- **Anfibios**

En total, se registraron 16 individuos ubicados en 5 familias, 5 géneros y 5 especies. Todas las especies fueron igualmente ricas en especies.

Tabla 4-90. Resultados del grupo de los anfibios

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Agalychnis taylori	**Rana de Arbol de ojos rojos**	Phyllomedusidae	3	0.188
Hypopachus variolosus	**Rana termitera**	Microhylidae	7	0.438
Incilius valliceps	**Sapo costero**	Bufonidae	3	0.188
Lithobates brownorum	**Rana leopardo**	Ranidae	1	0.063
Smilisca baudinii	**Rana arborícola mexicana**	Hylidae	2	0.125
TOTAL			**16**	**1.000**

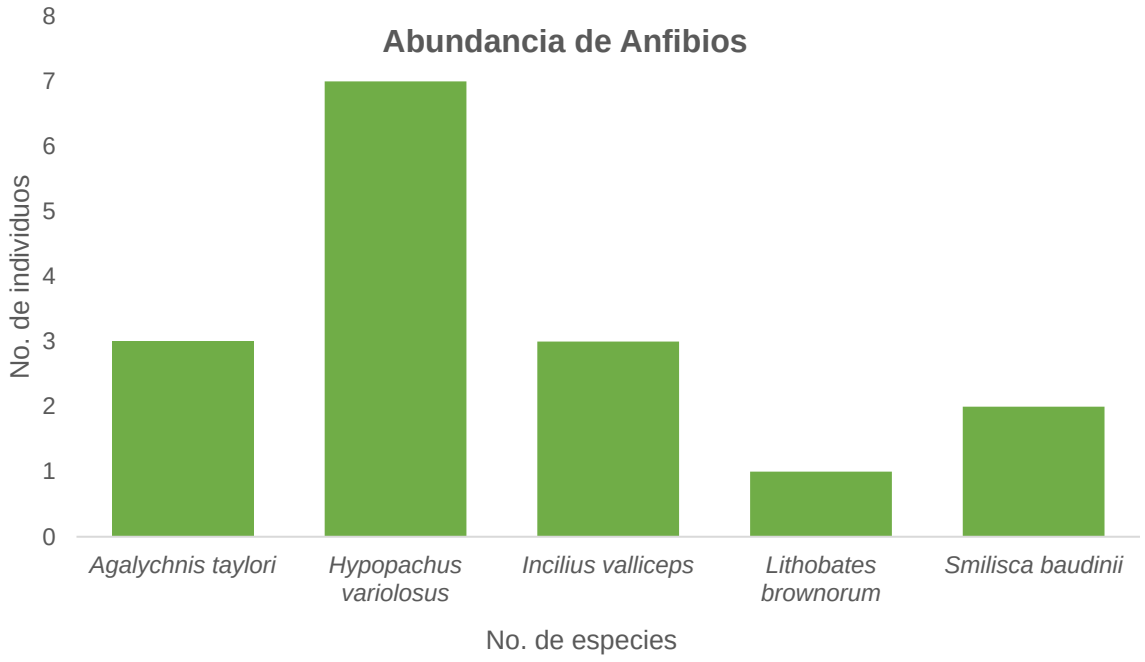


Figura 4.95. Abundancia de anfibios por especie

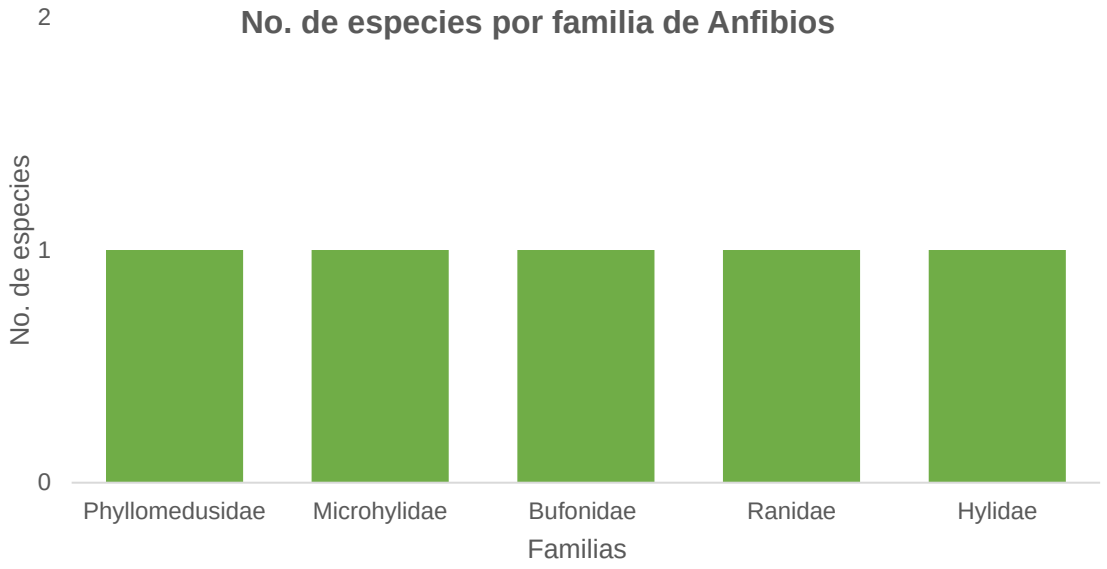


Figura 4.96. Abundancia de anfibios por familia

- **Aves**

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 322 individuos ubicados en 25 familias, 37 géneros y 39 especies, las familias más ricas en especies fueron Ardeidae con 5 especies y Trogonidae 3 spp., mientras que las especies más abundantes fueron *Quiscalus mexicanus* (12.1%) y *Hirundo rustica* (10.2)

Tabla 4-91. Resultados grupo Aves

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Amazilia rutila	**Colibrí Canelo**	Trochillidae	9	0.028
Ardea alba	**Garza blanca**	Ardeidae	17	0.053
Bubulcus ibis	**Garza Ganadera**	Ardeidae	22	0.068
Buteo plagiatus	**Aguililla gris**	Accipitridae	1	0.003
Butorides virescens	**Garcita verde**	Ardeidae	1	0.003
Cardinalis cardinalis	**Cardenal rojo**	Cardinalidae	2	0.006
Cathartes aura	**Zopilote aura**	Cathartidae	9	0.028
Catharus minimus	**Zorzal cara gris**	Turdidae	2	0.006
Coccyzus americanus	**Cuclillo pico amarillo**	Cuculidae	1	0.003
Colaptes rubiginosus	**Carpintero Olivo**	Picidae	2	0.006
Colinus nigrogularis	**Codorniz yucateca**	Picidae	2	0.006
Coragyps atratus	**Zopilote común**	Cathartidae	4	0.012
Dendrocygna autumnalis	**Pijije Alas Blancas**	Anatidae	2	0.006

Dryobates scalaris	**Carpintero mexicano**	Picidae	3	0.009
Egretta tricolor	**Garza Tricolor**	Ardeidae	18	0.056
Empidonax minimus	**Papamoscas Chico**	Tyrannidae	4	0.012
Eucometis penicillata	**Tangara Cabeza Gris**	Thraupidae	2	0.006
Eumomota superciliosa	**Momoto Cejas Azules**	Momotidae	4	0.012
Euphonia hirundinacea	**Eufonia garganta amarilla**	Momotidae	1	0.003
Eupsittula nana	**Perico pecho sucio**	Psittacidae	10	0.031
Fregata magnificens	**Fragata Tijereta**	Fregatidae	9	0.028
Hirundo rustica	**Golondrina tijereta**	Hirundinidae	33	0.102
Jacana spinosa	**Jacana Norteña**	Jacanidae	4	0.012
Leptotila verreauxi	**Paloma arroyera**	Columbidae	4	0.012
Meleagris ocellata	**Pavo o guajolote ocelado**	Phasianidae	9	0.028
Myiozetetes similis	**Luisito Común**	Tyrannidae	3	0.009
Ortalis vetula	**Chachalaca Oriental**	Cracidae	3	0.009
Pelecanus occidentalis	**Pelícano café**	Pelecanidae	10	0.031
Piaya cayana	**Cuclillo Canelo**	Cuculidae	6	0.019
Polioptila caerulea	**Perlita Azulgrís**	Polioptilidae	5	0.016
Pyrocephalus rubinus	**Papamoscas cardenalito**	Tyrannidae	12	0.037
Quiscalus mexicanus	**Zanate mayor**	Icteridae	39	0.121
Thalasseus maximus	**Charrán Real**	Laridae	7	0.022
Tigrisoma mexicanum	**Garza tigre mexicana**	Ardeidae	6	0.019
Tringa solitaria	**Playero Solitario**	Scolopacidae	6	0.019
Trogon caligatus	**Coa Violacea Norteña**	Trogonidae	1	0.003
Trogon massena	**Coa cola oscura**	Trogonidae	11	0.034
Trogon melanocephalus	**Coa Cabeza Negra**	Trogonidae	28	0.087
Zenaida asiatica	**Paloma Alas Blancas**	Columbidae	10	0.031
TOTAL			**322**	**1.000**

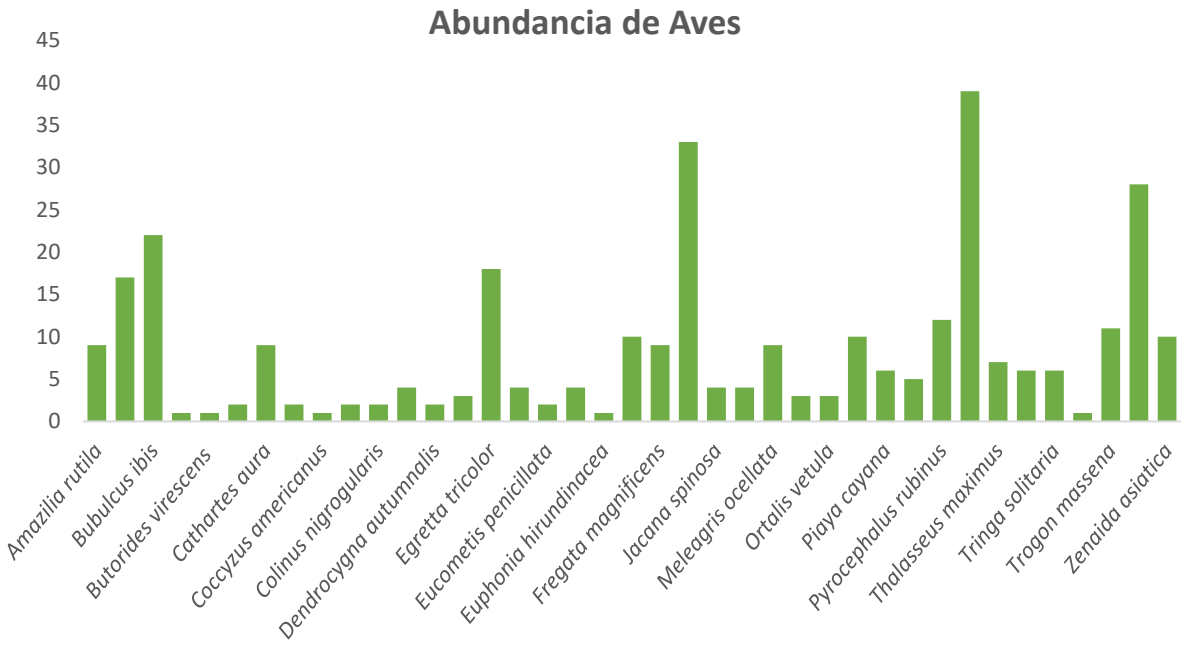


Figura 4.97. Abundancia de aves por especie

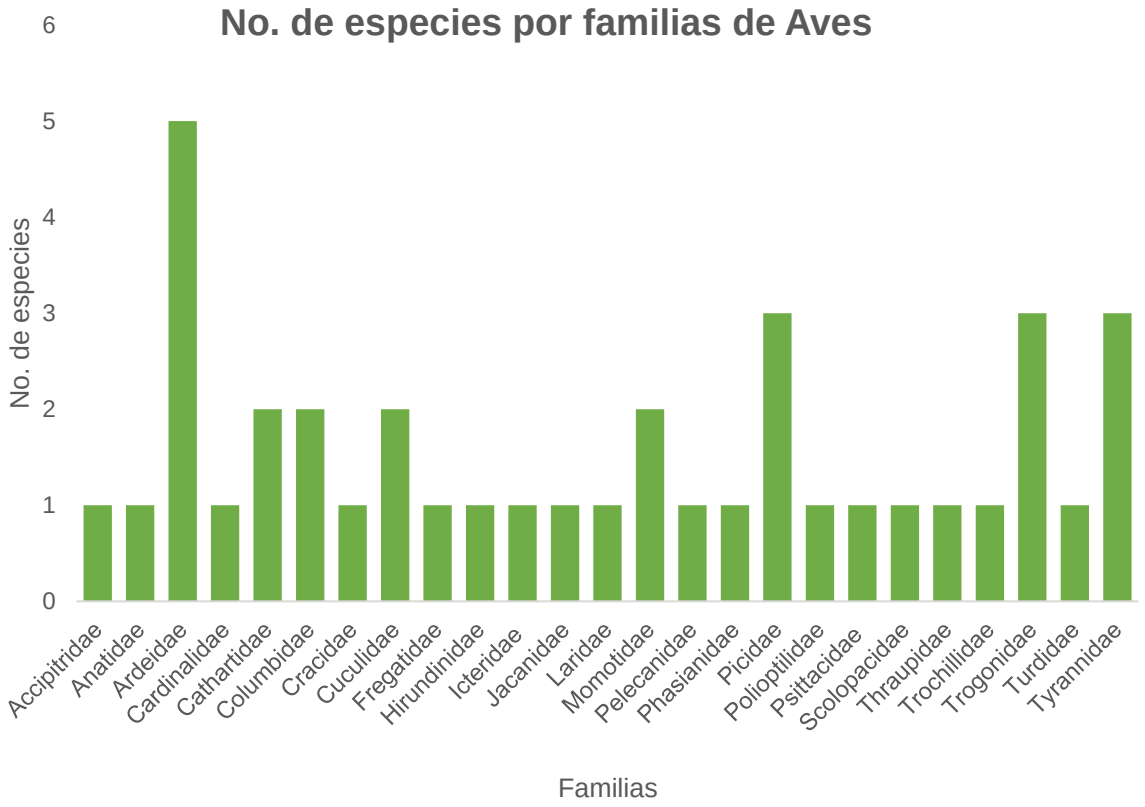


Figura 4.98. Abunancia de aves por familia

- **Mamíferos**

En total, se registraron 40 individuos correspondientes a 5 familias, 7 géneros y 7 especies. Todas las familias faunísticas mas ricas fueron Didelphidae y Procyonidae (2 ssp). Las especies más abundantes fueron Nassua narica con el 25% y Didelphis virginiana con el 17.5%.

Tabla 4-92. Resultados grupo de mamíferos

ESPECIE	Nombre común	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Didelphis virginiana	**Tlacuache**	Didelphidae	7	0.175
Nasua narica	**Coatí**	Procyonidae	20	0.500
Philander opossum	**Tlacuache cuatrojos gris**	Didelphidae	3	0.075
Procyon lotor	**Mapache**	Procyonidae	3	0.075
Sciurus yucatanensis	**Ardilla yucateca**	Sciuridae	2	0.050

Tayassu pecari	**Pecarí de labios blancos**	Tayassuidae	3	0.075
Urocyon cinereoargenteus	**Zorra gris**	Canidae	2	0.050

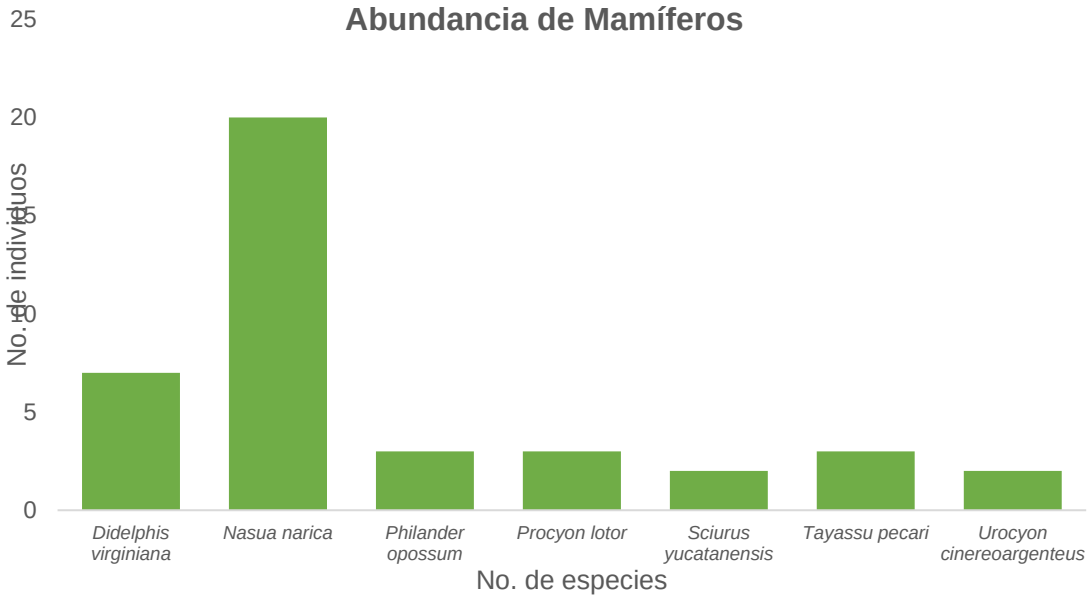


Figura 4.99. Abundancia de mamíferos por especie

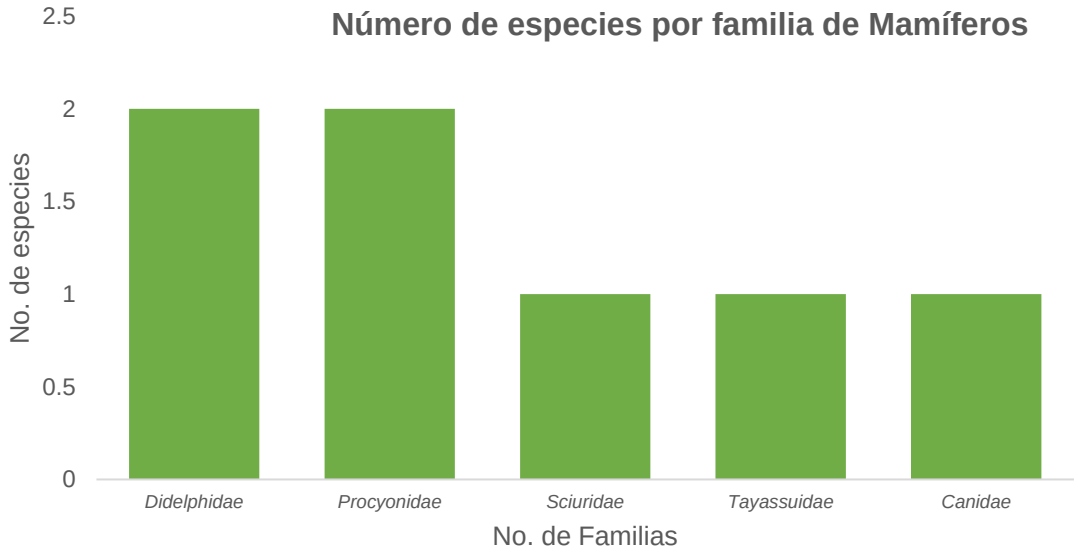


Figura 4.100. Abundancia de mamíferos por familia

- **Reptiles**

Por parte de los reptiles, sólo se registraron 37 individuos repartidos en 6 familias, 8 géneros y 8 especies. La familia más rica fue Colubridae con 2 spp. Las especies de mayor representación fueron, Anolis sagrei con el 40.5% y Mastigodryas melanolomus con el 18.9%.

Tabla 4-93. Resultados de grupo de reptiles

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Caribe	Dactyloidae	15	0.405
Boa imperator	Mazacuata	Boidae	2	0.054
Corytophanes hernandesii	Turipache de montaña	Corytophanidae	1	0.027
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	Iguanidae	1	0.027
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	Teiidae	4	0.108
Iguana iguana	Iguana verde	Iguanidae	6	0.162
Lampropeltis abnorma	Falsa coralillo real centroamericana	Colubridae	1	0.027
Mastigodryas melanolomus	Culebra Lagartijjera Común	Colubridae	7	0.189
TOTAL			**37**	**1.000**

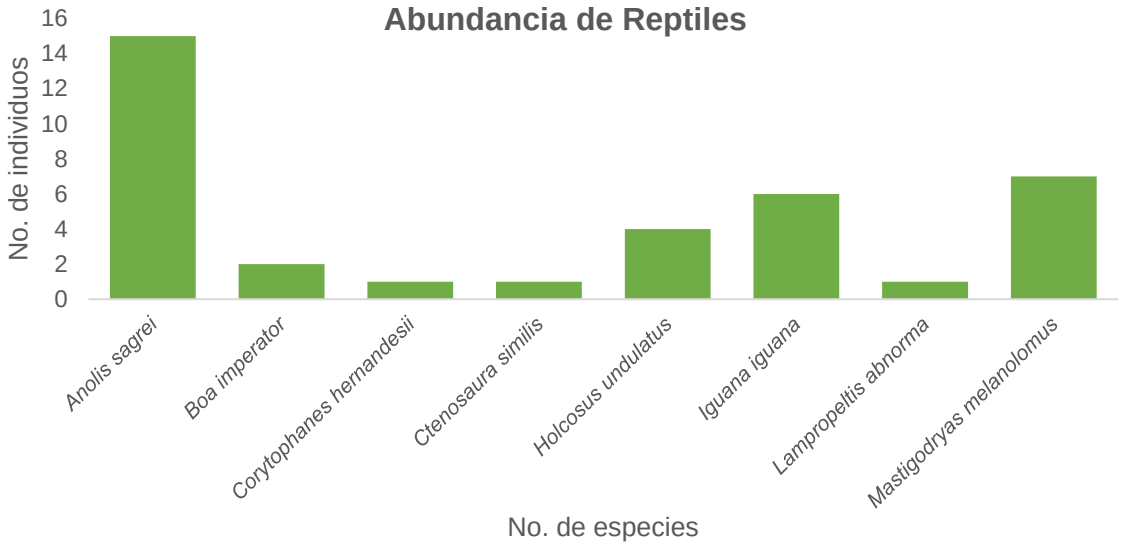


Figura 4.101. Abundancia de reptiles por especie

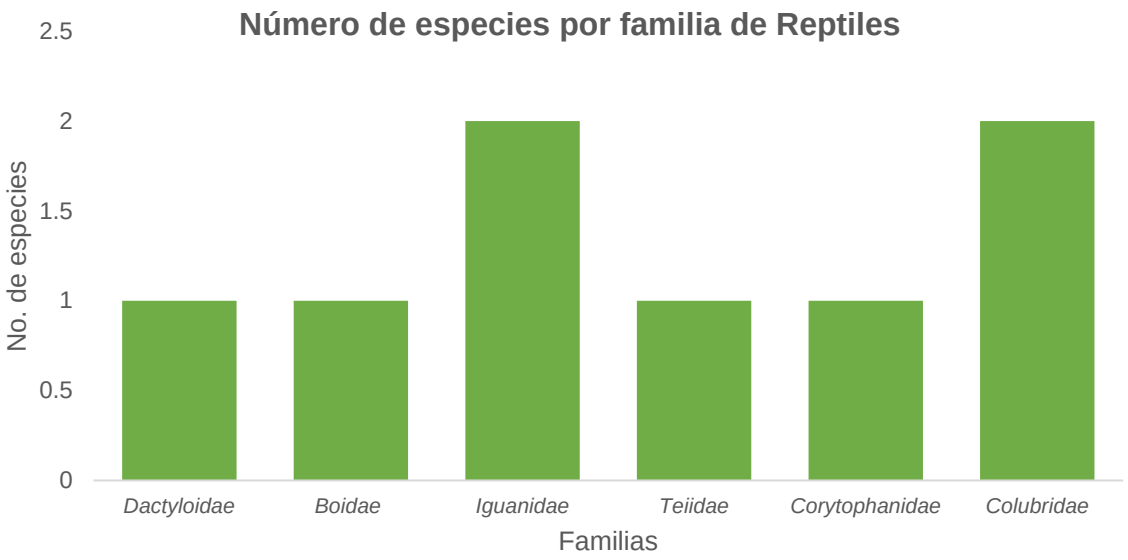


Figura 4.102. Abundancia de reptiles por familia

- **Análisis de diversidad**

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

Tabla 4-94. Resultados de diversidad fauna AP

	GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	ABUNDANCIA	H´	H´MAX	SIMPSON	DMG	J´
AP	ANFIBIOS	5	5	5	16	1.423	1.609	0.281	1.443	0.884
	AVES	25	37	39	322	3.216	3.664	0.055	6.581	0.878
	MAMÍFEROS	5	7	7	40	1.534	1.946	0.303	1.627	0.788
	REPTILES	6	8	8	37	1.667	2.079	0.243	1.939	0.802
TOTAL		41	57	59	415					

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

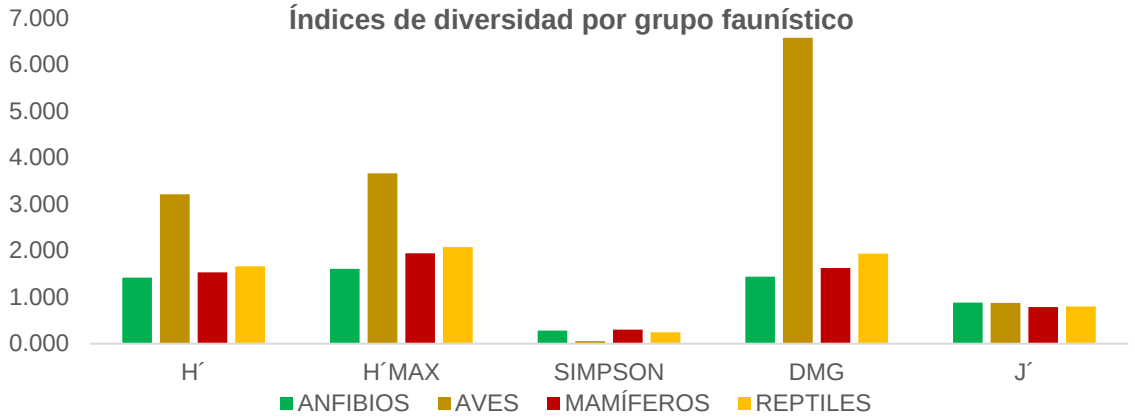


Figura 4.103. Resultados de diversidad por grupo faunístico

Por otra parte, al convertir estos índices de diversidad en números efectivos de especies a través de los números de Hill, encontramos que los anfibios mostraron una mayor equitatividad entre especies registradas de 0q de 5, aquellas comunes 1q de 4.148 y dominantes de 2q de 3.556, arrojando una equitatividad de EF= 0.711. Caso contrario, las aves adquirieron una menor equitatividad con EF= 0.467 con especies registradas de 0q de 39, aquellas comunes 1q de 24.918 y dominantes de 2q de 18.19.

Tabla 4-95. Resultados númros de Hill AP

	GRUPO FAUNÍSTICO	0q	1q	2q	EF
AP	**ANFIBIOS**	5.000	4.148	3.556	0.711
	AVES	39.000	24.918	18.197	0.467
	MAMÍFEROS	7.000	4.637	3.306	0.472
	REPTILES	8.000	5.296	4.111	0.514

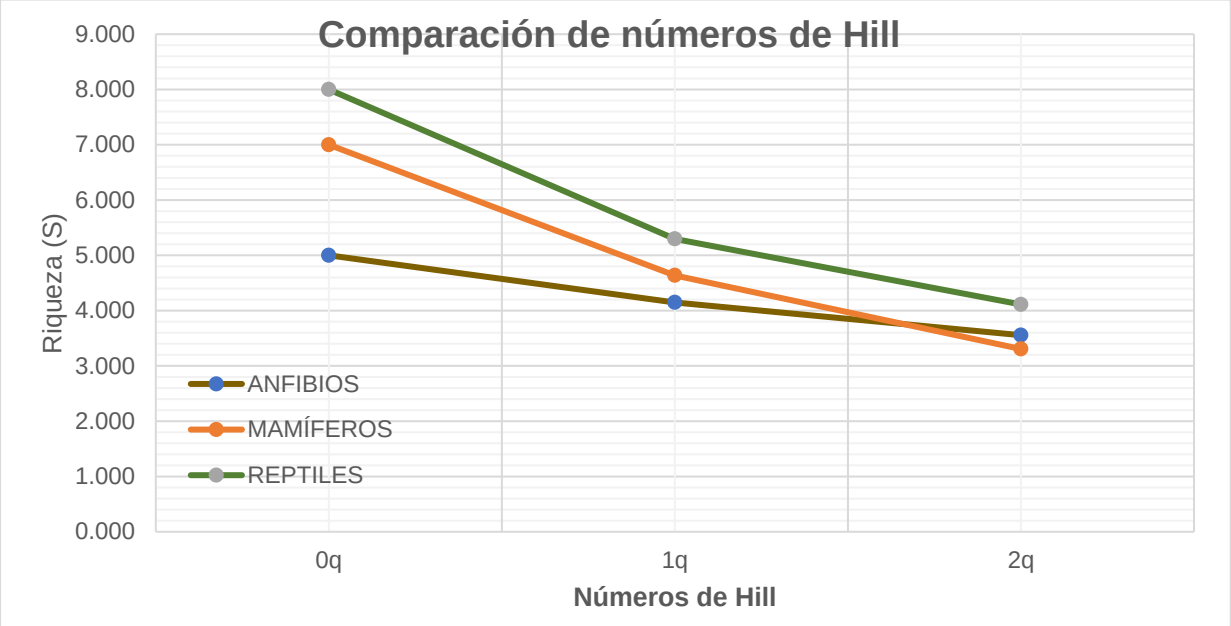


Figura 4.104. Comparación números de Hill

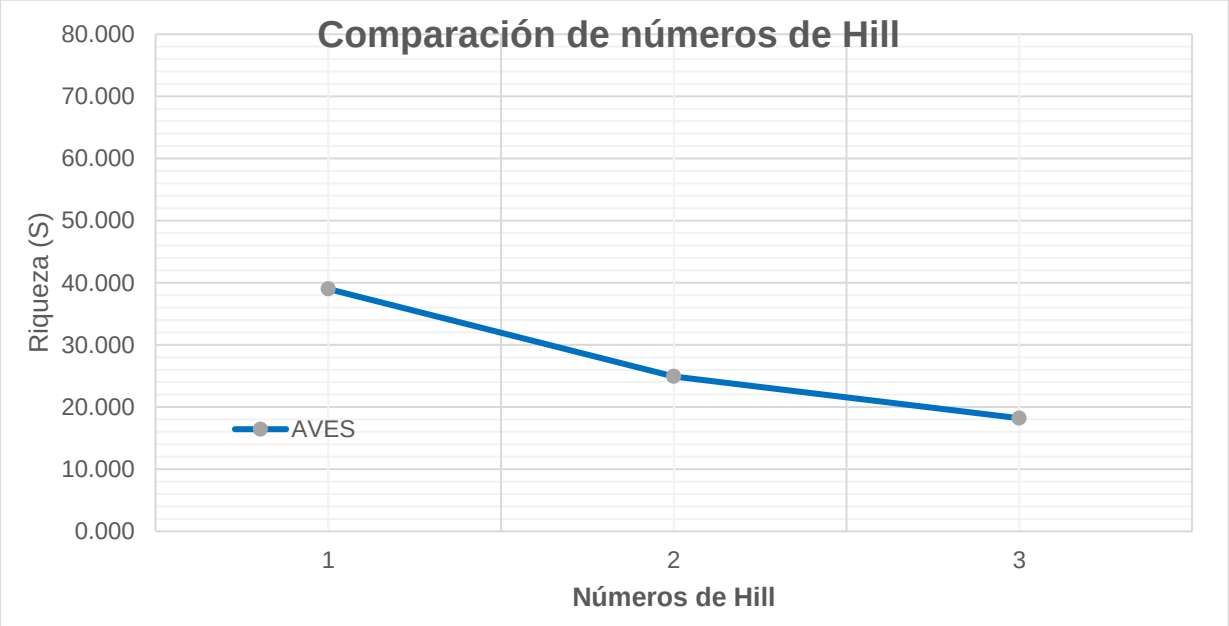


Figura 4.105. Comparación números de Hill aves

4.3.1.16 *Comparación a nivel comunidad por grupo faunístico*

En el caso del grupo de la fauna, de manera general, al comparar la riqueza del SAR con la del AP, se identificó que en esta primera zona se distribuye una mayor cantidad de especies en comparación con esta segunda (89 vs 59), patrón que se repitió a nivel familia y abundancia por grupo faunístico. No obstante, se recalca que las capacidades móviles de la fauna, en particular de las aves, hace que estos atributos de riqueza sean muy parecidos en ambas áreas de caracterización.

Lo cual fue congruente al comparar la riqueza de ambas zonas con la reportada a nivel estatal, en la que el SAR de igual manera presentó la mejor relación faunística. Al igual que en el análisis individual por zona, se identificó que el grupo de las aves fue el mejor representado a nivel riqueza y abundancia, mientras que los anfibios se posicionaron como los de menor ocurrencia dentro de ambas caracterizaciones y su contraste.

Comparación de riqueza y abundancia por grupo faunístico entre SAR y AP

Tabla 4-96. Comparación de grupos faunísticos

GRUPO FAUNÍSTICO	**ESPECIES**		**FAMILIAS**		**ABUNDANCIA**	
ZONA	**SAR**	**AP**	**SAR**	**AP**	**SAR**	**AP**
ANFIBIOS	7	5	7	5	49	16
AVES	64	39	35	25	514	322
MAMÍFEROS	7	7	5	5	52	40
REPTILES	11	8	7	6	61	37
TOTAL	**89**	**59**	**54**	**41**	**676**	**415**

Comparación de la riqueza faunística

En términos de riqueza, de las 89 especies registradas dentro del SAR, 59 ocurrieron dentro de la caracterización de campo dentro del AP,

Tabla 4-97. Comparación listados faunísticos entre SAR y AP.

Grupo faunístico	**Nombre científico**	**Nombre común**	**AP**	**SAR**
Amphibia	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora de invernadero		X
Amphibia	*Smilisca baudinii*	Rana arboricola mexicana	X	X
Amphibia	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	X	X
Amphibia	*Incilius valliceps*	Sapo costero	X	X
Amphibia	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera	X	X
Amphibia	*Agalychnis taylori*	Rana de Arbol de ojos rojos	X	X
Amphibia	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes		X
Aves	*Trogon caligatus*	Coa Violacea Norteña	X	X
Aves	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	X	X

Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	X	X
Aves	*Trogon massena*	Coa cola oscura	X	X
Aves	*Egretta thula*	Garza dedos dorados		X
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico		X
Aves	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos		X
Aves	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	X	X
Aves	*Eucometis penicillata*	Tangara Cabeza Gris	X	X
Aves	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	X	X
Aves	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	X	X
Aves	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado.		X
Aves	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla		X
Aves	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador		X
Aves	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	X	X
Aves	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla	X	X
Aves	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	X	X
Aves	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	X	X
Aves	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	X	X
Aves	*Cyanocorax yncas*	Chara verde		X
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	X	X
Aves	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero Pico Plateado		X
Aves	*Falco columbarius*	Halcón Esmerjón		X
Aves	*Catharus minimus*	Zorzal cara gris	X	X
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	X	X
Aves	*Jacana spinosa*	Jacana Norteña	X	X
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	X	X

Aves	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Huaco		X
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		X
Aves	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas		X
Aves	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	X	X
Aves	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	X	X
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo		X
Aves	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	X	X
Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote común	X	X
Aves	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío		X
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor		X
Aves	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde		X
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	X	X
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	X	X
Aves	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar		X
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	X	X
Aves	*Ardea alba*	Garza blanca	X	X
Aves	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura		X
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		X
Aves	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	X	X
Aves	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	X	X
Aves	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	X	X
Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	X	X
Aves	*Bubulcus ibis*	Garza Ganadera	X	X
Aves	*Setophaga caerulescens*	Chipe azulnegro		X
Aves	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores		X

Aves	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	X	X
Aves	*Butorides virescens*	Garcita Verde		X
Aves	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	X	X
Aves	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	X	X
Aves	*Piranga rubra*	Piranga roja		X
Aves	*Meleagris ocellata*	Pavo o guajolote ocelado	X	X
Aves	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio		X
Aves	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro		X
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		X
Aves	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada		X
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	X	X
Aves	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor		X
Aves	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	X	
Aves	*Butorides virescens*	Garcita verde	X	
Aves	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	X	
Mammalia	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	X	X
Mammalia	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	X	X
Mammalia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	X	X
Mammalia	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle		X
Mammalia	*Procyon lotor*	Mapache	X	X
Mammalia	*Nasua narica*	Coatí	X	X
Mammalia	*Philander opossum*	Tlacuache cuatrojos gris	X	X
Mammalia	*Tayassu pecari*	Pecarí de labios blancos	X	
Reptiles	*Corytophanes hernandesii*	Turipache de montaña	X	
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	X	

Reptiles	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana	X	
Reptiles	*Boa imperator*	Mazacuata	X	
Reptiles	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	X	
Reptiles	*Iguana iguana*	Iguana verde	X	
Reptiles	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra Lagartijjera Común	X	
Reptiles	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	X	
Reptilia	*Boa imperator*	Mazacuata		X
Reptilia	*Corytophanes hernandesii*	Turipache de montaña		X
Reptilia	*Leptodeira polysticta*	Culebra ojo de gato		X
Reptilia	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra Lagartijjera Común		X
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde		X
Reptilia	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana		X
Reptilia	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado		X
Reptilia	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos		X
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa		X
Reptilia	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris		X
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		X
TOTAL			**59**	**89**

42 especies fueron reportadas únicamente en el SAR lo que refleja una diversidad y una calidad ambiental superior.

En el AP se encontraron 8 especies registradas en la NOM 059 Semarnat de las cuales (*Ctenosaura similis*) Iguana negra de cola espinosa, Boa imperator y Meleagris ocellata se encuentran Amenazados y el resto en protección especial.

A continuación, se presenta la tabla:

Tabla 4-98. Comparación de especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 entre el AP y el SA.

Grupo	Nº	Nombre científico	NOM-059		Endemismo		Procer		Cites		IUCN	
			SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP

Amphibia	1	*Lithobates brownorum*	Pr	Pr	NE	NE	SR	SR	SR	SR	LC	LC
Aves	2	*Campephilus guatemalensis*	Pr	-	NE	NE	SR	-	SR	-	LC	-
	3	*Eucometis penicillata*	Pr	Pr	NE	NE	SR	SR	SR	SR	LC	LC
	4	*Eupsittula nana*	Pr	Pr	NE	NE	III	III	II	II	LC	LC
	5	*Meleagris ocellata*	A	A	NE	NE	III	III	III	III	NT	NT
	6	*Passerina ciris*	Pr	-	NE	NE	SR	-	SR	-	LC	-
	7	*Tachybaptus dominicus*	Pr	-	NE	NE	SR	-	SR	-	LC	-
	8	*Tigrisoma mexicanum*	Pr	Pr	NE	NE	SR	SR	SR	SR	LC	LC
	9	*Trogon massena*	Pr	-	NE	NE	SR	-	SR	-	LC	-
Mammalia	10	*Smilisca baudinii*	Pr	-	NE	NE	SR	-	SR	-	LC	-
Reptiles	11	*Boa imperator*	A	A	NE	NE	SR	SR	II	II	LC	LC
	12	*Ctenosaura similis*	A	A	NE	NE	III	III	II	II	LC	LC
	13	*Iguana iguana*	Pr	Pr	NE	NE	SR	SR	SR	SR	SR	SR

Comparación de patrones de riqueza

En términos de riqueza, de las 89 especies registradas dentro de la SA, 47 aparecieron dentro de la caracterización de campo dentro del AP, por lo que la mayoría de los taxones registrados aparecieron dentro del Sistema Ambiental Regional (SA), por lo que no se considera riesgo a nivel especie.

Grupo anfibios

Tabla 4-99 comparativa anfibios

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ZONA			
			SA registrados	SA Nha-1	AP registrados	AP Nha-1
Agalychnis taylori	Rana de Arbol de ojos rojos	Phyllomedusidae	10	7	3	3
Eleutherodactylus planirostris	Rana chirriadora de invernadero	Eleuthrerodactylidae	2	1	0	0
Hypopachus variolosus	Rana termitera	Mycrohylidae	8	5	7	7
Incilius valliceps	Sapo costero	Bufonidae	8	5	3	3
Leptodactylus fragilis	Rana de bigotes	Leptodactylidae	12	8	0	0
Lithobates brownorum	Rana leopardo	Ranidae	5	3	1	1
Smilisca baudinii	Rana arborIcola mexicana	Hylidae	4	3	2	2

Total	**49**	**33**	**16**	**16**

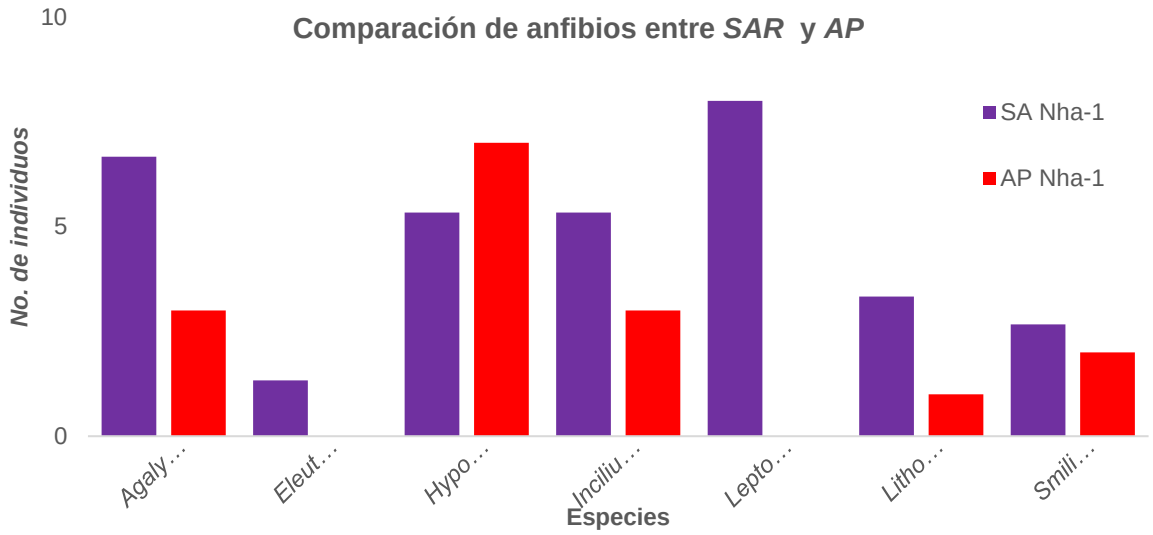


Figura 4.106 comparativa anfibios

Grupo Aves

Tabla 4-100 Comparativa Aves

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ZONA			
		AP registrados	AP Nha-1	SAR registrados	SAR Nha-1
Amazilia rutila	Colibrí Canelo	9	9	9	6.0
Ardea alba	Garza blanca	17	17	10	6.7
Bubulcus ibis	Garza Ganadera	22	22	12	8.0
Buteo albonotatus	Aguililla aura		0	10	6.7
Buteo plagiatus	Aguililla gris	1	1		0.0
Butorides virescens	Garcita Verde		0	14	9.3
Butorides virescens	Garcita verde	1	1		0.0
Campephilus guatemalensis	Carpintero Pico Plateado		0	4	2.7
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	2	2	10	6.7
Cathartes aura	Zopilote aura	9	9	9	6.0

Catharus minimus	Zorzal cara gris	2	2	5	3.3
Charadrius vociferus	Chorlo Tildío		0	7	4.7
Chloroceryle americana	Martín pescador verde		0	8	5.3
Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo	1	1	3	2.0
Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo	2	2	3	2.0
Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca	2	2	2	1.3
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo		0	6	4.0
Coragyps atratus	Zopilote común	4	4	7	4.7
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy		0	19	12.7
Cyanocorax yncas	Chara verde		0	3	2.0
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	2	2	11	7.3
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	3	3	4	2.7
Egretta thula	Garza dedos dorados		0	1	0.7
Egretta tricolor	Garza Tricolor	18	18	14	9.3
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	4	4	11	7.3
Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris	2	2	2	1.3
Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules	4	4	15	10.0
Euphonia hirundinacea	Eufonia garganta amarilla	1	1	3	2.0
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	10	10	17	11.3
Falco columbarius	Halcón Esmerjón		0	4	2.7
Fregata magnificens	Fragata Tijereta	9	9	15	10.0
Herpetotheres cachinnans	Halcón Huaco		0	5	3.3
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	33	33	5	3.3
Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor		0	7	4.7
Jacana spinosa	Jacana Norteña	4	4	5	3.3

Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	4	4	6	4.0
Melanoptila glabrirostris	Maullador negro		0	17	11.3
Meleagris ocellata	Pavo o guajolote ocelado	9	9	17	11.3
Mimus gilvus	Centzontle tropical		0	5	3.3
Myiozetetes similis	Luisito Común	3	3	5	3.3
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	3	3	7	4.7
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado.		0	2	1.3
Passerina ciris	Colorín Sietecolores		0	13	8.7
Patagioenas flavirostris	Paloma morada		0	19	12.7
Pelecanus occidentalis	Pelícano café	10	10	2	1.3
Piaya cayana	Cuclillo Canelo	6	6	12	8.0
Piranga rubra	Piranga roja		0	15	10.0
Polioptila caerulea	Perlita Azulgrís	5	5	6	4.0
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	12	12	12	8.0
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	39	39	31	20.7
Setophaga caerulescens	Chipe azulnegro		0	12	8.0
Setophaga petechia	Chipe amarillo		0	10	6.7
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico		0	1	0.7
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas		0	5	3.3
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar		0	9	6.0
Tachybaptus dominicus	Zambullidor menor		0	31	20.7
Thalasseus maximus	Charrán Real	7	7	2	1.3
Tigrisoma mexicanum	Garza tigre mexicana	6	6	1	0.7
Tringa solitaria	Playero Solitario	6	6	3	2.0
Trogon caligatus	Coa Violacea Norteña	1	1	1	0.7

Trogon massena	Coa cola oscura	11	11	1	0.7
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra	28	28	3	2.0
Vireo flavifrons	Vireo Garganta Amarilla		0	2	1.3
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos		0	1	0.7
Volatinia jacarina	Semillero brincador		0	2	1.3
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	10	10	1	0.7
Total		**322**	**322**	**514**	**343**

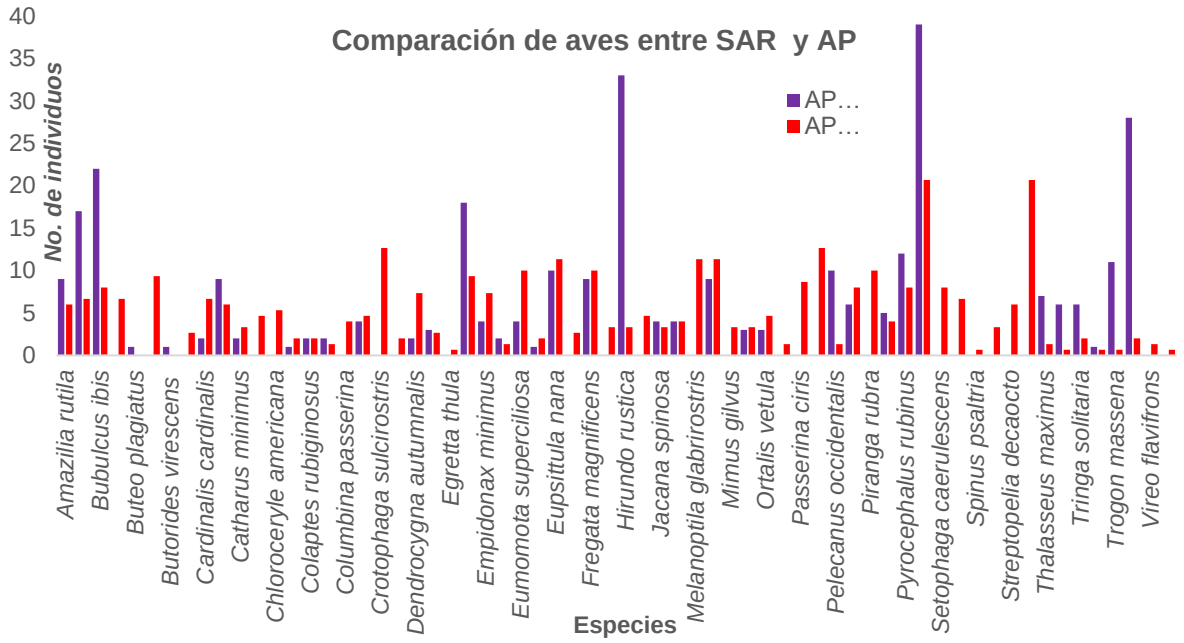


Figura 4.107. Comparativa entre el grupo de las aves

Grupos mamíferos

Tabla 4-101 Comparativa mamíferos

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ZONA			
			SA registrados	SA Nha-1	AP registrados	AP Nha-1
Cuniculus paca	Tepezcuintle	Cuniculidae	8	5	0	0
Didelphis virginiana	Tlacuache	Didelphidae	3	2	7	7

Nasua narica	Coatí	Procyonidae	11	7	20	20
Philander opossum	Tlacuache cuatrojos gris	Didelphidae	17	11	3	3
Procyon lotor	Mapache	Procyonidae	10	7	3	3
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	Sciuridae	2	1	2	2
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Canidae	1	1	2	2
Tayassu pecari	Pecarí de labios blancos	Tayassuidae	0	0	3	3
Total			**52**	**35**	**40**	**37**

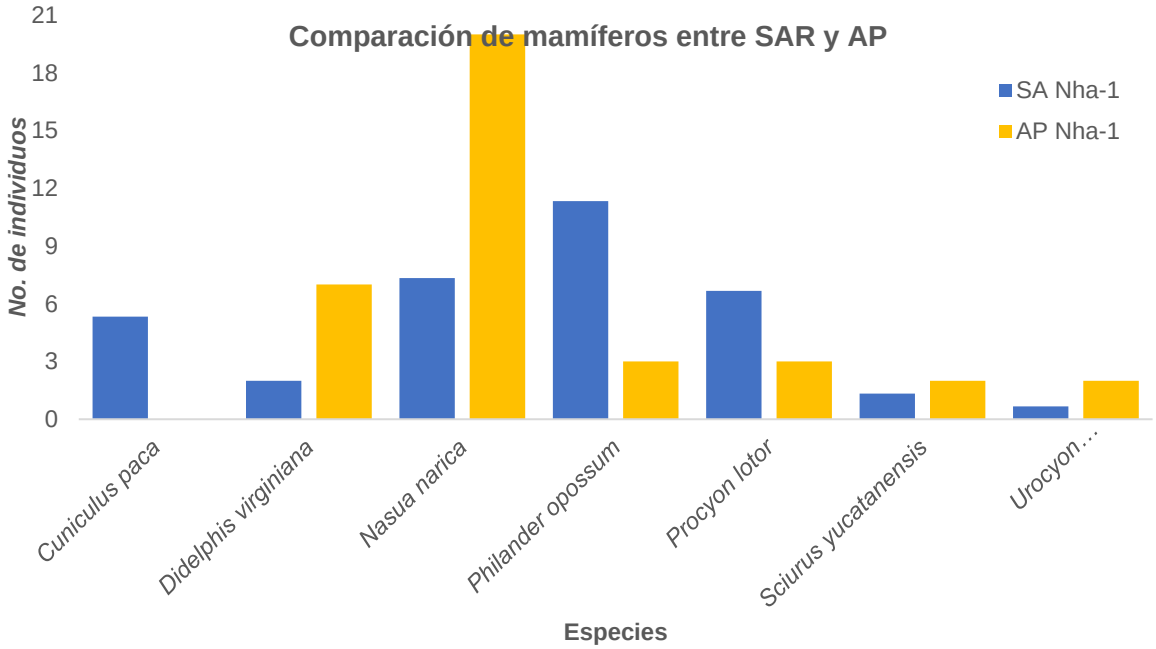


Figura 4.108. Comparativo grupo de los mamíferos

Grupos reptiles

Tabla 4-102 Comparativa reptiles

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ZONA			
			SAR registrados	SAR Nha-1	AP registrados	AP Nha-1
Anolis sagrei	Dactyloidae	Abaniquillo pardo del Caribe	13	9	15	15

Basiliscus vittatus	Corytophanidae	Toloque rayado	7	5	0	0
Boa imperator	Boidae	Mazacuata	1	1	2	2
Corytophanes hernandesii	Corytophanidae	Turipache de montaña	1	1	1	1
Ctenosaura similis	Iguanidae	Iguana negra de cola espinosa	8	5	1	1
Drymobius margaritiferus	Colubridae	Culebra corredora de Petatillos	7	5	0	0
Holcosus undulatus	Teiidae	Lagartija arcoiris	8	5	4	4
Iguana iguana	Iguanidae	Iguana verde	6	4	6	6
Lampropeltis abnorma	Colubridae	Falsa coralillo real centroamericana	6	4	1	1
Leptodeira polysticta	Dipsadidae	Culebra ojo de gato	2	1	0	0
Mastigodryas melanolomus	Colubridae	Culebra Lagartijjera Común	2	1	7	7
Total			**61**	**41**	**37**	**37**

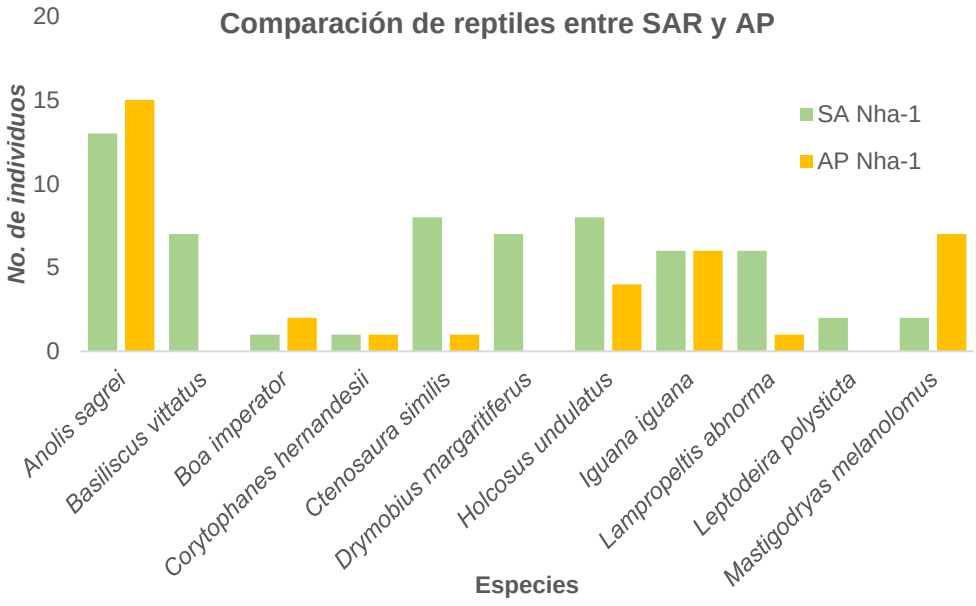


Figura 4.109. Comparación entre el grupo de los reptiles

Comparación de patrones de biodiversidad

Al contrastar los índices de diversidad alfa empleados para la caracterización de los grupos faunísticos por zona de estudio se determinó que la mayor riqueza y diversidad se presentó en la SA, lo cual es congruente por su mejor estado de conservación a nivel ecosistema, albergando una mayor cantidad de especies e individuos por cada una. En ese sentido, las aves se posicionaron con los valores más altos en cada uno de los grupos analizados, lo cual es congruente debido a su mayor capacidad de desplazamiento en un lugar definido, mientras que los anfibios y mamíferos fueron los menos registrados y con los peores valores en cuanto a estas variables se refiere, lo cual puede deberse a la falta de microhábitats que permitan su establecimiento, lo cual atiende al tipo de vegetación que se analiza y la temporada del levantamiento de los datos.

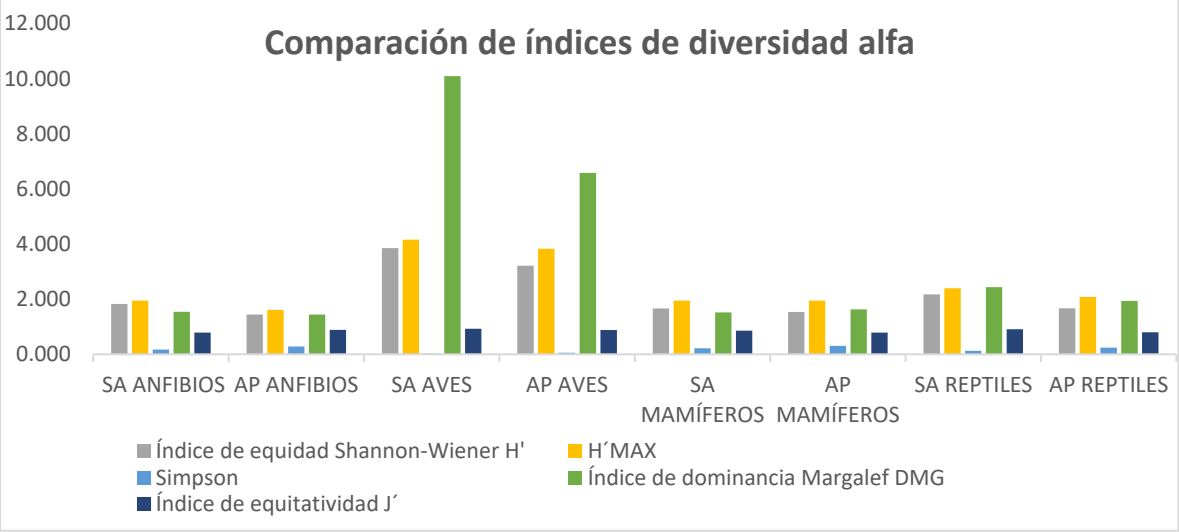


Figura 4.110. Comparación entre índices de diversidad alfa

En el caso de los números Hill, a pesar de que en términos generales la riqueza específica fue mayor dentro de la SA que en el AP, a través de este estimador de biodiversidad, la diversidad en todos los grupos se demostró mayor en la SA, particularmente en el de los reptiles donde se observó una tendencia dispar en el gráfico en comparación con el resto de los grupos donde fue paralelo. Esto puede interpretarse como un indicador de que se establecen más especies raras dentro de la SA que en el AP.

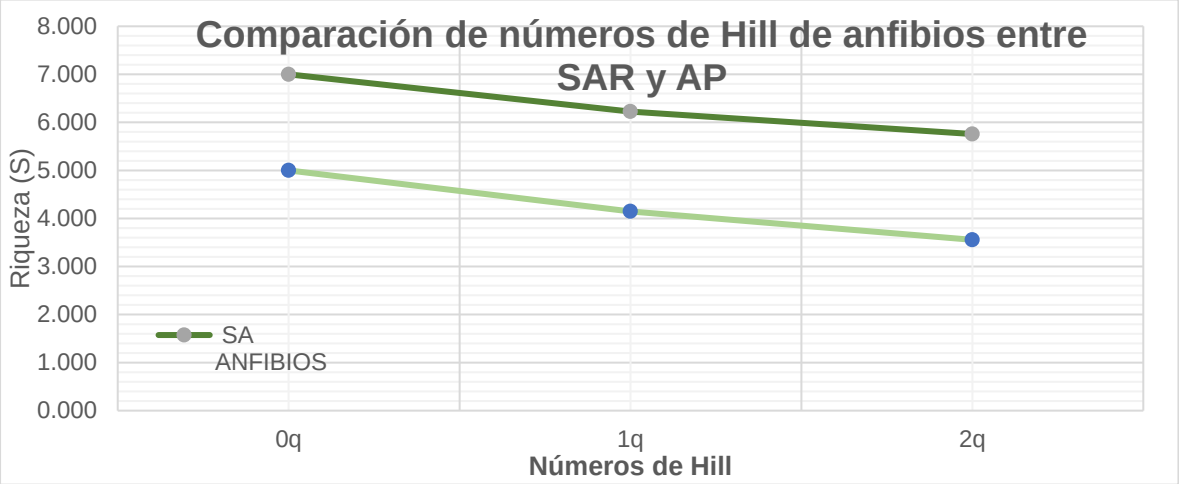


Figura 4.111. Comparación números de Hill anfibios

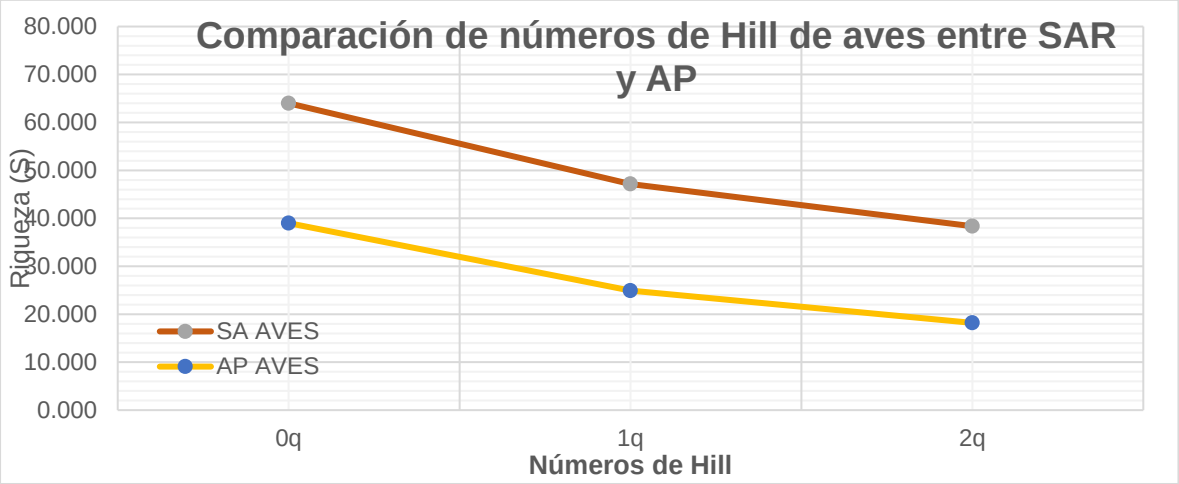


Figura 4.112. Comparación números de Hill aves

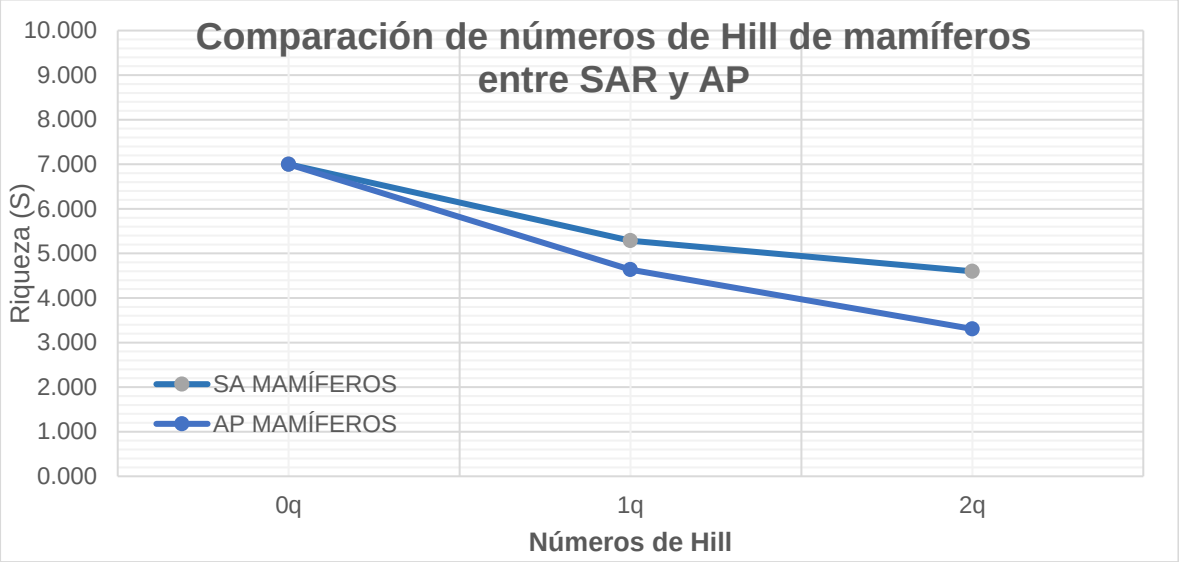


Figura 4.113. Comparación números de Hill mamíferos

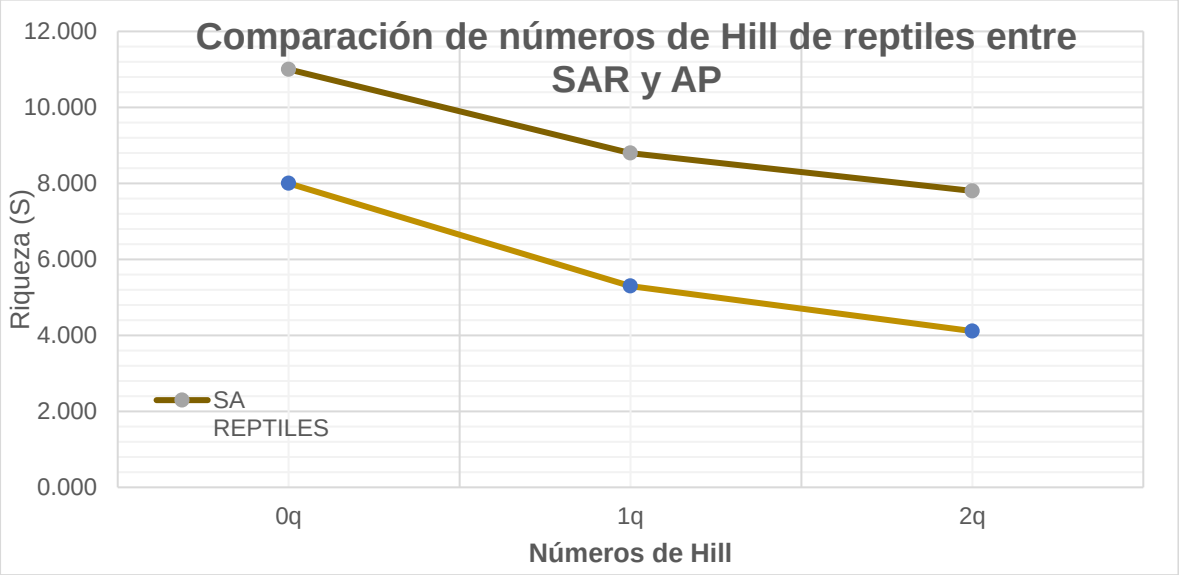


Figura 4.114. Comparación números de Hill reptiles

En el caso de los índices de diversidad beta empleados para agrupar los sitios de muestreo levantados para la caracterización faunística de ambas zonas de este proyecto se identificó lo siguiente. De acuerdo con el índice de Jaccard (Ij) se identificó que los sitios tendieron a agruparse por zona de estudio (valor general de 45%), aunque en algunas unidades muestrales fue clara la combinación de la riqueza tanto del SAR como del AP.

La aplicación del índice de Bray-Curtis (IBC) reflejó una situación similar que el índice anterior (valor general de 60%), la cual se explica a que la fauna, al ser un grupo biológico que puede desplazarse de manera

directa, tiene mayor posibilidad de coincidir dentro de las delimitaciones artificiales establecidas para la caracterización de este proyecto.

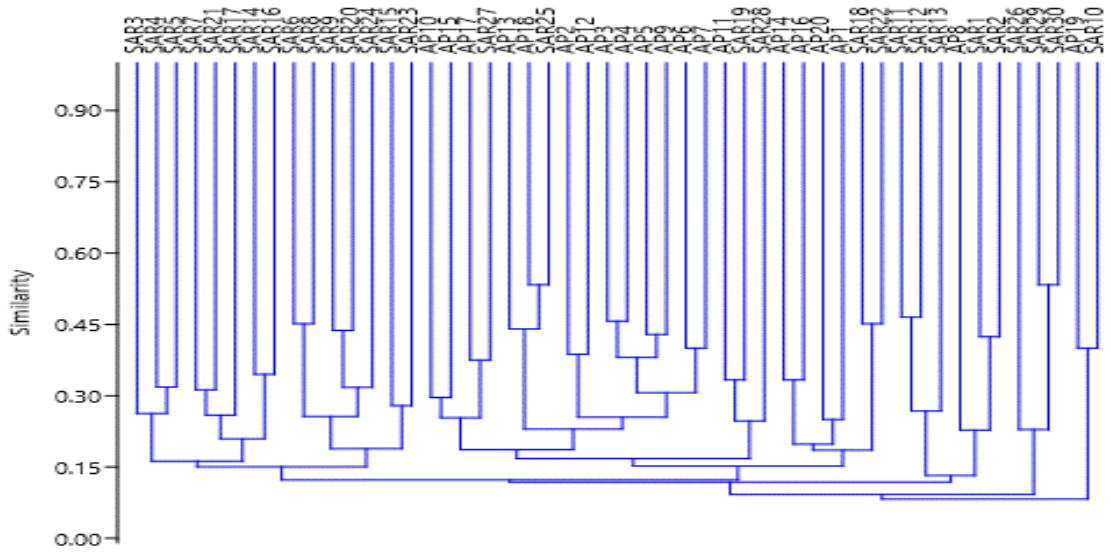


Figura 4.115. Gráfica del indice similitud de Jaccard SAR y AP

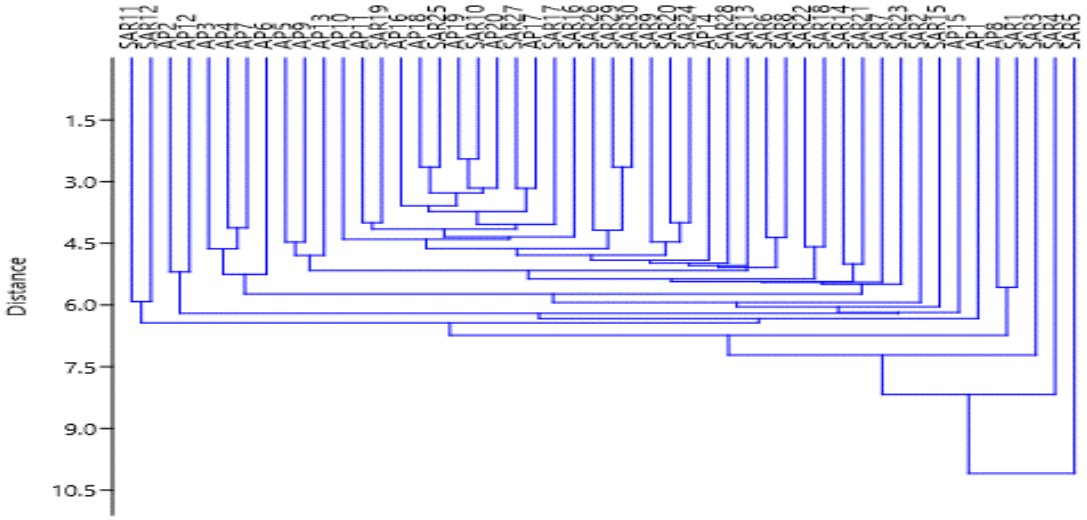


Figura 4.116. Gráfica del indice de distancia de Bray-Curtis entre el SAr y el AP

Se registraron 13 especies dentro del SAR con alguna categoría de riesgo a nivel nacional de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. 10 de ellas se encuentran bajo protección especial (Pr). En tanto, para aquellas amenazadas, se registraron 3 especies *Boa imperator, Meleagris ocellata y Ctenosaura similis*. En el AP se registraron 8 especies en alguna categoría de riesgo, 5 en protección especial y 3 amenzadas *Boa imperator, Meleagris ocellata y Ctenosaura similis*.

En ese sentido, si bien se registraron 8 especies dentro del AP, catalogadas en riesgo nacional, todas estas se distribuyen en una mayor extensión dentro de la República y el país, por lo que sus poblaciones silvestres no corren riesgo en caso de autorizarse el proyecto.



Figura 4.117. Distribución nacional de Litobathes brownorum de acuerdo con Conabio (2023).

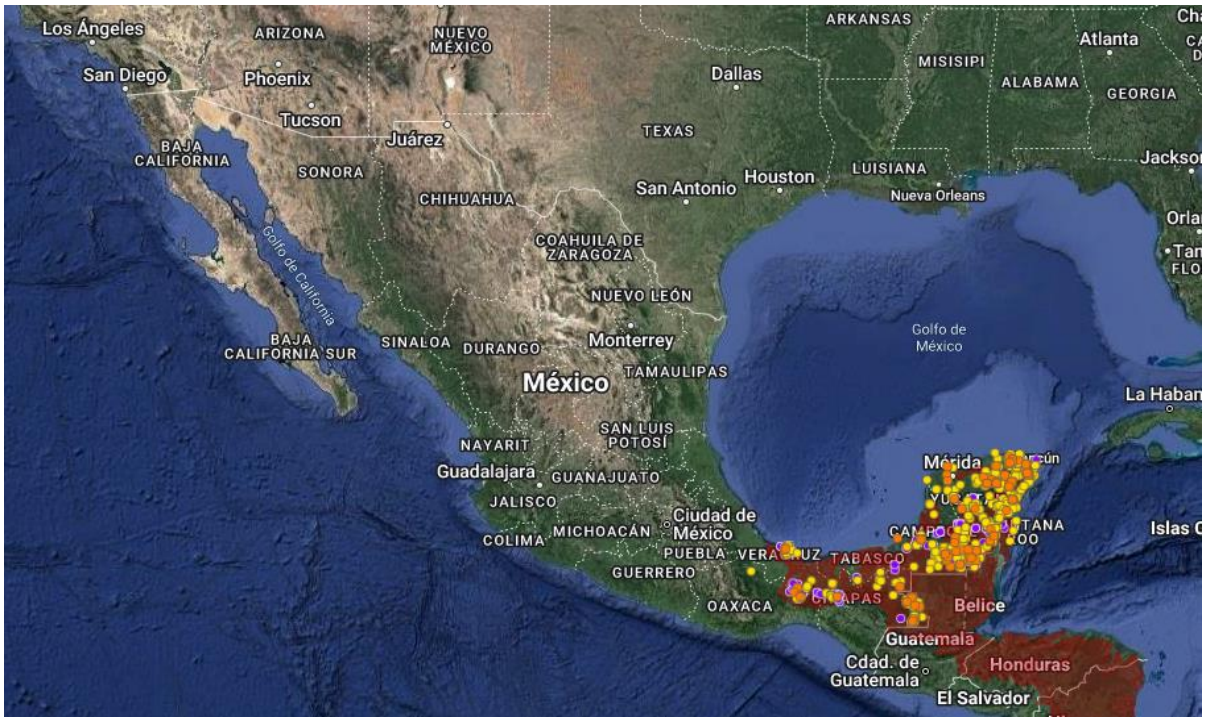


Figura 4.118. Distribución nacional de Eucometis penicillata de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.119. Distribución nacional de Eupsittula nana de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.120. Distribución nacional de Meleagris ocellata de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.121. Distribución nacional de Tigrisoma mexicanum de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.122. Distribución nacional de Ctenosaura similis de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.123 Distribución nacional de Boa Imperator de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.124.Distribución nacional de Iguana iguana de acuerdo con Conabio (2023)

Categoría de riesgo internacional de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)

A través de los registros y especies enlistadas en la lista roja de la IUCN, de las 89 especies registradas en el SA, 83 especies se encontraron en la lista roja de este instrumento, 82 correspondieron a preocupación menor (LC), mientras que sólo 1 como casi amenazada (NT). Para el caso del AP, fueron 55 las registradas en la lista roja de la IUCN. No obstante, a pesar de que estas especies se encuentren en alguna categoría nacional, son compartidas en ambas áreas, y se distribuyen en una mayor extensión dentro de la República y el país, por lo que sus poblaciones silvestres no corren riesgo en caso de autorizarse el AP.

Categoría de riesgo internacional de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (Cites)

Por último, con base en las especies enlistadas en los apéndices de la Cites, 13 especies se registraron dentro del SA de las cuales sólo 6 se enlistaron dentro del apéndice III. Para el AP fueron 12 las registradas dentro de este instrumento. No obstante, a pesar de que estas especies se encuentren en alguna categoría nacional, se distribuyen en una mayor extensión dentro de la República y el país, por lo que sus poblaciones silvestres no corren riesgo en caso de autorizarse el AP.



Figura 4.125. Distribución nacional de Meleagris ocellata de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.126. Distribución nacional de Ortalis vetula de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.127. Distribución nacional de Cuniculus paca de acuerdo con Conabio (2023).

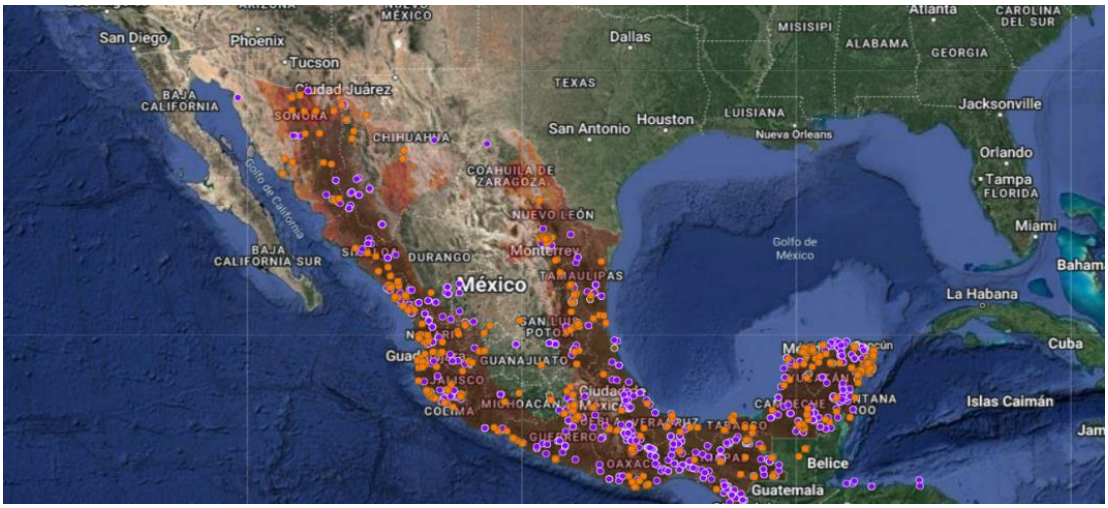


Figura 4.128. Distribución nacional de Nasua narica de acuerdo con Conabio (2023).



Figura 4.129 Distribución nacional de Trogon melanocephalus de acuerdo con Conabio (2023).

4.3.1.17 *Paisaje*

Para el análisis del paisaje del SA, se tomaron en cuenta los siguientes elementos:

1) Potencial estético de la zona o región, 2) deterioro ambiental, y 3) identificación de los elementos visuales favorables. Como es de esperarse los tres están íntimamente relacionados, lo que permite hacer una evaluación global del área. Específicamente, para esta evaluación paisajística se consideró a la geomorfología, la hidrología y la vegetación del área, que son los elementos dominantes del sistema.

Potencial estético

Para evaluar el potencial estético del SA se decidió dividir la zona en dos, agrupadas a partir de los sistemas de topoformas, estas fueron: a) Llanura rocosa de piso rocoso o segmentado y b) Llanura rocosa de transición de piso rocoso o segmentado.

Los sistemas de topoformas en SA corresponden a Llanura rocosa de piso rocoso o segmentado en su mayor parte. Su cubierta vegetal está formada por zona selváticas, por lo que son las de mayor actividad antropogénica debido al fácil acceso. En estas se encuentran los Selva medianas subperennifolia. Las selvas son las que más daño han tenido por el incremento de cultivos y potreros, ya que, al irse incrementado, no solo dañan las áreas de selva, sino que genera áreas de discontinuidad o interrupción de corredores de fauna que ven su efecto en las zonas aledañas. Asimismo, se generan parches de diferentes tamaños en las selvas por la apertura de claros para cultivos en las zonas de medias, teniendo efectos directos en la fauna, principalmente en la herpetofauna y avifauna.

En términos generales, el SA tiene un paisaje con tres niveles de potencial estético: alto en las zonas de selva, tular y manglar, medio donde se ubican los parches de selva con pastizales en las cercanías a algún tipo de influencia de actividades humanas, y bajo que abarca selvas que son zonas prácticamente antropogenizadas ya sea por actividades agrícolas o ganaderas, y/o por asentamientos humanos, comúnmente irregulares.

Deterioro ambiental

El deterioro visual en el SA, este es de medio a alto dependiendo de la zona de afectación. Los factores principales son las actividades humanas en especial las actividades ganaderas y la agricultura. En cuanto a este último punto, corresponde a algunos remanentes de selva, pero que ya es tal la transformación que son prácticamente cultivos y pastizales. Un aspecto importante del deterioro ambiental se refleja en la disminución de la conectividad entre los parches de vegetación natural.

Los parches de vegetación van cambiando de tamaño y forma, a causa de las actividades humanas que involucran un cambio de uso de suelo, lo que genera un aislamiento en las poblaciones que en ellos habitan, y propicia ambientes para otras poblaciones que antes eran ajenas a esos tipos de vegetación. Los parches de selva en el SAR se han visto afectados por el cambio de uso de suelo. Es posible observar que parches grandes solo están al Norte, Centro y Suroeste del SA pero que ya tiene signos importantes de inicio de deterioro por la intrusión de áreas de cultivo.

La selva provee de servicios ambientales, como captura de carbono, favorece el ciclo hidrológico, y por su humedad un excelente hábitat para la fauna de anfibios, aves y mamíferos. Estos servicios y muchos más estarían en peligro de desaparecer en los parches, si no se trata de minimizar el deterioro generado por las actividades humanas.

Identificación de los elementos visuales favorables

Como se ha mencionado en la selva mediana subperennifolia del SA, la cual es el tipo de vegetación presente aún tiene buen estado de conservación lo que los constituye como elemento visual favorable que proporciona calidad escénica al paisaje donde se ubica, y que normalmente se relaciona con geoformas con pendientes más planas. El daño que las actividades humanas ocasionan al paisaje, y la posibilidad de que estas actividades incrementen, favorecerá la contaminación, la erosión, y la pérdida de la calidad escénica del área, por lo que su conservación es importante.

En conclusión, el análisis paisajístico indica que el SA es un paisaje con una alteración media, con una intervención antropogénica media, donde las actividades humanas no están delimitadas. Lo anterior ha generado remanentes de vegetación que tienen afectaciones significativas en la conectividad.

En términos de conservación el SA se podría considerar como un paisaje seminatural, con una fragilidad alta-media dependiendo el tipo de cobertura que se maneje. Asimismo, este paisaje presenta factores de disturbio detonantes para incrementar la fragmentación, y degradar en algunos años el valor paisajístico del área.

a) Medio socioeconómico

d.1) Municipio de Felipe Carrillo Puerto

- **Demografía**

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020, el municipio de Felipe Carrillo Puerto tiene una población total de 83,990 habitantes, de los cuales 41,954 son hombres y 42,036 mujeres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (8,954 habitantes), 5 a 9 años (8,619 habitantes) y 15 a 19 años (8,576 habitantes). Entre ellos concentraron el 31.1% de la población total (Data Mexico, 2024).

Tabla 4-103. Demografía del Municipio Felipe Carrillo Puerto

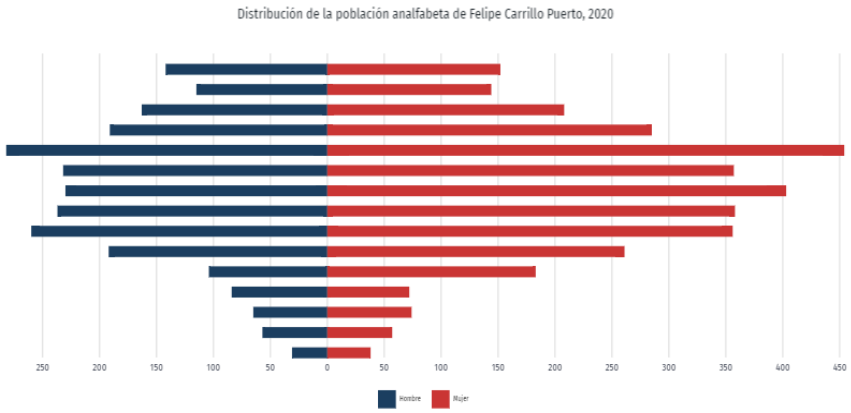
Indicador	En el municipio	En la entidad	% de població en el municipio respecto a la entidad
Población (número de personas), 2020 1	83990	1857985	4.52%
Población de mujeres	42036	921206	4.56%
Población de hombres	41954	936779	4.47%
Población con discapacidad	3998	67005	5.96%
Población indígena	69764	423166	16.48%
Población afromexicana	2541	52265	4.86%
Población adulta mayor (65 años y más)	5516	81731	6.74%

- **Marginación y desarrollo social**

El municipio de Felipe Carrillo Puerto tiene un grado de marginación **Medio**.

La tasa de analfabetismo de Felipe Carrillo Puerto en 2020 fue de 9.9. Del total de la población analfabeta, 41.2 correspondió a hombres y 58.8% a mujeres.

La población de personas que no saben leer y escribir se consideran a partir de los 15 años y más que no sabe leer ni escribir.



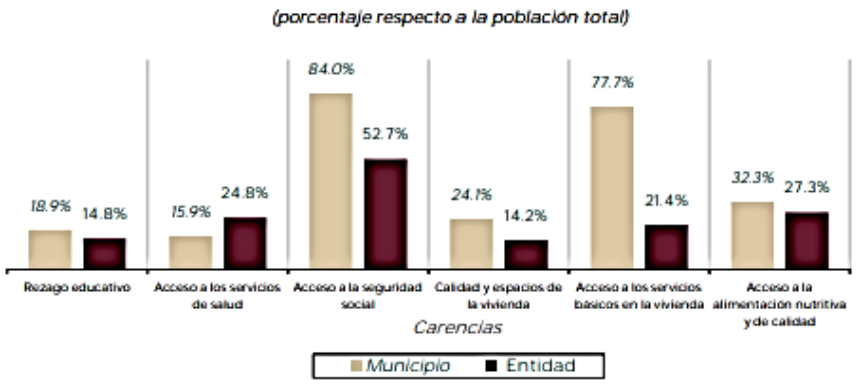
Fuente: Data de México, 2020.
Figura 4.130. Distribución de la población analfabeta de Felipe Carrillo Puerto

- **Servicios de Salud**

El Municipio de Felipe Carrillo Puerto se encuentra considerado como uno de los municipios del estado de Quintana Roo con mayor pobreza, en cuanto a los accesos de salud se considera el mayor porcentaje en atención de medicina general y/o familiar con el 48.2% seguida de la medicina preventiva con un 28.9 % y odontología con un 7.89% los de más recursos hospitalarios tienen un menor porcentaje lo que denota la necesidad de más centros hospitalarios.

Tabla 4-104. Demografía del Municipio Felipe Carrillo Puerto

Indicadores de carencias sociales en el municipio o demarcació territorial			
Carencia	**Número de personas**	**Carencia**	**Número de personas**
Rezasgo educativo	20,230	Calidad y espacios de vivienda	25, 775
Acceso a los servicios de salud	17, 038	Servicios básicos en la vivienda	83, 111
Acceso a la seguridad	89,878	Acceso a la alimentación nutritiva y de calidad	34, 821



Fuente: Elaborado por la Dirección General de Planeación y Análisis (DGPA), Secretaría de Bienestar, con datos de la Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL, con información de INEGI 2020.

Figura 4.131. Porcentaje de carencias sociales en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto

- **Características económicas**

Debido a que no se presenta información del municipio a continuación se mencionan los datos que corresponden a la entidad feverativa de Quintana Roo.
En el tercer trimestre de 2023, la tasa de participación laboral en Quntana Roo fue de 65.5, lo que indico una disminución de 0.05 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior.
La tasa de desocupación fue de 2.74%, lo que implico un aumento de 0.34 puntos porcentuales al trimestre anterior (2.4%).

- **Consideraciones finales**

La información sociodemográfica anterior permite llegar a las siguientes consideraciones:

- La estructura de la población descansa en los adultos en etapa productiva, con una baja proporción de la clase de edad más joven y una proporción creciente de pobladores que pertenecen a las clases de mayor edad.

- El porcentaje de etnicidad es casi 9% de la población, predominando la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español.

- La población con discapacidad o disminución de capacidad se asocia a la estructura de edades de la población, ya que las mayores proporciones corresponde a las categorías motora y visual que se asocian a una condición de mayor edad.

- La condición de analfabetismo es ligeramente superior al 4% de la población y su mayor porcentaje está en la población de 8 a 14 años; que se asocia a personas de elevada marginación.

- El acceso a la educación básica indica casi la mitad de la población infantil no accede a la educación preescolar; porcentaje que se reduce significativamente en la educación primaria y secundaria. En el caso de la educación media y superior se observa una disminución significativa de asistentes a las escuelas, que se asocia al abandono de estudios para participar en el mercado laboral.

- La institución de salud que brinda la mayor cobertura es el IMSS seguido del INSABI que atiende a la mayor parte de la población que cuenta con servicios institucionales. Sin embargo, existe una población superior a 25% que no cuenta con servicios de salud y se asocia a la población carente de empleos o actividad laboral que cuenten con dicha prestación.

- La PEA resulta significativa debido a la estructura de edades de la población y es importante la participación femenina que significa las dos quintas partes del total. La Población Ocupada representa casi 70% de la PEA y en ella existe son similares los porcentajes de participación femenina y masculina. En ambos casos, resulta importante la participación del trabajo femenino en la economía de Cancún.

4.2.3. Diagnóstico ambiental

La ejecución del proyecto "Camino Artesanal Puerta Al Mar De Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, Q. Roo", a pesar de las complicaciones ambientales que pueda llegar a tener, tiene una gran importancia económica y social, principalmente para mejorar el desarrollo y conectividad de los poblados y al mismo tiempo de sus habitantes, siendo este el municipio de Solidaridad, Quintana Roo el sitio beneficiado con este proyecto dónde la actividad principal en la agricultura y la extracción de materiales pétroeos, así como el turismo.

Las propiedades ambientales del SAR dependen de las características del medio físico que por sus condiciones han favorecido ciertas asociaciones vegetales y de fauna, que han sido modificadas por las actividades humanas.

La calidad del Sistema Ambiental Regional en cuanto al paisaje actual es alta de manera general, sin embargo, hay secciones donde la calidad es menory depende mucho de la zona a la nos estemos refiriendo (zonas muy conservadas o zonas antropogenizadas), ya que en cada área del SAR el paisaje cambia de acuerdo con la topoforma, tipo de vegetación y uso de suelo. En las áreas con sistema de topoforma de llanura de depósitos lacustre con lomerío la calidad del paisaje es de media a baja. En gran medida lo anterior tiene que ver con la incidencia directa de las actividades humanas, ya que debido a que las que en cada zona del SAR la calidad de paisaje de Baja a Moderada presenta las pendientes menores al 5 %, lo que permite el desarrollo de actividades agrícolas y en menor medida pecuarias principalmente.

Asimismo, con el objeto de establecer una forma más precisa la Calidad Ambiental del SAR, a continuación, se analizan indicadores ambientales que pueden definir los parámetros que puedan proporcionar información relativa a cómo va evolucionando el Sistema Ambiental Regional y sus componentes con la influencia de las obras y actividades que contempla el Proyecto en sus etapas de implementación.

e.1.) Descripción detallada de los componentes del Sistema Ambiental Regional con base en indicadores

La utilización de indicadores es un medio que se ha reconocido con el tiempo para investigar las tendencias y minimizar los riesgos en estrategias de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación. El éxito o el fracaso de las acciones enfocadas a la rehabilitación de un ecosistema pueden evaluarse y medirse con mayor facilidad con la aplicación de indicadores ambientales. De esta forma los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el desempeño y avance de las acciones para restablecer las condiciones ambientales.

Los indicadores utilizados que nos permitirán establecer el nivel de afectación del Proyecto se dividieron en dos aspectos fundamentales: el Abiótico y el Biótico. A continuación, se realiza una descripción de los componentes del SAR con base en estos indicadores de cambio. (Ver Tabla siguiente).

Tabla 4-105: Indicadores medibles y cuantificables de cambio en el sitio del Proyecto y SA.

Factor	Componente Ambiental	Indicador
Abiótico	Aire	Calidad del Aire Nivel de ruido
	Suelo	Estabilización del suelo

Factor	Componente Ambiental	Indicador
Bióticos	Geomorfología	Contenido en la materia orgánica y presencia de microorganismos Calidad del suelo Estado del estrato herbáceo y arbustivo Aparición de fenómenos significativos como son: erosión laminar o la formación de canalillos. Estabilización de la superficie de rodameinto
	Hidrología	Calidad del Agua
	Vegetación	Porcentaje de Cobertura Vegetal Diversidad y Abundancia de especies Sucesión y Estructura
	Fauna	Composición de las comunidades faunísticas Estructura de las comunidades faunísticas Funcionalidad de corredores biológicos

Aire y ruido. En este caso debido a que los indicadores de estos componentes ambientales son: La Calidad del Aire y los Niveles de ruido, se debe dejar claro que en el Sistema Ambiental Regional dichos indicadores presentan niveles bajos, los sitios en donde actualmente se tienen los niveles más altos corresponden a la zona urbana o Ciudad de Felipe Carrillo Puerto. Asimismo, en las zonas en donde se desarrollan actividades agrícolas la generación de polvos, emisiones y ruidos son en periodos intermitentes y temporales. En la zona del Proyecto y durante las etapas de preparación del sitio y ejecución la calidad del aire dependerá básicamente del estado en que se encuentren los vehículos pesados y la maquinaría utilizada por lo que se deberán observar las Normas Oficiales Mexicanas: NOM- 41-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017. En lo que respecta a la dispersión de partículas por movimientos de tierra deberán preverse las acciones necesarias para que la dispersión no sea tan alta que pueda dañar a la población y a otros componentes ambientales como la flora y la fauna.

En lo referente a los niveles de ruido en el SAR, actualmente presentan una tendencia muy similar al nivel de la calidad del aire. El ruido es generado por actividades humanas. La zona del Proyecto presenta muy bajos niveles de ruido, en general los sonidos que ahí se escuchan son los producidos por la poca actividad humana en su caso y los de forma natural por el viento, la fauna, pero estos no se consideran ruidos contaminantes. Al inicio del Proyecto los ruidos incrementarán, no obstante, serán temporales, estos serán producidos por el uso de la maquinaria y equipos, así como, posibles deslizamientos o los producidos por las excavaciones entre otros; en este caso deberán observarse las NOM-080-SEMARNAT-1994. Los ruidos que se Generen en la etapa de operación sobre el Proyecto serán similares o menores a los producidos en las zonas urbanas.

Suelo. Relativo a este factor se debe establecer que el SAR cuenta con varios tipos de suelo de acuerdo con INEGI, los cuales consisten en: Leptosol (LP), Arenosol (AR), Luvisol (LV), Gleysol (GL) y Solonchak (SC) los cuales están compuestos con diferentes grupos calificadores para las propiedades del suelo son los más predominantes. Estos suelos cuentan con diferentes niveles de conservación en el SAR, pues los más

afectados se ubican en las zonas en donde se desarrollan actividades humanas (como las urbanas, las actividades agrícolas y en menor medida pecuarias) además que se encuentran expuestos a la erosión eólica principalmente; los suelos que presentan un uso predominantemente forestal, se encuentran en buen estado de conservación, su degradación se da por la erosión hídrica y antrópica en menor medida y mayormente por la erosión eólica.

Durante la ejecución del proyecto y de forma muy puntual sobre superficies de construcción los suelos que en apariencia tendrían mayor índice de afectación son los que se encuentran en zonas con lomeríos y donde se realizará la compactación, sin embargo, cabe destacar que en la SAR la topografía presenta muy poca elevación por consiguiente la afectación será menor a lo previsto si el proyecto estuviera en un área escarpada. La afectación que pudiera presentarse por el proyecto podría reducirse al mínimo si se hace un planteamiento adecuado para el rescate y conservación de suelos y en conjunto con el programa de reforestación se planteen medidas de compensación lo que propiciaría el desarrollo de un suelo de mayor calidad a lo largo de las zonas afectadas en un mediano y largo plazo, con el Proyecto no se considera una afectación relevante de este recurso en el SAR.

La supervisión de la evolución de los suelos se debe hacer por medio de caracteres observables y que reflejen la acción de los procesos formadores de estos. Las características observables de un suelo son las relacionadas con su disposición en horizontes. A veces estos procesos permiten interpretar o incluso predecir el comportamiento de las plantas y la tendencia del suelo frente a cambios de uso. Una prospección edafológica adecuada tiene en consideración propiedades relacionables con la formación del suelo y con su tendencia en el uso del suelo.

Geomorfología. Los indicadores de este componente ambiental refieren a la modificación del relieve original; en este sentido en la zona del SAR la modificación más dramática se realizó con la nivelación de terrenos para el desarrollo de la agricultura y las zonas urbanas.

No se considera que existan impactos significativos a la geomorfología del AP, toda vez que las obras se desarrollarán sobre el camino existente, así mismo, todo el material geológico que sea neceario será obtenido de bancos de préstamo autorizados por la autoridad estatal.

Hidrología. Referente a este factor ambiental es preciso mencionar que los indicadores que se evalúan son la calidad del agua y la interrupción del patrón de drenaje de los cursos de agua presentes en el SAR de forma cualitativa. Como es bien sabido uno de los factores preponderantes para la degradación de los componentes ambientales y en este caso los relativos a la hidrología sean afectados es la exposición de estos a las actividades y explotación humana, en el caso de la zona de emplazamiento del Proyecto, no se intervendrán cuerpos de agua y se encausarán los escurrimientos aguas abajo con la construcción de canaletas de desvío a los lados del camino una vez rehabilitado, así como obras de drenaje a lo largo del trazo.

Vegetación. El cambio de uso de suelo forestal a otro tipo de uso humano es el factor más importante que amenaza la integridad y permanencia de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad en el Sistema Ambiental Regional Regional, ya que la actividad que impulsa el cambio de uso de suelo es la expansión urbana, el crecimiento demográfico y de infraestructura por ejemplo, que aunado con el elevado nivel de consumo, demanda de servicios y producción de desechos de la población urbana, ejercen una considerable presión en los mismos. En este caso, en el SAR se encontraron 3 tipos de vegetación y así como diferentes tipos de uso de suelo como se resume a continuación:

Tabla 4-106. *Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la SAR según el SIGEIA.*

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de información	Grupo de vegetación	Desarrollo de la vegetación	Clave de fotointerpretación	Tipo de vegetación/Vegetación Secundaria	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (ha)	Porcentaje
ADV	Complementaria	Desprovisto de vegetación	No aplicable	ADV	Desprovisto de vegetación	2141569879	15.15180705	0.01 %
AH	Complementaria	Asentamientos humanos	No aplicable	AH	Asentamientos humanos	2141569879	595.9786183	0.29 %
DV	Ecológica-Florística-Fisonómica	Sin vegetación aparente	No disponible	DV	Sin vegetación aparente	2141569879	516.1629383	0.25 %
H2O	Complementaria	Cuerpo de agua	No aplicable	H2O	Cuerpo de agua	2141569879	941.6569521	0.45 %
PC	Agrícola-Pecuaria-Forestal	Pastizal cultivado	No aplicable	PC	Pastizal cultivado	2141569879	169.2072194	0.08 %
PT	Ecológica-Florística-Fisonómica	Vegetación hidrófila	Primario	PT	Vegetación de petén	2141569879	998.1282244	0.48 %
SBQ	Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva espinosa	Primario	SBQ	Selva baja espinosa subperennifolia	2141569879	18325.77196	8.80 %
SMQ	Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva perennifolia	Primario	SMQ	Selva mediana subperennifolia	2141569879	102246.9984	49.10%
TA	Agrícola-Pecuaria-Forestal	Agricultura de temporal	No aplicable	TA	Agricultura de temporal anual	2141569879	925.9782324	0.44 %
VM	Ecológica-Florística-Fisonómica	Vegetación hidrófila	Primario	VM	Manglar	2141569879	19429.53202	9.33 %
VSa/SMQ	Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva perennifolia	Secundario	VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	2141569879	1666.520206	0.80 %
VSA/SMQ	Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva perennifolia	Secundario	VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2141569879	14520.71041	6.97 %
VSa/VM	Ecológica-Florística-Fisonómica	Vegetación hidrófila	Secundario	VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	2141569879	334.7667198	0.16 %
VT	Ecológica-Florística-Fisonómica	Vegetación hidrófila	No disponible	VT	Tular	2141569879	46864.17432	22.50%
VU	Ecológica-Florística-Fisonómica	Vegetación de dunas costeras	Primario	VU	Vegetación de dunas costeras	2141569879	688.9472239	0.33 %
							208,239.69	100.00%

El tipo de vegetación que presenta mayor superficie dentro del SA es la Selva mediana subperennifolia (SMQ) incluyendo sus vegetaciones secundarias seguida de Tular y Manglar incluyendo sus vegetaciones secundarias. El resto de las coberturas vegetales nativas no alcanzó más del 2% de representatividad.

El Proyecto no requiere realizar cambio de uso de suelo, debido a todo el se diseñó sobre la superficie del camino de terracería existente y área sin vegetación aledañas al trazo del camino.

Fauna. En relación con este componente ambiental, es importante establecer que actualmente al norte, cetro y sureste del SAR existe un corredor biológico que cumple con las cinco funciones biológicas de hábitat, desplazamiento, selección, refugio, y reproducción en donde se alberga fauna local. Lo anterior ratifica que el SAR actualmente existen zonas muy específicas con buena calidad ambiental.

De acuerdo con los indicadores antes mencionados, se determina que el cambio o modificación de los componentes ambientales no se extenderá más allá de un kilómetro siendo imperceptible para la superficie del SAR a excepción de la Fauna; por lo cual de cada indicador se estableció el proceso de cambio que podrían estar modificando las condiciones ambientales en el sitio del proyecto y superficies adyacentes, por lo que se determinó el Área de Influencia directa del Proyecto, permitiendo con esto de acuerdo a características físicas y biológicas similares evaluar con mayor precisión la calidad ambiental de forma integral en el sitio de emplazamiento del Proyecto. Se estableció la relación de los indicadores y sus procesos de cambio; con esto no debe entenderse que las actividades humanas deben de parar, sino que es más bien tiempo de establecer lineamientos y políticas ambientales de aplicación con cada Proyecto que se ejecute o implementen de forma integral.

Conclusión

Con base en los resultados y análisis realizados en el área de proyecto y su Sistema Ambiental Regional se concluye que: Los procesos de cambio que sufrió el sitio de proyecto han sido pocos, los mismo se observan de manera clara en las cercanías a la cabecera municipal de Felipe Carrillo Puerto, estos cambios obedecen al desarrollo de las actividades antropogénicas que se han realizado dentro del mismo a través de los años, principalmente con la construcción del camino artesanal, el antiguo trenmilitar y los asentamientos humanos que han traído el desarrollo de actividades económicas como son la agricultura y ganadería, cabe señalar que dentro del área de influencia de la reserva así como dentro de su subzonificación, los impactos mencionados son menos evidentes e incluso nulos, únicamente el dejado por el antiguo tren militar cuyo trazo se utiliza actualemente como camino interno de la reserva hacia la playa y el faro del Vigía el Chico, debido a esto se vuelve imperativo el tomar en consideración todas las medidas necesarias para garantizar la salvedad de las especies que aquí se encuentran así como la calidad escénica que el área ofrece.

Se puede establecer que el principal proceso de cambio identificado en la superficie de influencia directa por parte del Proyecto, lo constituye la intervención humana, mismo que ya se dio durante la construcción del antiguo tren militar hoy camino artesanal existente.

Normalmente el ser humano es pionero de actividades de desarrollo en las superficies de más fácil acceso, las principales actividades, se desarrollan en superficies que permiten un libre acceso, con ello, inicia la pérdida de vegetación natural o su modificación a vegetación introducida cambiando el uso del suelo, con el paso del tiempo y dependiendo del desarrollo económico de la zona es que las poblaciones van creciendo o en su caso se van estancando.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD: PARTICULAR PROYECTO “CAMINO ARTESANAL PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO. Q. ROO.”

CAPITULO V

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



5. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 3

5.1 Descripción de la metodología a utilizar para la identificación u evaluación de los impactos 3

5.2 Justificación 4
5.2.1 Indicadores de impacto..... 4

5.3 Identificar los factores ambientales que se modifican de manera positiva y negativa por el proyecto, considerando los impactos acumulativos y su afectación dentro del área de estudio y su zona de influencia 5

5.4 Identificación de Impactos ambientales.....7
5.4.1 Generadores de Cambio 7
5.4.2 Identificación de impactos ambientales 8

5.5 Metodología de evaluación 15
5.5.1 Criterios de evaluación..... 15
5.5.2 Importancia del Impacto..... 16

5.6 Matriz de interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales 18

5.7 Valoración de los impactos ambientales y su significancia.....25
5.7.1 IMPACTOS RESIDUALES 31
5.7.2 Impactos Acumulativos y Sinérgicos 40

5.8 Conclusión. 52

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 Descripción de la metodología a utilizar para la identificación u evaluación de los impactos

Con el fin de estar en condiciones de evaluar los potenciales impactos que tendrá el proyecto, es necesario partir del análisis de las condiciones actuales (estado cero), del sitio que comprende el área de estudio, misma que engloba al área de influencia donde se manifestará el efecto de estos impactos esperados, concretando un conjunto de variables de estado y flujo, susceptibles de ser inventariadas, cartografiadas, medidas y valoradas. A tales variables se le denomina "factores ambientales", estos factores son:

- El ser humano
- La flora
- La fauna
- El suelo
- El agua
- El aire
- El clima
- El paisaje
- Los bienes materiales
- La interacción entre estos factores

El impacto ambiental constituye una alteración significativa de las acciones humanas; su trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial. Una alteración ambiental, correspondiente a cualquiera de esas facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del territorio, puede ser individualizada por una serie de características; entre ellas destacan, por ejemplo:

a) El carácter del impacto que hace referencia a su consideración positiva o negativa respecto al estado previo a la acción; indica si, en lo que se refiere a la faceta de la vulnerabilidad que se esté teniendo en cuenta, ésta es beneficiosa o perjudicial.

b) La magnitud del impacto informa de su extensión y representa la "cantidad e intensidad del impacto": ¿Cuántas hectáreas se ven afectadas? ¿qué número de especies se amenaza? ¿cuáles son los volúmenes de contaminantes, o porcentaje de superación de una norma, etc.?

c) El significado del impacto alude a su importancia relativa (se asimila a la "calidad del impacto"). Por ejemplo: importancia ecológica de las especies eliminadas, o intensidad de la toxicidad del vertido, o el valor ambiental de un territorio.

d) El tipo de impacto, describe el modo en que se produce; por ejemplo, el impacto es directo, indirecto, o sinérgico (se acumula con otros y se aumenta ya que la presencia conjunta de varios de ellos supera a las sumas de los valores individuales).

e) La duración del impacto se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos: si es a corto plazo y luego cesa; si aparece rápidamente; si su culminación es a largo plazo; si es intermitente, etc.

f) La reversibilidad del impacto tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles.

g) El riesgo del impacto estima su probabilidad de ocurrencia.

h) El área espacial o de influencia es el territorio que contiene el impacto ambiental y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto, lo que no es lineal a la distancia a la fuente que lo provoca. Donde las características ambientales sean más proclives aumentará la gravedad del impacto. (Garmendia Salvador, Salvador Alcaide, Crespo Sánchez, & Garmendia Salvador, 2005).

5.2 Justificación

5.2.1 Indicadores de impacto

La identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al Proyecto, se basa en una combinación de diferentes métodos:

- Identificación de los indicadores de impacto
- Matriz de evaluación cualitativa de impactos
- Predisposición de impactos

En primera instancia se describió la línea base, considerando como punto de partida el análisis de la información bibliográfica existente, relevante para el proceso que se lleva a cabo. Esto aunado a la recolección de datos en campo concerniente al medio físico, biótico y social, sirvió para realizar una definición del estado actual del área, identificando los procesos y generadores de cambio presentes en los últimos años, así mismo de la existencia de actividades similares a las que competen al presente Proyecto a fin de reconocer la manera en la que los nuevos impactos se adicionen o resten a los ya presentes.

Esta integración de datos sirve para extrapolar las condiciones del medio en el corto, mediano y largo plazo identificando los cambios que ocurrirán en el ensamble de las comunidades con el Proyecto o sin él.

5.3 Identificar los factores ambientales que se modifican de manera positiva y negativa por el proyecto, considerando los impactos acumulativos y su afectación dentro del área de estudio y su zona de influencia

En el marco del proceso de evaluación y rehabilitación de infraestructuras viales, es esencial identificar y considerar los factores ambientales susceptibles de ser afectados por las actividades de construcción y mantenimiento. La precisión en esta identificación, junto con la de sus subfactores e indicadores ambientales asociados, proporciona un enfoque sistemático para evaluar los posibles impactos ambientales y diseñar estrategias efectivas de prevención, mitigación y compensación.

La identificación y evaluación de subfactores es fundamental en una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) porque permite una comprensión más completa de los posibles efectos ambientales y guía las medidas de mitigación y gestión ambiental. Los subfactores, como componentes específicos de los factores ambientales, son cruciales para esta comprensión.

Es importante distinguir entre subfactores e indicadores ambientales. Mientras que los subfactores representan aspectos específicos dentro de un factor ambiental más amplio, los indicadores son un elemento o concepto asociado a un subfactor ambiental que sirve para medir su calidad ambiental. (Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, M. T. 2013) y son utilizadas para evaluar la condición o el cambio en esos subfactores.

La identificación adecuada de subfactores e indicadores ambientales es esencial para una EIA efectiva y la planificación de medidas a implementar. A continuación, se presenta una lista de factores, subfactores e indicadores ambientales establecidos para este proyecto.

Tabla 5-1. *Factores, subfactores e indicadores ambientales*

Factor	Subfactores	Indicadores ambientales
Aire	Calidad del aire	Nivel de ruido
		Índice de calidad del aire
Diversidad	Ecosistema	Especies de fauna presentes
		Especies de flora presentes
		Estado de conservación del hábitat
	Flora	Condición de conservación de la vegetación
	Fauna	Índice de fragmentación del hábitat
		Tasa de reducción de áreas de refugio
		Alteración del hábitat
		Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010. RED LIST UICN)

Suelo	Estabilidad del terreno	Volumen de erosión del terreno
		Nivel de degradación terreno
	Calidad del terreno	Manejo de los residuos RSU, RME, RP
Agua	Calidad del agua	
		Volumen de aguas residuales
	Disponibilidad del agua	Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial
Paisaje		Calidad escénica del paisaje
Economía	Dinámica económica	Actividades económicas
		Número de visitantes recibidos
Social	Salud y seguridad	Riesgo de accidentes

5.4 Identificación de Impactos ambientales

5.4.1 Generadores de Cambio

Se conoce como generadores de cambio a todos aquellos factores naturales o inducidos por el ser humano que causan directa o indirectamente como por ejemplo, un cambio en un ecosistema. como los cambios en el uso del suelo, el cambio climático, las especies invasoras, la sobreexplotación y la contaminación. Estos factores, naturales o provocados por la especie humana y tienden a interactuar y potenciarse mutuamente. Aunque los cambios en la biodiversidad están vinculados de forma más evidente a generadores de cambio directos como la pérdida de hábitat, también están relacionados con generadores indirectos que son la causa de muchos de los cambios en los ecosistemas. Los principales generadores de cambio indirectos son la evolución de la población humana, la actividad económica, la tecnología y los factores sociopolíticos y culturales (Russo, R., & Kohlmann, B. 2013).

En el proceso particular que llevará el Proyecto, se identificaron como generadores de cambio las siguientes actividades:

- Preparación del sitio
- Construcción del Proyecto
- Operación y Mantenimiento

5.4.2 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales para el Proyecto, se consideraron todas las actividades que se llevarán a cabo en cada una de las etapas, principalmente en la preparación del sitio y construcción. Así mismo se consideraron los distintos indicadores ambientales definidos para esta evaluación en conjunto con los resultados del análisis de la línea base.

Como resultado de esto se muestra a continuación la lista indicativa de los impactos identificados a cada uno de los indicadores ambientales y el generador de cambio que los fundamenta:

Tabla 5-2. Identificación de Impactos Ambientales

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto
Aire	Calidad del aire	Preparación	Nivel de ruido	Presencia de vehículos y maquinaria	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria
					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria
Diversidad	Ecosistema		Especies de fauna presentes		Disminución de áreas de resguardo, forrajeo y nidación

			Especies de flora presentes	Desmonte y despalme	Eliminación de la vegetación para la ampliación del camino existente
			Superficie de disminución de corredores faunísticos		Disminución de áreas de paso de fauna terrestre
			Estado de conservación del hábitat		Fragmentación del hábitat
	Flora		Condición de conservación de la vegetación terrestre		Eliminación de especies de flora existe en el área de ampliación del camino existente y mejoramiento de instalaciones
	Fauna		Índice de fragmentación del hábitat		Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de las obras y actividades del proyecto.

			Tasa de reducción de áreas de refugio	Presencia de trabajadores durante el despalme	Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto
			Especies terrestres		Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y modernización del camino eh instalaciones
			Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010. RED LIST UICN)		Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Suelo	Estabilidad del terreno		Volumen de erosión del terreno		Aumento en la erosión hídrica y eólica

			Nivel de degradación terreno	Presencia de vehículos y maquinaria	Compactación del terreno
	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP	Presencia de trabajadores	Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)
					Atracción de fauna nociva u oportunista
				Desmonte y despalme	Generación de residuos de manejo especial
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos
Agua	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias
Economía	Dinámica Económica		Actividades económicas	Presencia de trabajadores	Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores
					Generación de empleos temporales
			Número de visitantes recibidos	Llegada de visitantes	Incremento a la derrama económica en el ANP

					Modernización de la infraestructura vial de la ANP
Paisaje	Paisajística	Construcción	Calidad escénica del paisaje	Presencia de vehículos y maquinaria	Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria
Aire	Calidad del aire		Nivel de ruido		Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria
					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial	Presencia de vehículos y maquinaria	Sellamiento del terreno
				Perforación de pozo de abastecimiento	Perforación de pozo de 30 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro

	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias
suelo	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP		Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)
				Perforación de pozo de abastecimiento	Generación de lodos de perforación
	Estabilidad del terreno		Nivel de degradación terreno	Construcción de camino eh instalaciones	Atracción de fauna nociva u oportunista
					Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno
					Generación de residuos de manejo especial
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos
Social/Económico	Salud y seguridad		Riesgo de accidentes		Peligro de incendio de residuos peligrosos
Suelo	Calidad del terreno	Operación y Mantenimiento	Generación de residuos RSU, RME, RP	Operación y mantenimiento del	Alteración de la calidad del suelo y agua

Medio Biótico	Fauna		Número de especies faunísticas que crucen el área de proyecto	camino eh instalaciones	Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Aire	Calidad del aire		Índice de calidad del aire		Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular
					Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial		Extracción de agua de pozo para instalaciones y servicios
	Calidad del agua		Volumen de agua residual		Agua sanitaria generada en los servicios
Paisaje	Paisajística		Calidad escénica del paisaje		Contaminación visual por presencia de infraestructura vial eléctrica y de servicios

5.5 Metodología de evaluación

Para la evaluación de los impactos identificados se utilizó la metodología de Conesa simplificado 1997, para lo cual la Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas.

Dicho método evalúa cada impacto identificado mediante 10 criterios diferentes, tal como se detalla en la tabla 1, y asigna al impacto el signo (+) o (-) según cause un beneficio o perjuicio sobre el factor afectado. La importancia del impacto (en el rango 13 a 100) se calcula de acuerdo con la Ecuación:

$$I = (3 \bullet IN + 2 \bullet EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR)$$

Clasificando como irrelevantes, compatibles o poco significativos los impactos con importancia inferior a 25, moderados los impactos con importancia entre 25 y 50, severos aquellos con importancia entre 50 y 75 y críticos los de importancia superior a 75 (Quintero González, S. T. 2022).

5.5.1 Criterios de evaluación

Signo +/-: Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad IN: Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa.

Extensión EX: Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8).

Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le adjudicará una puntuación de (12) como total.

Momento MO: Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado.
Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).

Persistencia PE: Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Reversibilidad RV: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio.

Recuperabilidad MC: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (Medidas de mitigación y/o compensación).

Sinergia SI: Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se esperaría cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente.

Acumulación AC: Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera, así mismo se presenta cuando existen actividades similares que producen efectos parecidos sobre los mismos factores.

Efecto EF: Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Periodicidad PR: Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el tiempo (Avila Jara, D. 2017).

Tabla 5-3. *Valoración de impactos*

Valor I	(13 y 100)	Calificación Significado
<25	BAJO	la afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión
25><50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50><75	SEVERO	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
>75	CRÍTICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una perdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

5.5.2 Importancia del Impacto

En la siguiente tabla se realiza la descripción de los impactos de acuerdo a su importancia:

Tabla 5-4. Criterios de importancia de los impactos

Criterio/Rango	Calif	Criterio/Rango	Calif
Signo		**Intensidad (IN) (Grado de destrucción)**	
Impacto benéfico	**+**	Baja	1
Impacto perjudicial	**-**	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8

Criterio/Rango	Calif	Criterio/Rango	Calif
		Total	12
Extensión (EX)		**Momento (MO) (Plazo de manifestación)**	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		**Reversibilidad (RV)**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		**Acumulación (AC) (Incremento progresivo)**	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	**4**		
Efecto (EF)		**Periodicidad (PR)**	
Indirecto (secundario)	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)			
Recuperable inmediato	1		
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable o compensable	4		
Irrecuperable	8		

5.6 Matriz de interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales

A continuación, se muestra la matriz de evaluación de los impactos identificados

Impactos Identifiados		Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Etapa	Total
IN1	Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	P, C, O	64
IN2	Eliminación de especies de flora existe en el área de ampliación del camino existente y mejoramiento de instalaciones	-	8	4	4	4	4	4	2	4	4	4	P	62
IN3	Disminución de áreas de resguardo, forrajeo y nidación	-	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	P	60
IN4	Fragmentación del hábitat	-	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	P	60

IN5	Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	8	4	4	1	4	4	4	4	4	1	P,C,O	58
IN6	Disminución de áreas de paso de fauna terrestre	-	8	2	4	4	2	4	4	4	4	4	P,C	58
IN7	Peligro de incendio de residuos peligrosos	-	8	2	4	1	4	4	4	4	4	1	C	54
IN8	Generación de residuos peligrosos	-	8	2	4	2	2	4	2	1	4	1	P,C,O	48
IN9	Aumento en la erosión hídrica y eólica	-	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	P	48
IN10	Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno	-	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	P/C	48

IN11	Sellamiento del terreno	-	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	C	46
IN12	Compactación del terreno	-	2	1	4	4	2	4	4	4	4	4	P,C	38
IN13	Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular	-	2	2	4	2	2	4	2	4	4	2	P/C/O	34
IN14	Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	-	2	1	4	2	2	4	4	4	4	2	P,C,O	34
IN15	Atracción de fauna nociva u oportunista	-	2	1	4	2	2	4	4	4	4	2	P,C,O	34
IN16	Generación de residuos de manejo especial	-	2	1	4	2	2	4	2	4	4	2	P,C	32

IN17	Alteración de la calidad del suelo y agua	-	2	1	2	4	2	4	2	4	4	2	P,C	32
IN18	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	-	2	2	4	4	1	4	1	1	4	2	P/C/O	31
IN19	Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	-	2	2	4	4	1	4	1	1	4	2	P/C/O	31
IN20	Generación de aguas residuales sanitarias	-	2	1	4	2	2	4	2	1	4	2	P,C	29
IN21	Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	-	2	1	4	2	2	4	2	1	4	1	P,C	28
IN22	Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular	-	2	2	4	2	1	2	2	1	4	1	O	27

IN23	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	-	2	2	4	2	1	2	2	1	4	1	O	27
IN24	Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria	-	1	1	4	2	1	2	1	1	1	2	P,C	19
IN25	Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y modernización del camino eh instalaciones	-	4	2	4	2	4	4	2	4	4	2	P,C	42
IN26	Contaminación visual por presencia de infraestructura vial eléctrica y de servicios	-	2	2	4	4	2	4	2	4	4	4	O	38
IN27	Perforación de pozo de 30 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro	-	4	2	2	4	2	4	2	4	4	4	O	42

IN28	Extracción de agua de pozo para instalaciones y servicios	-	2	2	2	4	2	4	4	4	4	4	O	38
IN29	Generación de lodos de perforación	-	2	1	4	2	1	4	2	4	4	1	C	30
IN30	Agua sanitaria generada en los servicios	-	2	2	2	4	2	4	4	4	4	4	O	38
IP1	Incremento a la derrama económica en el ANP	+	4	2	2	4	4	8	0	1	1	4	P/C	40
IP2	Generación de empleos temporales	+	4	2	4	4	4	8	0	1	1	4	P/C	42
IP3	Modernización de la infraestructura vial de la ANP	+	4	2	4	4	4	2	0	4	4	4	O	42

IP4	Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores	+	2	2	4	2	1	2	1	1	1	1	P,C	23

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
<25	Poco significativo	
25><50	Moderadamente significativo	
50><75	Altamente significativo	
>75	Crítico	

5.7 Valoración de los impactos ambientales y su significancia

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cualitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la preparación del sitio y construcción del Proyecto, de los cuales, los impactos bajos y moderados, serán mitigados durante todas las fases que contempla el desarrollo del Proyecto.

Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

De iniciar actividades en el área de proyecto sin realizar el rescate de la fauna vuelve probable el riesgo de lesionar a la fauna presente.

Eliminación de especies de flora existe en el área de ampliación del camino existente

Para la ampliación y modernización del camino existente, será necesario el retiro de la vegetación forestal existente más allá del derecho de vía existente, perdiendo con esto los servicios ambientales que estos prestan.

Disminución de áreas de resguardo, forrajeo y nidación

La eliminación de la vegetación forestal, así como ampliación del ancho del camino, dejará sin áreas de refugio, forrajeo y anidación de las especies de fauna existentes en el área.

Fragmentación del hábitat

La modernización del camino al faro del Vigía el Chico, así como la construcción de infraestructura para turismo de bajo impacto, generarán un incremento en el impacto a la fragmentación del hábitat realizado originalmente por la construcción del antiguo tren militar

Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Debido al tránsito de automotores el posible que se presenten fatalidades de fauna silvestre, incluso de fauna protegida

Disminución de áreas de paso de fauna terrestre

La modernización del camino artesanal atraerá potencialmente un mayor número de turista situación que derivará en el incremento del paso vehicular, lo cual supondrá en un obstáculo para el paso de la fauna silvestre

Peligro de incendio de residuos peligrosos

Un manejo inadecuado de los residuos peligrosos, que se almacenen temporalmente previo a su recolección, puede desencadenar en situaciones de riesgo una de las significativas es el incendio de estos residuos.



Generación de residuos peligrosos

Durante los trabajos de preparación y construcción es posible que se generen este tipo de residuos causados por algún desperfecto en la maquinaria, es de suma importancia brindar el majo adecuado a este tipo de residuos.

Aumento en la erosión hídrica y eólica

La eliminación de la cubierta vegetal dejará desprovisto al suelo de la protección que esta brinda, incrementando con esto los niveles de erosión tanto hídrica como eólica actualmente presentes en el sitio.

Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno

La preparación del área, que incluye la remoción de la vegetación, el apisonamiento del suelo traerá consigo efectos sobre la capacidad de infiltración del agua en el sitio disminuyéndola y beneficiando la velocidad y volumen de escurrimiento de las aguas pluviales.

Sellamiento del terreno

El sellamiento del terreno eliminará completamente la capacidad de infiltración del área sellada.

Compactación del terreno

La compactación del suelo necesaria durante los trabajos de preparación del sitio, traerá efectos sobre las tazas de infiltración y escurrimiento, disminuyendo el volumen de captación la primera

Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria

La operación de los vehículos y maquinaria en mal estado provocará el deterioro temporal de la calidad del aire en el sitio.

Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)

Estos se presentarán desde iniciada la etapa de preparación del Proyecto, los cuales de no recibir un manejo adecuado pueden derivar en la aparición de otros impactos como es la atracción de fauna nociva u oportunista.

Atracción de fauna nociva u oportunista

La generación de RSU, así como el mal manejo en el RME, puede derivar en la atracción de fauna nociva u oportunista, la cual al encontrar en el AP refugio y alimento puede producir interacciones potencialmente riesgosas entre estos y el personal

Generación de residuos de manejo especial



Durante los trabajos de construcción se presentará la generación de este tipo de residuos (madera necesaria para la simbra, restos de metal sobre todo varilla, residuos de la construcción, cal, cemento entre otros), los cuales son potencialmente contaminantes al medio ambiente

Alteración de la calidad del suelo y agua

Un manejo inadecuado de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, puede generar el deterioro de la calidad del suelo y el agua en el área de proyecto y área de influencia

Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria

Debido al tránsito vehicular se presentará un incremento en los niveles de ruido actuales, dicho incremento será de persistencia fugaz (sólo cuando se encuentren vehículos circulando), sin embargo, se será permanente por toda la vida útil del proyecto

Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria

Entre las emisiones a la atmósfera que se presentarán de no tomar las consideraciones adecuadas están los polvos fugitivos, los cuales se levantarán por el rodamiento de los vehículos y la maquinaria una vez realizado el despalme del área de Proyecto.

Generación de aguas residuales sanitarias

Uno de los servicios necesarios para los trabajadores que se localicen en la obra será el agua para los servicios, la cual de no recibir el manejo adecuado puede representar afectaciones potenciales tanto al suelo como a las aguas subterráneas por infiltración, además de las afectaciones a la salud de los mismos trabajadores por las propiedades organolépticas de estos residuos

Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto

De no tomarse las medidas preventivas necesarias, se vuelve probable que se presenten daños a la fauna silvestre por parte de los trabajadores del proyecto.

Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular

El mejoramiento del camino traerá un incremento esperado en el flujo vehicular de la zona, lo que derivará en un incremento de las emisiones de ruido durante la operación y la disminución del confort sonoro durante las horas del día, dentro de la ANP.

Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular

El mejoramiento del camino traerá un incremento esperado en el flujo vehicular de la zona, lo que derivará en el incremento de las emisiones de gases de combustión de automotores, lo cual derivará en la disminución de la calidad del aire en la ANP

Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores



El arribo de trabajadores a los frentes de trabajo representará un incremento temporal en la demanda de alojamiento en las localidades cercanas

Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria

La presencia de equipos y maquinaria representa una afectación temporal en el paisaje y la escénica de la región

Impactos positivos

Incremento a la derrama económica en el ANP

La modernización del camino artesanal a Vigía y Chico, traerá un incremento potencial en la cantidad de turismo que recibirá la ANP, así mismo las obras complementarias servirán como atractivo para la visita de la Reserva

Generación de empleos temporales

Los trabajadores que se contratarán para las etapas de preparación y construcción serán de las comunidades cercanas al proyecto lo cual impulsará la creación de empleos

Modernización de la infraestructura vial de la ANP

El proyecto se basa en la modernización de un camino existente, donde antiguamente se instaló un tren militar, este camino beneficiará a los habitantes de las localidades cercanas y la cabecera municipal de Felipe Carrillo Puerto, así como a la administración de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an.

Tabla 5-5. Valorización de los impactos negativos identificados

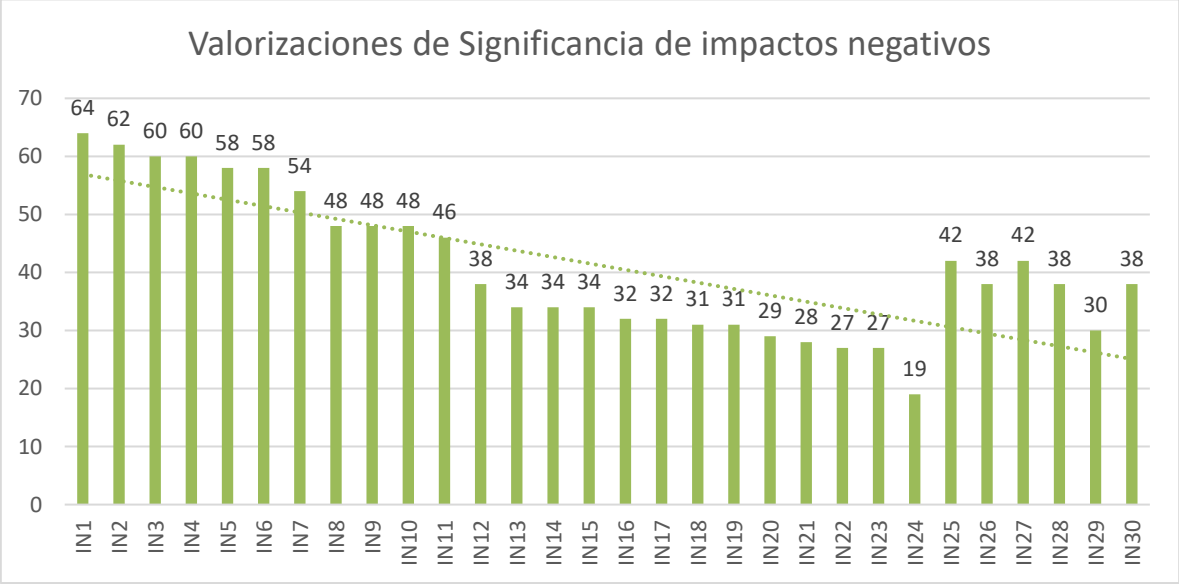
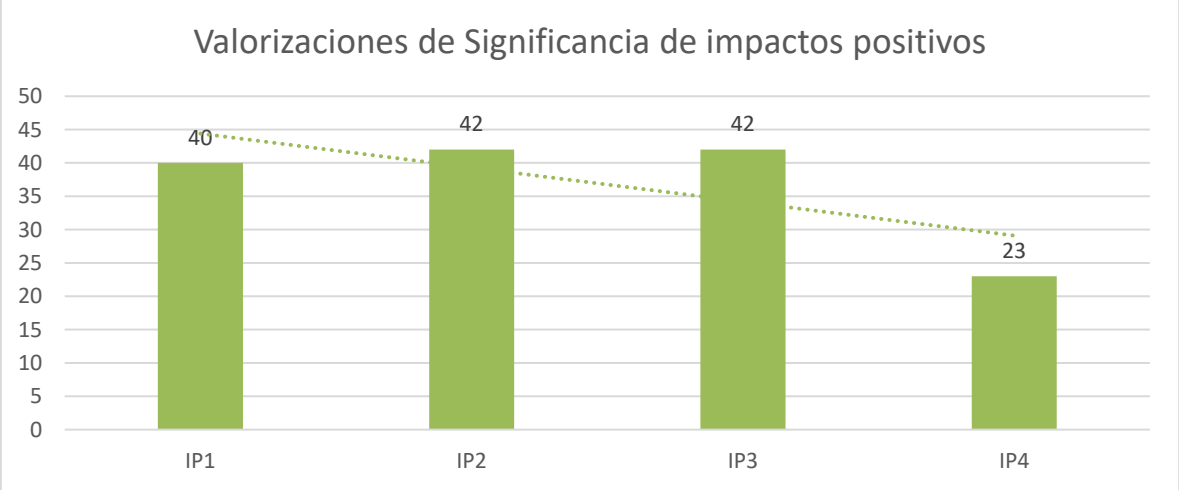


Tabla 5-6. Valorización de los impactos positivos identificados



Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la preparación del sitio y construcción de la modernización y ampliación del camino, de los cuales, los impactos moderados y altos, serán mitigados durante la aplicación de medidas detalladas en cada uno de los programas ambientales.

Calificación	Preparación del sitio		Construcción		Operación	
Significancia	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Poco significativo	1	1	1	1	0	1
Moderadamente significativo	**2**	**20**	**2**	**19**	**1**	**14**
Altamente significativo	0	0	0	0	0	0
Crítico	0	0	0	0	0	0



5.7.1 IMPACTOS RESIDUALES

El cálculo del impacto final previsto puede llevarse a cabo calculando el impacto final del proyecto, a través de la suma algebraica del impacto total, consecuencia de la ejecución del proyecto; sin contemplar la introducción de las medidas correctoras, y del impacto positivo total, consecuencia de los efectos causados por las acciones beneficiosas debidas a las medidas correctoras.

Para el análisis de los impactos residuales se va a utilizar la Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental de Conesa, 1997.

5.7.1.1 *VALORACIÓN DE IMPACTOS CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN*

Se elabora, por lo tanto, la matriz de impacto donde se pueda analizar la situación del medio ambiente con la modernización y mantenimiento del camino, una vez se hayan aplicado las medidas oportunas para disminuir el efecto de los impactos detectados.

Para la elaboración de las matrices, se tendrá en cuenta lo siguiente:

El signo, al tener las medidas correctoras, el carácter de beneficioso, será +.

La intensidad del efecto, no expresará el grado de destrucción, sino l grado de corrección o de reconstrucción del factor

La recuperabilidad, se refiere a la posibilidad de anular los efectos beneficiosos, por medio de la intervención humana y retornar a las condiciones existentes antes de la introducción de las medidas correctoras.

La importancia total absoluta, de los efectos debidos a las medidas correctoras, se obtiene como una suma algebraica de la importancia de las medidas correctoras sobre cada uno de los factores.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación definidas, están descritas en el capítulo VI del presente documento. Estas medidas se dirigen sobre todo a disminuir el nivel de significancia de los impactos definidos, aunque también mejorarán la situación del medio respecto a los impactos compatibles y positivos.

A priori, antes de realizar la evaluación, se puede conocer cuáles van a ser aquellos impactos que a pesar del establecimiento de las medidas correctoras no van a ser mitigados en su totalidad, como es el efecto por el sellamiento del suelo debido a la incorporación de la carpeta asfáltica en las áreas donde no existe, como parte de la ampliación.

Se presenta a continuación la matriz de impacto tras la aplicación de las medidas de mitigación sugeridas.



Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Valor del impacto	Medida	Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Total	Valor Final
Aire	Calidad del aire	Preparación	Nivel de ruido	Presencia de vehículos y maquinaria	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	27	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-8
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria	34		+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-1

					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	31	Riego de las áreas de trabajo.	+	4	2	4	1	1	4	1	1	4	4	34	-3
Diversidad	Ecosistema		Especies de fauna presentes		Disminución de áreas de resguardo, forrajeo y nidación	60	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	58	2
			Especies de flora presentes	Desmonte y despalme	Eliminación de la vegetación para la ampliación del camino existente	62	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	58	4
			Superficie de disminución de corredores faunísticos		Disminución de áreas de paso de fauna terrestre	58	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	+	4	2	4	4	1	4	2	4	4	4	41	17
			Estado de conservación del hábitat		Fragmentación del hábitat	60	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	58	2

	Flora		Condición de conservación de la vegetación terrestre		Eliminación de especies de flora existe en el área de ampliación del camino existente y mejoramiento de instalaciones	62	Rescate y reubicación de especies de flora	+	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	50	12
			Índice de fragmentación del hábitat		Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de las obras y actividades del proyecto.	60		+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	12
	Fauna		Tasa de reducción de áreas de refugio	Presencia de trabajadores durante el despalme	Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	28	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	-20

			Especies terrestres		Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y modernización del camino eh instalaciones	42		+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	-6
			Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010. RED LIST UICN)		Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	64		+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	16
Suelo	Estabilidad del terreno		Volumen de erosión del terreno		Aumento en la erosión hídrica y eólica	31	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	58	-27
			Nivel de degradación terreno	Presencia de vehículos y maquinaria	Compactación del terreno	38	Conservación del suelo rescatado e instalación de canaletas	+	2	1	4	4	2	4	2	1	4	4	30	8

	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP	Presencia de trabajadores	Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	34	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-1
					Atracción de fauna nociva u oportunista	34		+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-1
				Desmonte y despalme	Generación de residuos de manejo especial	32	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	-2
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de reisduos peligrosos	48		+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	14
Agua	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias	27	Conratación del servicio de baños portátiles	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	-7
Economía	Dinámica Económica		Actividades económicas	Presencia de trabajadores	Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores	23	Impacto positivo	+												
					Generación de empleos temporales	42	Impacto positivo	+												
			Número de visitantes recibidos	Llegada de visitantes	Incremento a la derrama económica en el ANP	40	Impacto positivo	+												

					Modernización de la infraestructura vial de la ANP	42	Impacto positivo	+														
Paisaje	Paisajística	Construcción	Calidad escénica del paisaje	Presencia de vehículos y maquinaria	Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria	19	Buenas prácticas ambientales	+	2	1	4	4	2	4	2	1	4	4	30	-11
Aire	Calidad del aire		Nivel de ruido		Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	27	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-8
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria	34		+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-1
					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	31	Riego de las áreas de trabajo.	+	4	2	4	1	1	4	1	1	4	4	34	-3
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimien	Presencia de vehículos y maquinaria	Sellamiento del terreno	46	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	58	-12

			to superficial	Perforación de pozo de abastecimiento	Perforación de pozo de 30 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro	42	Buenas prácticas ambientales	+	4	2	4	4	2	4	2	1	4	4	39	3
	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias	29	Conratación del servicio de baños portátiles	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	-5
suelo	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP		Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	34	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-1
				Perforación de pozo de abastecimiento	Generación de lodos de perforación	30	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	-4
				Construcción de camino eh instalaciones	Atracción de fauna nociva u oportunista	34	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	-1
	Estabilidad del terreno		Nivel de degradación terreno		Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno	48	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	58	-10

					Generación de residuos de manejo especial	32	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	-2
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos	48		+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	14
Social/Económico	Salud y seguridad		Riesgo de accidentes		Peligro de incendio de residuos peligrosos	54	Buenas prácticas ambientales	+	4	1	4	4	2	4	2	1	4	4	36	18
Suelo	Calidad del terreno	Operación y Mantenimiento	Generación de residuos RSU, RME, RP	Operación y mantenimiento del camino eh instalaciones	Alteración de la calidad del suelo y agua	32	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	34	-2
Medio Biótico	Fauna		Número de especies faunísticas que crucen el área de proyecto		Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	58	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	+	4	2	4	4	1	4	2	4	4	4	41	17
Aire	Calidad del aire		Índice de calidad del aire		Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular	27	Buenas prácticas ambientales	+	4	1	4	2	1	4	1	1	4	2	32	-5

					Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular	27		+	4	1	4	2	1	4	1	1	4	2	32	-5
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial		Extracción de agua de pozo para instalaciones y servicios	38		+	4	1	4	4	2	4	2	1	4	4	36	2
	Calidad del agua		Volumen de agua residual		Agua sanitaria generada en los servicios	38	Envío de agua a PTAR	+	4	2	4	4	2	4	2	1	4	4	39	-1
Paisaje	Paisajística		Calidad escénica del paisaje		Contaminación visual por presencia de infraestructura vial eléctrica y de servicios	38	Buenas prácticas ambientales	+	4	1	4	4	2	4	2	1	4	4	36	2

5.7.2 Impactos Acumulativos y Sinérgicos

Los impactos acumulativos son consecuencia del impacto incremental del efecto simple de una acción, ejercida sobre un componente ambiental común, cuando se añade a otros impactos de acciones pasadas, presentes y razonablemente previstas para el futuro.

Los impactos acumulativos pueden manifestarse debido a efectos colectivos y/o simultáneos de acciones que den lugar a efectos menores individuales a través de un periodo de tiempo (Conesa. 2010).

En el caso de los impactos sinérgicos son el resultado de la actuación simultanea de varias acciones que, una a una, darán lugar a pequeños e insignificantes impactos, pueden reforzarse conduciendo al sistema a estados de máxima degradación ambiental.

En este sentido, los impactos ocasionados por las actividades que actualmente se desarrollan dentro del SAR, obedecen al desarrollo urbano y actividades económicas, particularmente agropecuarias que ocasionan efectos negativos por la apertura de tierras de cultivo y pastizales dentro del los macizos de Selva existentes en la zona.

Efecto/impactos presentes en el SAR ajenos al proyecto	Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Valor	Efecto/impacto	Valor del impacto	Total, acumulado	Medida	Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Total	Valor Final
Emisiones de ruido vehicular en camino existente	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	27	47	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	12

Emisiones a la atmósfera por tráfico vehicular en camino existente	-	1	1	4	1	1	1	1	4	4	2	23	Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria	34	57		+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	22
													Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	31		Riego de las áreas de trabajo.	+	4	2	4	1	1	4	1	1	4	4	36	
Áreas de resguardo, forrajeo y nidaciones eliminadas por actividades agrícolas	-	2	1	4	4	2	2	2	4	4	4	34	Disminución de áreas de resguardo, forrajeo y nidación	60	94	Reforestación	+	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	30
													Disminución de áreas de paso de fauna terrestre	58		Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	+	4	2	4	4	1	4	2	4	4	4	43	
Fragmentación de hábitat por actividades antrópicas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	4	2	26	Fragmentación del hábitat	60	86	Reforestación	+	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	22

Eliminación de áreas de refugio de fauna por actividades económicas (agropecuarias)	-	2	1	4	1	1	1	1	4	4	2	26	Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de las obras y actividades del proyecto.	60	86	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	38
													Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto	28			+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	

													Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y modernización del camino eh instalaciones	42			+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	
													Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	64			+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	48	

Erosión hídrica y eólica por eliminación de vegetación nativa para apertura de áreas agrícolas	-	1	1	4	4	2	2	2	4	4	4	31	Aumento en la erosión hídrica y eólica	31	62	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60	2
Compactación del terreno por actividades agropecuarias	-	1	1	2	4	2	2	2	4	4	2	27	Compactación del terreno	38	65	Conservación del suelo rescatado e instalación de canaletas	+	4	2	4	4	2	4	2	4	4	4	44	21
													Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	34		Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	
													Atracción de fauna nociva u oportunista	34			+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	
													Generación de residuos de manejo especial	32		Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
													Generación de residuos peligrosos	48			+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
													Generación de aguas residuales sanitarias	27		Contratación del servicio de baños portátiles	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	

													Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores	23		Impacto positivo	+													0	
													Generación de empleos temporales	42		Impacto positivo	+													0	
													Incremento a la derrama económica en el ANP	40		Impacto positivo	+													0	
													Modernización de la infraestructura vial de la ANP	42		Impacto positivo	+													0	
													Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria	19		Buenas prácticas ambientales	+	2	1	4	4	2	4	2	1	4	4	33	
													Aumento de las emisiones de ruido por incremento	27		Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	

													del tráfico vehicular y maquinaria																		
													Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria	34			+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35		
													Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	31		Riego de las áreas de trabajo.	+	4	2	4	1	1	4	1	1	4	4	36		
Sellamiento del terreno por infraestructura urbana	-	1	1	2	4	2	2	2	4	4	2	27	Sellamiento del terreno	46	73	Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60	13	
													Perforación de pozo de 30 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro	42		Buenas prácticas ambientales	+	4	2	4	4	2	4	2	1	4	4	41		

													Generación de aguas residuales sanitarias	29		Contratación del servicio de baños portátiles	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
													Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	34		Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	
													Generación de lodos de perforación	30		Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
													Atracción de fauna nociva u oportunista	34		Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	+	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	
													Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno	48		Reforestación	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60	

													Generación de residuos de manejo especial	32		Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
													Generación de residuos peligrosos	48			+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
													Peligro de incendio de residuos peligrosos	54		Buenas prácticas ambientales	+	4	1	4	4	2	4	2	1	4	4	39	
													Alteración de la calidad del suelo y agua	32		Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	+	4	1	4	2	2	4	2	1	4	2	35	
Riesgo de atropellamiento de fauna en los caminos existentes dentro del SAR	-	2	1	4	1	1	1	1	4	4	2	24	Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	58	82	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	+	8	4	4	4	4	4	2	4	4	4	62	20

													Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular	27		Buenas prácticas ambientales	+	4	1	4	2	1	4	1	1	4	2	33	
													Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular	27			+	4	1	4	2	1	4	1	1	4	2	33	
													Extracción de agua de pozo para instalaciones y servicios	38			+	4	1	4	4	2	4	2	1	4	4	39	
													Agua sanitaria generada en los servicios	38		Envío de agua a PTAR	+	4	2	4	4	2	4	2	1	4	4	41	
													Contaminación visual por presencia de infraestructura vial eléctrica y de servicios	38		Buenas prácticas ambientales	+	4	1	4	4	2	4	2	1	4	4	39	

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, la interacción de los efectos negativos que actualmente experimenta el SAR por la presencia de núcleos urbanos e infraestructura, así como por las actividades económicas que actualmente se desarrollan fuera de estos, las cuales corresponden al sector primario particularmente agricultura y ganadería no se verán forzosamente disminuidos por la aplicación de las medidas correctivas, ya que estás se aplicarán directamente sobre las obras y actividades inherentes al camino y sus obras asociadas, sin embargo es precisamente por la aplicación de estas, que los efectos negativos identificados por el desarrollo del proyecto no incrementarán de manera significativa a los ya existentes, previniendo la aparición de impactos sinérgicos posteriores.

5.8 Conclusión.

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos, indican que no existirán impactos de significancia crítica durante ninguna de las etapas del Proyecto, sin embargo se identificaron impactos de significancia alta, los cuales deberán estar sujetos a la aplicación de medidas de mitigación específicas, así mismo los impactos moderadamente significativos están relacionados con las emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, ruido por maquinaria y generación de residuos, estos impactos serán temporales ya que se presentarán durante todas las etapas del proyecto, asimismo afectaciones a la fauna por efecto barrera y atropellamiento, así como accidentes vehiculares, se presentarán sólo en la etapa de operación .

Todos estos impactos serán objeto de la aplicación de medidas de mitigación, compensación, control, desarrollo y ejecución de programas (mismos que acompañan de manera anexa el presente estudio), que permitan minimizar y/o compensar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio físico y biótico buscando en todo momento mantener la operación funcional de la SAR.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD: PARTICULAR PROYECTO “CAMINO ARTESANAL PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO. Q. ROO.”

CAPITULO VI

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



6. **ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL 3**

6.1 Clasificación de las medidas ambientales 3

6.2 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 4

6.3 Programa de Vigilancia ambiental (PVA) 9
6.3.1 Diagnóstico inicial 10
6.3.2 Objetivos 10
6.3.3 Metas Particulares 10
6.3.4 Responsable del cumplimiento 10
6.3.5 Definición de Parámetros 10
6.3.6 Ubicación de los sitios donde se aplicará el programa 11
6.3.7 Medidas por programa ambiental 11
6.3.8 Materiales y personal que se requiere para ejecutar el programa 28
6.3.9 Indicadores de realización 28
6.3.10 Indicadores de eficacia 30
6.3.11 Calendario de comprobación 31
6.3.12 Punto de comprobación 31
6.3.13 Medidas de urgente aplicación 31

6.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 31

6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL

En este apartado se desarrolla la propuesta de medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados. Las medidas fueron diseñadas a fin de evitar, reducir o compensar el efecto del Proyecto.

El seguimiento y control de las medidas se realizará a través de la elaboración de planes y programas que permitan evaluar el cumplimiento de las acciones de mitigación propuestas en este documento, tomando como referencia los instrumentos normativos y reglamentos aplicables a la construcción del camino.

Para ello la promovente a través del supervisor ambiental será la responsable de vigilar que se lleven a cabo las medidas propuestas y de garantizar que se conserve la calidad ambiental en el área del Proyecto.

6.1 Clasificación de las medidas ambientales

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, y basándose en lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), las medidas utilizadas para evaluar el impacto ambiental de un proyecto, se agrupan en tres categorías:

- Medidas de prevención
- Medidas de mitigación
- Medidas de compensación

Medidas de prevención

Estas medidas se aplican para evitar efectos previsibles del deterioro ambiental.

Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son aquellas que el promovente deberá aplicar con el objetivo de atenuar los impactos ambientales y restablecer las condiciones ambientales previas a la perturbación que se causaran con la ejecución del proyecto en todas sus etapas.

Medidas de compensación

Buscan recuperar la funcionalidad ecológica de ambientes dañados por impactos residuales o garantizar la continuidad de aquellos con algún grado de conservación. Esto puede aplicarse incluso en espacios geográficos distintos al afectado directamente por las obras y actividades del proyecto.

De esta manera, la evaluación de impacto ambiental incluye diversas estrategias para manejar los impactos negativos que un proyecto pueda tener sobre el entorno. Estas estrategias se clasifican en medidas preventivas, de remediación, de rehabilitación, de compensación y de reducción. Cada tipo de medida cumple una función específica en el manejo y mitigación de los impactos ambientales, asegurando que los proyectos se lleven a cabo de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Tabla 6-1. *Tipos de medidas de acción en atención al impacto ambiental*

Tipo de Medida	Símbolo	Descripción
PREVENTIVAS	**P**	Estas acciones son anticipadas con el objetivo de evitar impactos ambientales negativos antes de que estos sucedan.
REMEDIACION	**R+**	La finalidad de estas medidas es corregir o reparar daños ambientales que ya hayan ocurrido para restaurar las condiciones ambientales previas al daño.
REHABILITACION	**RH**	Son acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación. Su aplicación esta principalmente enfocada en restablecer las funciones básicas y la estabilidad ecológica del área afectada.
COMPENSACION	**C**	Estas acciones compensan el impacto ocasionado mediante la creación de beneficios equivalentes en otro lugar. Se suelen emplear cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración.
+REDUCCION	**R-**	Aquellas medidas o acciones propuestas para minimizar la magnitud, duración o extensión de los impactos ambientales negativos.

6.2 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

En este apartado, se establecen las medidas a implementar para abordar los impactos ambientales identificados. Estas medidas se consideran desde el inicio del Proyecto a fin de conservar la calidad ambiental del sitio.

A continuación, se presenta una tabla que desglosa las medidas seleccionadas para cada impacto identificado, clasificadas por componente ambiental.

Medidas por factor ambiental

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
Aire	Calidad del aire	Preparación	Nivel de ruido	Presencia de vehículos y maquinaria	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	P	Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, las cuales contarán con silenciadores, a fin de disminuir el ruido.
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria			Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, a fin de reducir las emisiones a la atmósfera
					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	Riego de las áreas de trabajo.	P	Se realizarán riegos programados de manera constante en las áreas de trabajo, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada.
Diversidad	Ecosistema		Especies de fauna presentes		Disminución de áreas de resguardo, forrajeo y nidación	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
			Especies de flora presentes	Desmonte y despalme	Eliminación de la vegetación para la ampliación del camino existente			
			Superficie de disminución de corredores faunísticos		Disminución de áreas de paso de fauna terrestre	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	P	Se instalará señalética de tipo restrictiva en diferentes puntos a lo largo del camino, señalando el límite de velocidad máxima permitida (30 km/h).
			Estado de conservación del hábitat		Fragmentación del hábitat	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
	Flora		Condición de conservación de la vegetación terrestre		Eliminación de especies de flora existe en el área de ampliación del camino existente y mejoramiento de instalaciones	Rescate y reubicación de especies de flora	P, R-	Se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de flora, antes de iniciar con las actividades de desmonte y despalme y conforme avancen las actividades de preparación del sitio.
	Fauna		Índice de fragmentación del hábitat		Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de las obras y actividades del proyecto.	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	P, R-	Se lleva a cabo el ahuyentamiento, manejo, rescate, reubicación y protección de fauna, antes de iniciar las actividades de desmonte y despalme, de manera periódica durante las etapas de preparación del sitio y mantenimiento y modernización del camino.
			Tasa de reducción de áreas de refugio	Presencia de trabajadores durante el despalme	Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto			
			Especies terrestres		Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y			

					modernización del camino eh instalaciones			
			Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010. RED LIST UICN)		Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010			
Suelo	Estabilidad del terreno		Volumen de erosión del terreno		Aumento en la erosión hídrica y eólica	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
			Nivel de degradación terreno	Presencia de vehículos y maquinaria	Compactación del terreno	Conservación del suelo rescatado e instalación de canaletas	P, R-	El suelo rescatado del despalme se amontona en un área adecuada para evitar su erosión y se utiliza posteriormente en las acciones de Restauración. Del mismo modo, para evitar encharcamientos y la erosión hídrica, se instalarán canaletas de desvío a un lado y a lo largo del camino para dirigir el flujo hídrico de manera adecuada.
	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP	Presencia de trabajadores	Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	P, R-	Se colocarán contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales serán debidamente etiquetados. Se contratará una empresa contratista para su retiro y disposición final en sitios autorizados.
					Atracción de fauna nociva u oportunista			
				Desmonte y despalme	Generación de residuos de manejo especial	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P, R-	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos			
Agua	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias	Contratación del servicio de baños portátiles	P	Se contratarán los servicios de una empresa especializada en el manejo y recolección d este tipo de residuos
Economía	Dinámica Económica		Actividades económicas	Presencia de trabajadores	Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores	Impacto positivo		N/A
					Generación de empleos temporales	Impacto positivo		N/A
			Número de visitantes recibidos	Llegada de visitantes	Incremento a la derrama económica en el ANP	Impacto positivo		N/A
					Modernización de la infraestructura vial de la ANP	Impacto positivo		N/A
Paisaje	Paisajística	Construcción	Calidad escénica del paisaje	Presencia de vehículos y maquinaria	Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria	Buenas prácticas ambientales	P	Se utilizará únicamente la maquinaria necesaria, si la maquinaria deja de ser requerida se retirará del área de proyecto

Aire	Calidad del aire	Nivel de ruido		Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	P	Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, las cuales contarán con silenciadores, a fin de disminuir el ruido.
		Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria			Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, a fin de reducir las emisiones a la atmósfera
				Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	Riego de las áreas de trabajo.	P, R-	Se realizarán riegos programados de manera constante en las áreas de trabajo, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada.
Agua	Disponibilidad del agua	Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial	Obras correspondientes a la modernización y mantenimiento del camino existe Felipe Carrillo Puerto-Vigía el Chico	Alteración de flujos hidrológicos superficiales	Construcción de obras de drenaje Transversal	P, R	Se realizará la construcción de obras de drenaje transversal en distintos sitios del trazo donde se realizarán las obras de modernización y mantenimiento del camino existente, la ubicación y diseño de estas obras se lleva a cabo con base en los estudios hidrológicos realizados y servirá para mantener sin cambios los flujos hidrológicos superficiales.
			Presencia de vehículos y maquinaria	Sellamiento del terreno	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
			Edificación de infraestructura en zona de playa del Vigía el Chico		Arquitectura palafítica	P	Se llevará a cabo la construcción de todas las edificaciones previstas en la zona de la Playa del Vigía el Chico a manera de Palafito, de tal manera que no se interrumpan los flujos hidrológicos y se proteja el humedal circundante
			Perforación de pozo de abastecimiento	Perforación de pozo de 30 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro	Buenas prácticas ambientales	P	Se realizará la perforación del pozo con base en lo dictado dentro de la NOM-004- CONAGUA-1996, con el fin de evitar la contaminación del acuífero
	Calidad del agua	Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias	Contratación del servicio de baños portátiles	P	Se contratará a una empresa especializada, que cuente con los permisos para brindar este servicio, la limpieza de los baños deberá ser de por lo menos tres ocasiones por semana, al cabo de cada recolección se deberá entregar un manifiesto que contenga la fecha de limpieza y recolección, volumen retirado, tipo de manejo y destino
suelo	Calidad del terreno	Manejo de residuos RSU, RME, RP		Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	P	Se colocarán contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales serán debidamente etiquetados. Se contratará una empresa contratista para su retiro y disposición final en sitios autorizados.
			Perforación de pozo de abastecimiento	Generación de lodos de perforación	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P, R-	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
			Construcción de camino eh instalaciones	Atracción de fauna nociva u oportunista	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	P, R-	Se colocarán contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales serán debidamente etiquetados. Se contratará una empresa contratista para su retiro y disposición final en sitios autorizados.

	Estabilidad del terreno		Nivel de degradación terreno		Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno	Restauración	P	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP..
					Generación de residuos de manejo especial	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos			Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
Social/Económico	Salud y seguridad		Riesgo de accidentes		Peligro de incendio de residuos peligrosos	Buenas prácticas ambientales	P	Se deberá realizar el correcto manejo de estos residuos procurando no mantener almacenados este tipo de residuos por mucho tiempo, se contratará una empresa autorizada para el manejo, traslado y disposición de estos residuos. Se deberá contar con los sistemas de seguridad y contraincendios necesarios.
Suelo	Calidad del terreno	Operación y Mantenimiento	Generación de residuos RSU, RME, RP	Operación y mantenimiento del camino eh instalaciones	Alteración de la calidad del suelo y agua	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P, R-	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
Medio Biótico	Fauna		Número de especies faunísticas que crucen el área de proyecto		Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	P	Se instalará señalética de tipo restrictiva en diferentes puntos a lo largo del camino, señalando el límite de velocidad máxima permitida (30 km/h).
Aire	Calidad del aire		Índice de calidad del aire		Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular	Buenas prácticas ambientales	P	Se instalarán señalamientos y reductores de velocidad a fin de evitar afectaciones elevadas al confort sonoro que pueda derivar en el ahuyentamiento de la fauna
					Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular			No se permitirá el acceso a vehículos en mal estado o que emitan una gran cantidad de humo, en su defecto se ofrecerá la opción de renta de vehículos propios de la reserva
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial		Extracción de agua de pozo para instalaciones y servicios		P, R-	Se vigilará en todo momento el uso correcto y moderado del agua que se extraiga, mediante la instalación de equipos (lavamanos y sanitarios) de bajo consumo de agua
	Calidad del agua		Volumen de agua residual		Agua sanitaria generada en los servicios	Envío de agua a PTAR		El agua que se produzca en los servicios será enviada a las PTAR que se instalarán en la estación de transferencia y en la zona de playa, el agua tratada será utilizada únicamente en el riego de las áreas verdees de las instalaciones, el resto del agua será envida mediante pipas a otros proyectos que la requieran
Paisaje	Paisajística		Calidad escénica del paisaje		Contaminación visual por presencia de infraestructura vial eléctrica y de servicios	Buenas prácticas ambientales	P, R-	Toda la instalación eléctrica que será parte de la granja solar para el abastecimiento de energía en las estaciones de transferencia y playa, será subterránea únicamente se construirá en una cepa dentro del camino artesanal

6.3 Programa de Vigilancia ambiental (PVA)

Introducción

El Programa de Vigilancia Ambiental propuesto para el Proyecto ha sido desarrollado con la finalidad de atender los impactos ambientales derivados de la realización y puesta en marcha del proyecto Camino artesanal "Puerta al Mar" de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico a fin de dar seguimiento y control a cada una de las medidas de mitigación correctivas y preventivas propuestas y garantizar con ello el cumplimiento a través de los programas específicos que se incorporan y forman parte del PVA.

El PVA es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por la promovente para tratar los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del Proyecto, así como de dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en leyes, reglamentos y normas aplicables al mismo.

El seguimiento y control se verificará a través de una serie de indicadores a efecto de poder determinar el avance y desempeño ambiental y el cumplimento técnico y normativo del Proyecto y poder establecer las medidas correctivas en caso de detectarse falla o desviación de estas.

Permitirá observar los avances y mejora de los componentes ambientales afectados y las acciones propuestas que servirán para mitigar o compensarán las afectaciones al ambiente que sean generadas durante la realización del Proyecto.
La ejecución de los todas y cada una de las medidas de control, prevención y mitigación descritas en este documento, están incorporadas dentro de los programas específicos propuestos para el Proyecto:

- Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria.
- Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Fauna.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora
- Programa de Conservación de Suelo y Agua.
- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Restauración.
- Programa de Educación Ambiental y Buenas Prácticas Ambientales.

6.3.1 Diagnóstico inicial

Este PVA es un sistema que garantiza el cumplimiento de las indicaciones y medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, contenidas en esta MIA (Conesa Fernández, 2010), así como de llevar un control y avance de las actividades que se describen en las fichas y programas que conforman el PVA.

6.3.2 Objetivos

6.3.2.1 *Objetivo general*

El principal objetivo del Programa de Vigilancia Ambiental es proporcionar mecanismos de control y seguimiento para garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas, correctoras y compensatorias durante todas las etapas que contempla el Proyecto para su realización.

6.3.2.2 *Objetivos específicos*

Elaborar e implementar los planes y programas que permitan:

- Garantizar la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Establecer las acciones y actividades mediante la aplicación de técnicas y metodologías adecuadas.
- Dar seguimiento y monitoreo, mediante un programa calendarizado de las medidas a fin de garantizar el éxito de su aplicación.
- Identificar y corregir posibles desviaciones de los indicadores a evaluar en cada una de las medidas realizadas.

6.3.3 Metas Particulares

- Evaluar la eficacia y eficiencia de la propuesta de medidas, planes y programas específicos del PVA, así como integrarlas en los informes anuales que se presentarán a la Secretaría a través de los indicadores propuestos para cada uno de ellos.
- Realizar el 100% de las medidas propuestas en este documento y monitorear el cumplimiento evaluando la efectividad de cada una de ellas.

6.3.4 Responsable del cumplimiento

En este sentido el responsable de coordinar la supervisión del cumplimiento del PVA; será el promovente del Proyecto (SEDENA), a través de un supervisor ambiental.

6.3.5 Definición de Parámetros

Para realizar el cumplimiento a las actividades y medidas descritas en cada programa ambiental, se deberá conformar el PVA con la siguiente evidencia:

Bitácoras



En ellas se deberán aplicar el avance de todas las acciones previstas en los programas específicos y de buenas prácticas ambientales. También servirá para registrar aquellos incidentes que alteren el cumplimiento de las medidas de mitigación. Describirán los desvíos detectados, los involucrados y las medidas aplicadas para corregir aquellas actividades fuera de parámetro.

Indicadores
Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación los cuales permitirán contar con la evaluación cuantitativa que sustente el cumplimiento de las acciones realizadas. Estos indicadores son propios de cada rubro o actividad y podrán cambiar en el tiempo de acuerdo con el análisis de los resultados que se obtengan de la ejecución del PVA. Los indicadores están establecidos en los programas específicos para cada componente ambiental.

Reportes
En función de las bitácoras, así como los indicadores y el cumplimiento de los programas específicos incluidos en este documento, se realizarán reportes anuales, los cuales contendrán resultados de aplicación del PVA, así como el análisis de los mismos.
Los reportes incluirán:

- Bitácora de obra.
- Memorias técnicas y fotográficas de la ejecución de las obras realizadas.
- Planos de localización de las obras y actividades.
- Monitoreo y evaluación de las acciones realizadas.

Con la información contenida en este reporte anual, se podrá documentar el cumplimento de cada una de las acciones realizadas, así mismo se evaluará la efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación y servirá también para la adopción de acciones correctivas en caso de desviaciones.

Para el seguimiento y cumplimiento de la aplicación de las medidas y programas asociados al PVA se supervisará en campo de forma autónoma e independiente, la correcta implementación de las medidas de prevención, mitigación, y control propuestas.

6.3.6 Ubicación de los sitios donde se aplicará el programa

Este programa se aplicará en toda la superficie del Proyecto, y en las áreas que indiquen cada programa ambiental especifico (anexo 6), que lo conforman.

6.3.7 Medidas por programa ambiental

A continuación, se describen las medidas de prevención, mitigación y compensación por componente (factor) ambiental, a manera de fichas para su mayor comprensión, en la que se detalla el impacto al que va dirigida la acción, el tipo de medida y los indicadores que permitirán dar el seguimiento y control adecuados.

Aire:
Se realizará el mantenimiento de los vehículos y maquinaria que se encuentren trabajando dentro del área del Proyecto, el cual deberá realizarse periódicamente para controlar y mantener, dentro

de los límites especificados por las normas oficiales mexicanas, las emisiones a la atmósfera producto de la combustión, como medida de prevención para cada vehículo y maquinaria.

Cabe mencionar que el mantenimiento constante también servirá para mitigar la cantidad de ruido generada, al mejorar el desempeño de los equipos y acercarlos a su diseño original.

Factor aire y suelo

Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria	
Mantenimiento preventivo de Vehículos y maquinaria	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Aumento en las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria. -Incremento en las emisiones a la atmósfera por equipo y maquinaria. -Riesgo de contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles.
Descripción de la medida	-Se verificará que todos los vehículos y maquinaria implicados en la realización del Proyecto cuenten con los programas de mantenimiento vigentes. -Se verificará que los vehículos y maquinaria que se utilicen cuente con los silenciadores necesarios para evitar ruido excesivo. -Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria de manera periódica o si presenta cualquier desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos; en caso de ser necesario, como: cambios de aceite, filtros, diésel o gasolina. -Se verificará que cuenten con la afinación periódica.
Indicador de la realización	Se comprobará mediante los registros o bitácoras de mantenimiento.
Indicador de efecto	Se medirá el porcentaje de cumplimiento de la medida comparando los mantenimientos realizados contra el total de mantenimientos esperados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá llevarse a cabo desde la etapa de preparación hasta la finalización de la etapa de construcción.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber iniciado la etapa de preparación sin antes haber verificado la condición de todos los vehículos y maquinaria implicados.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con cada fecha de envío de los vehículos y maquinaria al taller, o en su caso con la bitácora de la empresa contratada.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en el sitio del Proyecto con las bitácoras de mantenimiento que se realicen.



Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria	
Mantenimiento preventivo de Vehículos y maquinaria	
Tipo de medida	**P y R-**
Medidas de urgente aplicación	De presentarse algún mal funcionamiento o desperfecto en la maquinaria, la cual genere un incremento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, un incremento en el ruido que genere o incluso el derrame de algún hidrocarburo o líquido de motor, deberá ser remitido inmediatamente al taller de mantenimiento.

Por medio estas acciones se llevará a cabo el mantenimiento de los vehículos y maquinaria que se encuentre trabajando dentro del área del Proyecto, este deberá realizarse periódicamente para controlar y mantener, dentro de los límites especificados por las normas oficiales mexicanas, las emisiones a la atmósfera producto de la combustión, como medida de prevención para cada vehículo y maquinaria.

Riegos del camino de acceso e internos y frentes de trabajo: todos los días de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, las cuales se comprarán de los sitios autorizados por el estado y el municipio para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del Proyecto.

Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria	
Riego de las áreas de trabajo	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.
Descripción de la medida	-Se realizarán riegos programados de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el camino.
Indicador de la realización	La realización de la medida se comprobará mediante la evidencia fotográfica, comprobantes o facturas de compra de las pipas de agua. Aunado a las bitácoras de ingreso al área de proyecto.
Indicador de efecto	Se medirá el porcentaje de cumplimiento de la medida que se obtendrá entre la cantidad de riegos realizados contra los planeados, en un acumulado mensual.
Umbral de Alerta	De observar dispersión de polvos excesivos, se deberán aplicar riegos extraordinarios, aunque no hayan sido planificados.
Umbral inadmisible	El momento inadmisible para la aplicación de esta medida será una vez iniciados los trabajos de construcción del camino y no haber realizado los riegos programados.



Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria	
Riego de las áreas de trabajo	
Tipo de medida	**P y R-**
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente, evidenciando los riegos realizados semanalmente.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en el sitio del Proyecto, mediante las órdenes de compra de los servicios o la evidencia fotográfica.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse una dispersión importante de polvos debido a la sequedad en el camino, se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido planteados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse dentro de las bitácoras de las pipas.

Factor suelo y agua

Con las siguientes actividades se pretende controlar la erosión hídrica, así como mejorar el escurrimiento e infiltración, ocasionadas por las actividades de preparación y operación del Proyecto, para lo cual se diseñaron las siguientes actividades:

Programa de Conservación de Suelo y Agua	
Construcción de Canaletas y Obras de drenaje transversal	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto:	-Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento. -Aumento en la erosión hídrica y eólica. -Compactación del suelo. -Sellamiento del terreno.
Descripción de la medida	-Se instalarán canaletas de desvío y obras de drenaje lo largo del camino (ver capítulo 2).
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas obras.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de construcción del camino.
Umbral inadmisible	Será inadmisible concluir con la etapa de construcción sin haber concluido con la edificación de las canaletas.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en el sitio del Proyecto con las bitácoras de avance de la construcción de las canaletas.

Programa de Conservación de Suelo y Agua	
Construcción de Canaletas y Obras de drenaje transversal	
Tipo de medida	**P y R-**
Medidas de urgente aplicación	De observarse un gran deterioro de las canaletas, se deberán reemplazar las secciones dañadas por nuevas.

Estas obras servirán para dirigir el flujo de agua pluvial a terreno natural y favorecer el escurrimiento e infiltración del área del Proyecto y de Restauración, recibirán mantenimiento continuo para evitar el azolve y la presencia de residuos (basura).

Edificación de obras en Playa Vigía el Chico sobre palafitos	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto:	-Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento. -Alteración de flujos hidrológicos -Compactación del suelo. -Sellamiento del terreno.
Descripción de la medida	Las edificaciones de la zona de la Playa el Vigía el Chico se edificarán sobre pilotes a manera de palafitos, de tal manera que no existirá sellamiento del terreno en esta área
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas edificaciones
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de construcción del camino.
Umbral inadmisible	Será inadmisible el construir edificaciones en la zona de la Playa sobre terreno natural
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en el sitio del Proyecto con las bitácoras de avance de la construcción de las canaletas.

Medidas de urgente aplicación	De observarse un deterioro de los pilotes se deberán reemplazar conforme a los calendarios de mantenimiento brindados por la constructora

La construcción mediante esta técnica evitará posibles afectaciones a los flujos hidrológicos y prevendrá las afectaciones que puedan ocurrir a la misma infraestructura en caso de presentarse alguna inundación o algún otro fenómeno natural, eludiendo a su vez afectaciones al humedal circundante por escombros o dispersión de residuos

Factor Flora

Programa de Rescate y reubicación de flora	
Rescate y reubicación de las especies de flora	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Afectación a especies de flora que se encuentren listadas o no en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. -Posible afectación al equilibrio del ecosistema por la pérdida del hábitat, derivado del CUSTF.
Descripción de la medida	-Se realizará el rescate de las especies que se encuentren listadas o no en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre las especies rescatadas in situ, contra el número de las especies esperadas en una hectárea tipo. Estos datos serán registrados en las bitácoras correspondientes y será evidenciado mediante fotografías de las actividades realizadas.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos replantados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo susceptible a rescate, sobre el área del Proyecto y no aplicar el programa de rescate y reubicación correspondiente.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario durante el tiempo que dure las etapas de preparación y construcción, mensualmente durante el primer año después de haber llevado a cabo el rescate y posteriormente se comprobará de manera anual durante los siguientes cuatro años, tiempo suficiente para verificar la permanecía de los especímenes rescatados.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios de rescate y reubicación con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del Programa de Vigilancia Ambiental.

Programa de Rescate y reubicación de flora	
Rescate y reubicación de las especies de flora	
Tipo de medida	**P y R-**
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos rescatados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos, todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra).

El área de reubicación de flora será la misma utilizada para la Restauración.

Factor diversidad, ecosistemas, fauna, suelo, agua, calidad escénica y paisaje

Programa de Restauración	
Restauración	
Tipo de medida	**R+, RH, C y R-**
Impacto	-Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de las actividades de preparación del sitio. -Posible afectación al equilibrio del ecosistema por la pérdida de hábitat, derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales -Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del desmonte y despalme. -Modificación en la capacidad de infiltración y al escurrimiento. -Aumento en la erosión hídrica y eólica. -Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria.
Descripción de la medida	- Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP..
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie restaurada in situ, y la superficie planteada según el calendario de actividades. La realización de la Restauración se comprobará mediante la evidencia fotográfica o mediante las bitácoras que se generen indicando la superficie del avance de la Restauración.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre la cantidad de individuos restaurada y la supervivencia de los mismos.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de construcción.

Programa de Restauración	
Restauración	
Tipo de medida	**R+, RH, C y R-**
Umbral inadmisible	Será inadmisible concluir con la etapa de preparación sin haber iniciado con los preparativos de la Restauración. Esta fecha es variable ya que la Restauración deberá iniciar a la par de la temporada de lluvia, para lograr su eficiencia.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente con los avances en la Restauración.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en las áreas de Restauración con las bitácoras de avance de esta medida.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios.
	De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos reforestados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos.
	Todas las actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, mortandad, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental). El monitoreo de estas especies deberá realizarse por cuatro años después de la Restauración inicial, hasta garantizar su exitosa implantación.

Factor fauna

Para atender a la fauna presente en el área del Proyecto y evitar dañarla o tener algún percance por las labores de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, se aplicarán acciones para el ahuyentamiento, rescate y en su caso reubicación de la fauna.

Estas acciones se realizarán sobre la superficie que ocuparan la infraestructura y serán paulatinas conforme avance las actividades y obras del Proyecto. Durante la fase de operación la presencia de las brigadas de control de fauna no será permanente ya que la incidencia de fauna en el polígono del Proyecto será menor y escasa, por lo que, en esta fase, solo se aplicaran estas medidas en caso de presentarse algún ejemplar de fauna que requiera del manejo y traslado a las áreas de reubicación, como pudiesen ser coyotes, serpientes venenosas, etc.

Programa de Ahuyentamiento, manejo, rescate, reubicación y protección de fauna	
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Afectación a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. -Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del Proyecto.
Descripción de la medida	-Se realizará el rescate de las especies de fauna que se localicen sobre el área de Proyecto, brindando especial atención a aquellas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta medida se aplicará solamente con la fauna que sea propensa a rescate; esto es, fauna que, por sus características, etapa de crecimiento o su biología particular, no pueda dirigirse a otra locación por medios propios, descartando a individuos, por ejemplo, ejemplares de aves adultos, para estos sólo será necesario el ahuyentarlos.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los individuos rescatados y reubicados. Se evidenciará mediante la presentación de reportes, fichas de registro o fotografías de las actividades realizadas.
Indicador de efecto	Se medirá el porcentaje de cumplimiento de la medida que se obtendrá entre la cantidad de especies registradas en el sitio del Proyecto y el número acumulado de especies rescatadas durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún individuo de fauna, sobre el área de Proyecto y no aplicar el programa de rescate y reubicación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario durante la etapa de preparación y durante la construcción en caso de encontrar algún espécimen cerca de las áreas de trabajo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de rescate.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna, aún después de haber realizado los recorridos y actividades de rescate programadas, se deberá aplicar de igual forma el programa de rescate, la bitácora que se genere de esto deberá anexarse a un reporte extraordinario que pormenorice las acciones realizadas, este reporte a su vez deberá ser incluido en el reporte de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental que en su caso se entregue a la autoridad correspondiente en el periodo en el que se encuentre.



Programa de Ahuyentamiento, manejo, rescate, reubicación y protección de fauna	
Señalética	
Tipo de medida	**P**
Impacto	-Afectación a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Descripción de la medida	-Se colocarán señalamientos restrictivos y preventivos en el trayecto del camino y en las zonas de trabajo a fin de evitar cualquier incidente.
Indicador de la realización	Se evidenciará mediante fotografías y la relación de señalamientos colocados.
Indicador de efecto	Numero de incidencias (accidentes) que se presenten durante la operación del Proyecto.
Umbral de alerta	Comenzar la etapa de preparación del Proyecto y no contar con la señalización adecuada.
Umbral inadmisible	Será inadmisible no contar con la señalización adecuada una vez concluida la construcción del camino.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios en donde se coloque la señalética propuesta.
Medidas de Urgente aplicación	Se deberá informar al supervisor ambiental y de obra para la colocación urgente de cualquier, letrero, cinta o señal en el sitio que se requiera.

Programa de Ahuyentamiento, manejo, rescate, reubicación y protección de fauna	
Reductores de velocidad	
Tipo de medida	**P**
Impacto	-Afectación a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Descripción de la medida	-Se colocarán reductores de velocidad a lo largo del trazo del camino a fin de evitar incidentes con la fauna silvestre, estos complementarán la señalética restrictiva.
Indicador de la realización	Se evidenciará mediante fotografías y la relación de reductores colocados.
Indicador de efecto	Numero de incidencias (accidentes) que se presenten durante la operación del Proyecto.
Umbral de Alerta	Comenzar la etapa de preparación del Proyecto y no contar con la los reductores de velocidad establecidos en el Proyecto.
Umbral inadmisible	Será inadmisible no contar con los reductores establecidos en el Proyecto una vez concluida la construcción del camino
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios en donde se coloquen los reductores de velocidad

Programa de Ahuyentamiento, manejo, rescate, reubicación y protección de fauna	
Reductores de velocidad	
Tipo de medida	**P**
Medidas de Urgente aplicación	Se deberá restituir o reparar cualquier daño que se presente a los reductores de velocidad instalados

Factor suelo, salud y seguridad

Las acciones diseñadas para el manejo de residuos son un instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, para facilitar el acopio y las disposiciones de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos. Entre los principales objetivos de los planes de manejo se encuentran: el fomentar la minimización de la generación de los residuos; promover la responsabilidad compartida de los productores, distribuidores y comercializadores; realizar la separación en la fuente, la recolección separada de residuos y fomentar el reúso y reciclaje de los residuos, con el objeto de reducir el volumen de los residuos que actualmente van a disposición final.

Programa de Manejo Integral de Residuos	
Depósitos de Residuos sólidos No peligrosos	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Generación de residuos sólidos urbanos (RSU) -Atracción de fauna nociva u oportunista
Descripción de la medida	-Se colocarán depósitos (tambos, contenedores metálicos o de plástico, etc), los cuales estarán debidamente etiquetados y tapados destinados a contener residuos sólidos urbanos.
Indicador de la realización	A través de este indicador se obtendrá mediante la relación de los depósitos instalados, y las fechas de recolección o acopio al sitio destinado por el municipio para este tipo de residuos.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá el número de eventualidades que ocurran por atracción de fauna nociva.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar basura fuera de los depósitos o algún manejo deficiente de este tipo de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario, durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de Proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en las áreas de instalación de los depósitos con las bitácoras de la recolección de los residuos, así como del rescate de fauna de presentarse el caso.



Programa de Manejo Integral de Residuos	
Depósitos de Residuos sólidos No peligrosos	
Tipo de medida	**P y R-**
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna en las áreas de comida u oficina móviles durante las etapas de preparación y construcción, así mismo se deberá aplicar las actividades de rescate de fauna, las bitácoras para este caso deberán ser muy explicitas en la situación que propicio el evento, para con esto poder idear formas innovadoras para evitar que esta situación siga ocurriendo.

Factor agua, salud y seguridad

Programa de Manejo Integral de Residuos	
Sanitarios portátiles	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Generación de aguas residuales sanitarias
Descripción de la medida	-Durante la etapa de preparación y construcción, las aguas residuales serán colectadas y manejadas por la empresa autorizada que preste el servicio de baños portátiles. -Se instalará un baño portátil por cada 15 trabajadores. -Se deberá realizar la limpieza periódica (de 2 a 3 veces por semana), de los baños que se instalen.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los baños instalados y las bitácoras de limpieza que genere la empresa contratista.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el volumen de agua sanitaria retirado por la empresa contratada.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo o contaminación por derrame este tipo de residuo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro o limpieza de los sanitarios y durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de Proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios en donde sean instalados los sanitarios, con los manifiestos de retiro y limpieza de los por parte de la empresa contratista.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada.

Programa de Manejo Integral de Residuos	
Plantas de tratamiento	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Generación de aguas residuales sanitarias durante la operación
Descripción de la medida	-Durante la etapa de operación, las aguas residuales serán colectadas mediante tubería (drenaje), para ser enviadas a la planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias (PTAR). -Se instalarán dos PTAR, una en la estación de transferencia y otra en la zona de playa (esto con el fin de minimizar los efectos negativos que traería el construir una línea de alejamiento para el transporte del agua de los sanitarios). -Las aguas tratadas tendrán las condiciones que marca la NOM-001-CONAGUA -Las aguas que se traten serán utilizadas para el riego de las áreas verdes dentro de las instalaciones de las obras complementarias, el resto será llevado mediante pipas a otros proyectos que la requieran. -No se verterá el agua tratada en afloramientos de agua, aguas subterráneas o suelo natural.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la puesta en marcha y bitácoras de mantenimiento de las PTAR.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el volumen de agua sanitaria tratado semanalmente.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de construcción y operación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo o contaminación por derrame este tipo de residuo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro de las aguas tratadas, así como la entrega de los mismos a sus destinatarios.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios en donde sean instalados las PTAR, con los manifiestos de retiro por parte de la empresa contratista.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada.

Factor suelo

Programa de Manejo Integral de Residuos	
Almacén temporal de residuos de manejo especial y peligrosos	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Generación de residuos de manejo especial. -Generación de residuos peligrosos. -Riesgo de incendio de residuos peligrosos
Descripción de la medida	-Los residuos de manejo especial y peligrosos que se generen durante la preparación y construcción, serán separados en contenedores etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser llevados al almacén temporal del Proyecto y estos serán entregados a una empresa autorizada para dar el manejo a dichos residuos hasta su disposición final, dicho almacén deberá contar con la capacidad suficiente para albergar un derramen de residuos peligrosos, así como deberá contar con los extintores suficientes para atender una contingencia.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que se envíen e ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada para brindar el manejo de éstos, que serán registrados en las bitácoras correspondientes.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse durante la etapa de preparación y construcción.
Umbral inadmisible	Será inadmisible haber concluido con la etapa de preparación sin contar con un almacén de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente con el manifiesto de recolección de la empresa que se contrate para este fin.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en el almacén temporal que se instale en el sitio del Proyecto, con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen.

Factor suelo y agua

Programa de Manejo Integral de Residuos	
Reutilización y tratamiento del producto del desmonte y despalme	
Tipo de medida	**P y R-**
Impacto	-Generación de residuos de Manejo especial

Programa de Manejo Integral de Residuos	
Reutilización y tratamiento del producto del desmonte y despalme	
Tipo de medida	**P y R-**
Descripción de la medida	-El producto del desmonte será triturado y junto con el material de despalme se destinarán en un área con poca pendiente. Estos desechos se cubrirán para evitar el arrastre por agua o viento y deberán ser utilizados como material de enriquecimiento o abono al suelo en sitios de Restauración. También podrá utilizarse para rellenar oquedades dentro de dichas áreas.
Indicador de la realización	Se obtendrá mediante la evidencia fotográfica de los sitios de acopio del producto de desmonte y despalme, estos deberán de estar fueran del área de trabajo y su colocación no deberá intervenir con las áreas de preparación y construcción del camino.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá conforme al avance del desmonte y despalme y la volumetría retirada cada mes, así como la volumetría estimada al inicio del Proyecto.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisible	Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente hasta la finalización de las actividades de preparación del sitio.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios de disposición de estos residuos, mediante las bitácoras de volumetría retirada y evidencia fotográfica.
Medidas de urgente aplicación	Todo el material producto del desmonte y despalme deberá ser almacenado para ser triturado y/o composteado para su posterior utilización como enriquecedor, abono o relleno de zonas de Restauración. En caso de que este material se deposite fuera del área de acopio, se deberá recoger inmediatamente y ser transportado para su correcto manejo.

Estas acciones son de interés general y obligatoria en el Proyecto y busca promover la correcta separación de los residuos a fin de mejorar e incrementar la eficiencia en el manejo y disposición de los residuos sólidos.

Factor Social/económico



Buenas Prácticas Ambientales, Programa de Educación Ambiental	
Señalética	
Tipo de medida	**P**
Impactos	-Riesgo por accidentes con el personal. -Riesgo por accidentes con la flora y fauna.
Descripción de la medida	-Se colocarán señalamientos informativos, restrictivos y preventivos en el Área del Proyecto a fin de evitar cualquier incidente.
Indicador de la realización	Se evidenciará mediante fotografías y la relación de señalamientos colocados.
Indicador de efecto	Numero de incidencias (accidentes) que se presenten durante las actividades de preparación y construcción del Proyecto.
Umbral de Alerta	Comenzar la etapa de preparación del Proyecto y no contar con la señalización adecuada.
Umbral inadmisible	Será inadmisible no contar con la señalización adecuada una vez concluida la construcción del Proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará en los sitios en donde se coloque la señalética correspondiente.
Medidas de Urgente aplicación	Se deberá informar al supervisor ambiental y de obra para la colocación urgente de cualquier letrero, cinta o señal en el sitio.
Etapa de aplicación	Preparación, Construcción y Operación.

Programa de Educación Ambiental, Buenas Prácticas Ambientales	
Buenas Prácticas ambientales, Captación y divulgación sobre la importancia, cuidado y manejo del medio ambiente	
Tipo de medida	**P**
Impactos	-Riesgo de contaminación a los distintos componentes ambientales por un incorrecto manejo de residuos -Daño y accidentes con la fauna -Daño a la flora circundante
Descripción de la medida	-Se realizarán charlas y capacitaciones a los prestadores de servicios y personal que trabaje en el Proyecto para la concientización sobre la importancia y cuidado del medio ambiente.

Programa de Educación Ambiental, Buenas Prácticas Ambientales	
Buenas Prácticas ambientales, Captación y divulgación sobre la importancia, cuidado y manejo del medio ambiente	
Tipo de medida	**P**
Indicador de la realización	Cantidad de capacitaciones y charlas impartidas mensualmente.
Indicador de efecto	Un mejor manejo del entorno natural del área.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse previo al inicio de las actividades de funcionamiento de la zona y se deberá capacitar al personal, sobre el cuidado del medio ambiente.
Umbral inadmisible	Será inadmisible el haber llegado el grueso de la población laboral sin antes haber impartido las capacitaciones y charlas.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con la cantidad de personas (trabajadores y prestadores de servicios) que asistan a las capacitaciones y charlas, comparándolas con la cantidad de personal que labore en el área del Proyecto.
Medidas de urgente aplicación	Se deberá reformular la cantidad de capacitaciones y charlas impartidas.
Etapa de aplicación	Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Programa de Educación Ambiental, Buenas Prácticas Ambientales	
Encauzar al personal a núcleos poblacionales	
Tipo de medida	**P**
Impacto	Aumento en la demanda de servicios Incremento temporal de la población, por migración temporal de trabajadores
Descripción de la medida	Se deberá encausar a todo el personal que arribe de otras comunidades, localidades, municipios o estados para trabajar en el Proyecto, a los núcleos poblacionales cercanos que cuenten con la disponibilidad de servicios.
Indicador de la realización	Se llevará una relación del personal enviado a los distintos núcleos de población cercanos.
Indicador de efecto	El efecto de esta medida se medirá con la accesibilidad a los servicios públicos a los que tenga acceso el personal encargado de las obras.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse previo al arribo del personal al área del Proyecto.



Programa de Educación Ambiental, Buenas Prácticas Ambientales	
Encauzar al personal a núcleos poblacionales	
Tipo de medida	**P**
Umbral inadmisible	Será inadmisible el haber llegado el grueso de la población laboral sin antes haber determinado la ubicación de todos ellos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará una vez que el personal arribe al área de Proyecto para iniciar la etapa de preparación.
Medidas de urgente aplicación	En caso de que se presente deficiencia en la disponibilidad de los servicios públicos se deberá enviar a una parte del personal a un núcleo de población distinto.

6.3.7.1 *Buenas prácticas ambientales*

La realización del Proyecto implica llevar a cabo acciones que reduzcan el impacto ambiental negativo que inminentemente se ocasionará en el sitio de mantenimiento y rehabilitación del camino, por lo que se llevarán a cabo las siguientes acciones:
Pláticas informativas o capacitaciones: antes de comenzar las actividades de preparación se dará a conocer a todo el personal que labore en el Proyecto el reglamento, y se informará acerca del cuidado de las especies de flora y fauna que se distribuyen en el sitio y las acciones de seguridad.

6.3.8 Materiales y personal que se requiere para ejecutar el programa

La elaboración de este programa estará a cargo del Supervisor Ambiental designado por el Promovente para este proyecto.

Las medidas descritas serán incorporadas a los programas que forman parte de PVA en el que se dará el seguimiento y control adecuado a fin de garantizar la viabilidad ambiental del Proyecto.

En este sentido, el PVA tiene como objetivo el plantear una serie de acciones e indicadores para garantizar el cumplimiento tanto de las medidas planteadas como de las obligaciones impuestas por la autoridad en la materia. Los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estos programas están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden o no ser cuantificables.

6.3.9 Indicadores de realización

La realización de las medidas de prevención, mitigación y compensación se puede evidenciar mediante este indicador, el cual permite verificar que se lleven a cabo.

Propuesta de los indicadores de seguimiento y monitoreo de los programas ambientales

Para el control de todas las acciones de mitigación de impactos, en particular aquellas referentes a la entrega de Estudios, Planes y Programas se considera adecuado la aplicación del **Índice de Eficiencia de la Medida** (***ei***) y por medio de las Fichas Técnicas de Seguimiento Ambiental que se generen, se puede registrar y presentar las evidencias del cumplimiento de este grupo de medidas, como la copia de los oficios de entrega de los Estudios, Planes y Programas ante las instancias correspondientes, los resultados principales de dichos trabajos, etc.

Propuesta de los criterios de evaluación del cumplimiento ambiental

Tabla 6-2. Criterios de Evaluación del Cumplimiento Ambiental

Valor	Criterio
1.00	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
0.80	Cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional
0.60	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
0.40	Cumple parcialmente la medida
0.20	Inicia de forma incipiente, el cumplimiento de la medida
0.00	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO)

La escala anterior trata de valorar el grado de la implantación de una medida especifica que podrá ser desde 0.20 hasta 1.0, esta última una calificación satisfactoria. Al contrario, se considerará un Hallazgo cuando no se han realizado las acciones necesarias para su implantación durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

Una vez que el Proyecto sea puesto en marcha, se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas de este. A través del siguiente calculo:

Propuesta del índice de cumplimiento ambiental

Tabla 6-3. Índice de Cumplimiento Ambiental

Índice de Cumplimiento Ambiental (ICA)	*x* = número de criterio de evaluación de la medida *i*, durante la actividad *j* *i = medida* *j = actividad* *X* = número total de evaluaciones por período (de acuerdo con el criterio)

ICA=X1 i1/1+X2 i2/2 +Xn in/n X

Finalmente, los indicadores de desempeño miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de la misión y las metas del Proyecto. En este caso, para determinar el Desempeño Ambiental del Proyecto se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar, durante una actividad determinada por la etapa del Proyecto. Los resultados de este indicador serán útiles en cualquier momento a lo largo de la vida útil del proyecto.

6.3.10 Indicadores de eficacia

El indicador de eficacia se define como todos aquellos elementos de la información que permiten evaluar los resultados obtenidos de la aplicación de las acciones y medidas propuestas, así como el grado de cumplimiento de los objetivos y las metas establecidas, es decir, el grado de desempeño ambiental.

Propuesta del índice de eficiencia

Tabla 6-4. índice de eficiencia de Eficiencia

Índice de Eficiencia (*ei*)	*e = nivel de eficiencia de la medida i* *j* = número de acciones que se realizaron en el período del informe para la medida *i* *k* = número total de acciones a realizar que integran la medida *i*
ei = (j / k) x 100	

En cambio, cuando se trata de la ejecución de las acciones establecidas se podrá obtener un mayor número de datos que midan, muestren y evidencien el éxito de su aplicación. Por lo que, para las medidas incluidas en la categoría de Obra Ambiental, Medidas Generales y Seguimiento, se establecen una serie de indicadores adecuados a cada acción a realizar, sin dejar de lado aquellos que puedan ser establecidos en los Programas desarrollados para cada uno de los componentes ambientales a proteger durante la ejecución del Proyecto, así como su operación inicial. Además, se sugieren los períodos para la colecta de datos, el área y el método de la información necesaria para alimentar los índices o indicadores que se hayan definido. Obviamente se podrán incluir las evidencias del cumplimiento de la medida, por medio del registro de toda esta información en el formato de Cédula de Registro y Registro por Actividad, así como en la Bitácora de Obra considerada

un instrumento de control comúnmente utilizado como parte de la supervisión de un Proyecto; además de oficios, documentos, fotografías, etc.

En primera instancia se considera apropiada la definición de los Criterios de Evaluación que permita calificar el nivel de aplicación de cada una de las medidas enlistadas para el Proyecto.

6.3.11 Calendario de comprobación

Los calendarios de comprobación serán los especificados en cada programa y se conjuntarán en este PVA para ser presentados de manera semestral o en su caso con la temporalidad que marque la autoridad.

6.3.12 Punto de comprobación

El punto de comprobación será el oficio de entrega ante las autoridades.

6.3.13 Medidas de urgente aplicación

El responsable técnico ambiental será el que implemente todos los programas ambientales propuestos, verificando el cabal cumplimiento de los objetivos planteados en cada programa. De tal manera que el calendario de cada programa deberá ejecutarse en tiempo y en forma.

6.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La inversión destinada para llevar a cabo las medidas de prevención, mitigación y/o compensación del Proyecto se calculó en el 15% con base a la inversión destinada para la ejecución del Proyecto, tal como se describe en el apartado 2.5 del capítulo 2 de este documento, por lo que para cada programa se calcularon los costos de aplicación, dando como resultado lo siguiente:

Programa	Porcentaje de inversión por programa (%)
Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Fauna.	20
Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria.	15
Programa de Conservación de Suelo y Agua.	20
Programa de Manejo Integral de Residuos.	15
Programa de Restauración.	20
Programa de Educación Ambiental y Buenas Prácticas Ambientales.	10
Total	**100**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD: PARTICULAR PROYECTO “CAMINO ARTESANAL PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO. Q. ROO.”

CAPITULO VII

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



ÍNDICE

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 3

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 3

7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 4

7.4 Pronóstico ambiental 6

7.5 Evaluación de alternativas..... 6

7.6 Conclusiones 7

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El escenario predominante que se espera en el SAR sin la presencia del proyecto, es uno de condiciones similares a las que presenta actualmente. Tanto a mediano como a largo plazo, las actividades antropogénicas que se desarrollan continuarán impactando de manera negativa, ocasionando una posible y mayor degradación del suelo, sobre todo en la sección del SAR que no se encuentra dentro de la zonificación de la RB Sian Ka´an.

El pronóstico que se presenta, en general, contempla la misma dinámica actual. Se sostendrán prácticas agrícolas que ocasionan la degradación del suelo, expansión de pastizales, extracciones de materiales pétreos y asentamientos humanos debido al crecimiento poblacional. Por lo que, el estado de conservación del SAR se continuará degradando en función del tiempo.

- El Proyecto “Construcción del camino artesanal Puerta al Mar” se pretende construir sobre el trazo y terraplén del Antiguo tren Militar y obras complementarias, el cual responde a un compromiso presidencial que busca implementar infraestructura carretera para impulsar el desarrollo de los municipios y sus comunidades.

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El desarrollo del Proyecto no intervendrá directamente en la estructura del SAR, debido a que los impactos más significativos así como el cambio de uso de suelo se llevó a cabo durante la realización de los trabajos del antiguo tren militar, en este sentido las áreas que se ampliaran para dar paso a la modernización del camino y construcción de las obras complementarias que, dichos sea de paso a servirán para fortalecer la capacidad administrativa y de recepción investigadores y desarrollo del turismo tanto nacional como extranjero, esto debido a que todas las obras serán administradas por la dirección de la Reserva. Los impactos derivados de la modernización y mejora del camino y construcción de obras complementarias serán puntuales y limitados a su área de influencia. Se contempla como parte del diseño del Proyecto, la mínima intervención a la vegetación natural posible, con lo cual se busca mantener la escénica del paisaje y evitar al máximo la afectación a la fauna y flora existente.

Con base en los resultados obtenidos mediante el análisis de los impactos ambientales, durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, se presentarán los impactos de mayor significancia, aun así, se espera que los efectos de los mismos sean puntuales sobre el AP y su área de influencia directa. Estos impactos tienen que ver con el retiro de la vegetación, en las áreas de desplante de las obras complementarias y ampliación del camino, la modificación de las tasas de erosión e infiltración, mostrando un incremento en la primera debido a la pérdida en la capacidad de retención del agua por la vegetación, así como una disminución en la segunda durante esta misma etapa por el sellamiento del suelo.



La presencia del Proyecto no intervendrá en la estructura y funcionamiento del SAR, además contribuirá al desarrollo social de las comunidades cercanas al Proyecto ya que conectará de manera eficiente con las poblaciones con actividades turísticas, de conocimiento y apreciación de la escénica del área. Así mismo, el desarrollo del Proyecto contempla durante todas sus fases, la ejecución de las medidas de mitigación expuestas en el capítulo seis del presente estudio. Entre dichas medidas, se considera llevar a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental y una serie de programas específicos, diseñados para garantizar la disminución de los efectos sobre el medio ambiente que proyectos de este tipo traen consigo.

7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Para el AP se prevé un escenario en el que la aplicación de las medidas de mitigación permitirá la minimización de los impactos generados por la etapa de construcción y, por lo tanto, se pueda apreciar un resultado positivo en la calidad del SAR.

Se considera que el impacto ambiental más significativo es la afectación de especies protegidas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, con el mismo nivel de significancia se encuentra el efecto que dejará el CUSTF por la construcción del camino y el mejoramiento de la infraestructura, lo cual se refiere la construcción de las obras complementarias, las cuales se situarán dentro de la subzonificación de la Reserva.

Con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los efectos que los impactos identificados traerán al AP y al SAR, se han diseñado las medidas necesarias para atender cada uno de éstos, cuyas acciones pueden ser medidas y monitoreadas; así mismo, se encuentran contenidas dentro de los programas específicos que se han integrado en este documento.

Los programas específicos son:

- Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria

En él se establecerán los tiempos en los cuales se retirarán las máquinas para ser llevadas a talleres autorizados (fuera del AP), para su reparación, con lo cual se evitará que el equipo emita contaminantes a la atmósfera fuera de los niveles permitidos. Posteriormente a los mantenimientos y en caso de que durante una inspección visual se detecten emisiones no controladas, los vehículos tendrán que ser remitidos nuevamente al taller para repetir el procedimiento de reparación. Es importante señalar que, por ningún motivo se permitirá el realizar el mantenimiento de la maquinaria sobre el área de proyecto, mucho menos sobre áreas que pertenezcan a la ANP.

- Programa de manejo integral de residuos

En este, se describe de manera extensa el manejo ambientalmente adecuado de los residuos de manejo especial implica reúso, reciclaje, valorización o el confinamiento cuando ya no tienen una utilidad. El confinamiento de estos residuos debe llevarse a cabo en los lugares designados por las autoridades ambientales de las diferentes entidades del país. Por tal motivo, es necesario el registro de los mismos y un plan de manejo tanto para los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que permita un control estricto dentro de las instalaciones.

- Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate Reubicación y Protección de Fauna

Describe las técnicas y métodos más actualizados para realizar el correcto manejo, captura, manipulación y liberación de la fauna silvestre. Esta herramienta deberá aplicarse durante la preparación, construcción y el desarrollo del Proyecto, todas las especies que se encuentren en la zona del camino al momento del desmonte, serán rescatadas, manipuladas y reubicadas adecuadamente estén o no incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Realizar el rescate de fauna previo a las labores de preparación del sitio, para luego continuar con el programa durante la construcción del proyecto, rescatando y reubicando aquellos ejemplares que de forma ocasional o fortuita pudieran encontrarse en los frentes de trabajo.

Llevar a cabo las actividades de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de la fauna que sea localizada dentro del Área del Proyecto con el mayor cuidado y la utilización de las mejores técnicas de manejo y contención física.

- Programa de rescate y conservación de flora.

Previo a las actividades de desmonte y despalme, se realizó el rescate de flora de aquellos individuos que se consideró con importancia biológica, ecológica o bien se encuentren enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de flora rescatadas se trasladaron a un vivero para su conservación hasta el inicio de las actividades de abandono para su reinserción.

- Programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales

Este programa se aplicará de manera constante durante las etapas de preparación y construcción, el mismo estará enfocado a los trabajadores de la obra, el objeto del mismo es brindar información clara y precisa sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad de la región, así mismo sobre la correcta identificación, separación y manejo de los residuos que se generan.

El objetivo principal del Programa de Educación Ambiental es promover la sensibilización y conciencia ambiental entre todos los involucrados en el proyecto de construcción del camino. A través de actividades educativas y de capacitación, se busca informar a los trabajadores sobre los impactos potenciales de sus actividades en el suelo, la vegetación, la fauna, el agua y el aire, así como las medidas preventivas y correctivas que se deben adoptar para mitigar estos impactos.

- Programa de restauración

En este programa se describen las actividades referentes a la aplicación de esta medida de compensación, con la cual se busca reducir los efectos negativos que traerá el proyecto sobre todo a la escénica del área. Esta medida se aplicará dentro del polígono del ANP, en la zona del Playón, donde se aplicarán las técnicas necesarias para realizar una restauración exitosa, entre las cuales se deberá realizar los estudios previos necesarios para identificar correctamente las variables fisicoquímicas del área.

7.4 Pronóstico ambiental

Una vez realizada la revisión de los escenarios con y sin Proyecto, así como los capítulos precedentes de este documento, se espera que no exista un cambio substancial de las condiciones ambientales con el Proyecto o sin él, partiendo del hecho de que le trazo sobre el cual se construirá el camino, existe ala fecha y corresponde al trazo de vías y terraplén del antiguo tren militar. Así mismo, el proyecto comprende la construcción de las obras complementarias servirá para el mejoramiento de la infraestructura vial y de servicios no sólo del municipio, sino, de la ANP, dotando a esta última de las obras necesarias para recibir una mayor cantidad de visitantes, tanto académicos como turistas nacionales y extranjeros, así como una mayor capacidad de vigilancia dentro de la Reserva.

Por otra parte, el mejoramiento y modernización del camino representa beneficios a diferentes niveles, facilitando el acceso, trasportación y comercialización de los productos generados por las poblaciones de la región, así como la vigilancia dentro del área natural protegida.

A niveles más básicos, este Proyecto representa un beneficio a la economía local abriendo puestos laborales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como la derrama económica que traerá este camino a las localidades cercanas.

La construcción y operación del proyecto, no derivará en una disminución de la calidad en el ecosistema, debido a el área donde se implantará, las actividades del Proyecto elevarán la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de éstos; además de que el Proyecto implica la ejecución de obras de conservación, mitigación y compensación, que mejorarán la calidad ambiental actual, incluso una vez terminadas las obras. Otro beneficio será la generación de empleos, nuevos ingresos para los pobladores de la zona y la conectividad y acercamiento con obras turísticas importantes en la región.

Desde el punto de vista ambiental, los impactos que generará este Proyecto serán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción los cuales serán de manera puntual, por lo que no se espera que existan efectos fuera del área de influencia directa, no obstante, se han diseñado las medidas de mitigación y compensación necesarias para atenuar estos efectos a fin de volver el Proyecto ambientalmente viable.

7.5 Evaluación de alternativas

El AP se seleccionó como parte de los compromisos presidenciales que busca implementar infraestructura carretera para impulsar el desarrollo de los municipios y sus comunidades, así mismo, el trazo sobre el que se pretende implantar ya ha sido impacto por ser el mismo correspondiente al del antiguo tren militar que viajaba hasta el faro de la playa del Vigía el Chico.

En este sentido y con base en la estructura de la vegetación la cual observa un continuo de vegetación sobre toda la zona que compone tanto los polígonos del ANP como su área de influencia, cualquier intento de apertura de una ruta distinta al trazo existente supondría en una serie de efectos e impactos de significancia mucho mayor en comparación al trazo seleccionado, el cual entre sus características resalta que el mismo cuenta con el ancho de corona necesario para el proyecto, así mismo, el camino aunque en malas condiciones ah sido utilizado por los pobladores y visitantes a la reserva así como por el área de vigilancia de la misma desde siempre en cuyo caso los impactos

que este generó ya han sido disueltos por el paso del tiempo y la resiliencia de la zona, formando este parte del paisaje normal.

Aunado a lo anterior y con base en las necesidades tanto de los pobladores de la localidad de Felipe Carrillo Puerto de obtener una vía de salida al mar para mejorar la logística de transporte de productos a Punta Allen, así también en pos de mejorar la capacidad de vigilancia por parte de la dirección de la reserva y consolidar el turismo de bajo impacto dentro de la reserva lo cual incrementará la afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros, lo cual servirá para promover la conciencia pública y la educación de los visitantes, pero también como fuente de financiación para la conservación

Por estas causas, queda de manifiesto que no existe un área alternativa para el desarrollo de este Proyecto, toda vez que, la proyección de éste consiste en la construcción y modernización del camino ya existente.

7.6 Conclusiones

El Proyecto no representa una afectación mayor o significativa en el área debido a la localización que se propone. Todas las actividades se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de protección ambiental y equilibrio ecológico. De acuerdo al análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el Proyecto, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia, se concluye que:

El proyecto nombrado “Camino Artesanal Puerta Al Mar” De Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, Q. Roo” permitirá eficientizar el traslado de los productos que se originan en las comunidades aledañas al Proyecto hacía las poblaciones con actividades turísticas, agrícolas y comerciales, contribuyendo al desarrollo económico local y regional, conlleva únicamente el condicionamiento jurídico y técnico a través de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, hasta en tanto se cumplan con cabalidad las condiciones jurídicas para la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para su preparación y construcción.

Como resultado de la evaluación del SAR se concluye que:

- Lo principales impactos del Proyecto serán mitigados, de manera de que se mantenga la integridad funcional del SAR.
- Lo impactos significativos serán sujetos a la aplicación de medidas de mitigación y compensación, diseñadas para atenuar o eliminar el efecto de estos sobre el medio ambiente.
- Los impactos de significancia baja que se generen durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán mitigados mediante la utilización de las medidas planteadas en el capítulo 6 del presente estudio y con la implementación de buenas prácticas ambientales, las cuales garantizarán el buen desempeño ambiental del Proyecto.

Se estima que se podrán generar 100 empleos directos, en la etapa de preparación del sitio y construcción, los cuales beneficiarán a las poblaciones aledañas al AP y una derrama económica por servicios: como son hospedaje y comida (entre otros).

Considerando el análisis realizado del escenario ambiental con el Proyecto y de acuerdo con los pronósticos realizados, la condición esperada para la mayoría de los componentes del SAR no presenta diferencias a lo que se esperaría en un futuro sin la construcción del Proyecto.

El tamaño del Proyecto no representa una afectación significativa, ya que, por ser un proyecto local, ésta no modificará la estructura o funcionamiento del SAR.

- La instalación de señalética y las medidas de diseño seleccionadas, permitirán prevenir y disminuir las afectaciones a las especies de fauna silvestre durante la operación de este, además de que se aplicarán acciones de rescate y reubicación de la misma, durante la preparación del sitio y construcción.

El resultado de la evaluación indica que la mayoría de los impactos identificados para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación son de significancia media y baja.

El Proyecto cumple con la legislación que rigen los niveles federal, estatal y municipal. Es compatible con lo establecido por los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables; el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel federal, así como con las Normas Oficiales Mexicanas y los Reglamentos de las Leyes aplicables. Adicionalmente no representa un efecto negativo para áreas de importancia ecológica.

Por lo tanto, la preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, puede llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de control y mitigación particulares a cada impacto identificado. Con base en los estudios y análisis realizados para el medio físico y biótico del área, se puede afirmar que el Proyecto no representa una afectación directa para el SAR, el cual ha sido modificado previamente por actividades humanas.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD: PARTICULAR PROYECTO “CAMINO ARTESANAL PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO. Q. ROO.”

CAPITULO VIII

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..... 3

8.1 Presentación de la información 3
8.1.1 Metodologías 3
8.1.2 Cartografía 11
8.1.3 Glosario de términos..... 11
8.1.4 Bibliografía 12



8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Presentación de la información

Para la presentación de esta manifestación de Impacto Ambiental se utilizó la Guía disponible en la página de la SEMARNAT, para Manifestaciones Regionales (MIA-R) del sector de Comunicaciones.

8.1.1 Metodologías

La metodología utilizada para la caracterización de la flora y fauna es la siguiente, se incluyen en el Capítulo 4:

Con la finalidad de realizar la caracterización de la vegetación dentro de este estudio, se revisaron obras literarias que describen a nivel comunidad a las asociaciones vegetales como Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), así como en todas las obras literarias y artículos científicos generados dentro o en colindancia a las zonas de caracterización, las cuales desarrollan de manera general la estructura y composición de estas. Para la revisión y consulta de la flora potencial y la corroboración de las especies presentes se emplearon las obras literarias de la "Biodiversidad de Campeche: Estudio de Estado" de Pozo *et al.* (2011), así como bibliografía específica para grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico, dando importancia a aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. De igual forma, se compararon las muestras y fotografías tomadas con los ejemplares Tipo o correspondientes al área de trabajo, digitalizados y disponibles en la base de datos de Jstor Global Plants (https://plants.jstor.org/). Se estableció y verificó la nomenclatura utilizada conforme a los datos disponibles en la base de datos Tropicos del Missouri Botanical Garden (http://www.tropicos.org/) y la literatura científica, dando preferencia a la nomenclatura reciente y/o aceptada por la comunidad científica.

Con el fin de identificar a las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo nacional e internacional se revisaron la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III (14 de noviembre de 2019), la plataforma de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres (Cites) y la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Para el establecimiento de las unidades de muestreo, se trabajó con el programa QGis® 3.4, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando imágenes satelitales e información vectorial. A partir de las características del proyecto y la distribución de las comunidades vegetales dentro de la zona, se determinó el establecimiento de un **muestreo sistemático probabilístico simple** a lo largo de los ecosistemas del SAR y del AP definidos. Una vez recopilada la información de campo, se procesó empleando secuelas de cálculo con el programa Excel de Microsoft Office® generando tablas y gráficos para la representación de los resultados.

La información obtenida de la vegetación es de interés para los gestores e investigadores de los recursos naturales, por lo que debe cumplir con ciertos estándares de calidad. Para cumplir con estos

objetivos, se requiere de la aplicación de metodologías reproducibles en el establecimiento de los sitios, por lo que para que un muestreo sea representativo debe estar bien diseñado (Alanis *et al*., 2018). Ya definidos los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación, se realizaron recorridos de campo para verificar que los tipos de vegetación definidos en escritorio fueran congruentes con lo que se distribuye en campo. En caso de que se presentaran incongruencias, se modificaron los sitios a otros lugares en donde se cumplieran de mejor manera los objetivos de la caracterización de la vegetación.
Para la caracterización de la vegetación en el SAR se emplearon **sitios de dimensiones fijas, rectangulares, de 500 m^2** (10 m de largo por 50 m de ancho) ya que, de acuerdo con Alanis *et al.* (2020) para el cálculo de variables dasométricas arbóreas, este es un método utilizado. Esto es corroborado en el tratado de "Muestreo Forestal Elemental" de Frank Freesse (1969) en donde se abordan las evidencias prácticas y experiencias en inventarios realizados en México con base en fundamentos estadísticos. En el sentido de la ecología, este tipo de forma de sitios de muestreo reduce el efecto borde que generan los límites de las unidades muestrales, lo cual permite una mejor caracterización de ecosistemas con una alta cantidad de individuos en sus diferentes estratos y riqueza que albergan (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Alanis *et al.,* 2020).

Para la caracterización de la vegetación en el SAR se emplearon **sitios de dimensiones fijas, de 500 m^2** (10 m de largo por 50 m de ancho). Dentro de cada sitio se registró la fecha de muestreo, localidad, coordenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada sitio. Se registraron los individuos arbóreos, arbustivos, herbáceos y epífitos-trepadores observados, designando identidad taxonómica y tomando medidas de altura, cobertura y diámetro normal (*DN* a 1.30 m de altura) para cada uno, entre otras variables. De acuerdo con las comunidades vegetales identificadas, se analizaron los siguientes estratos atendiendo a lo siguiente:

- ***Arbóreo:*** Todos aquellos individuos de hábito arbóreo de 5 cm de *DN* o mayores. Se registró especie taxonómica, estado (vivo o muerto), *DN*, altura total y cobertura de copa tanto en ancho (k_1) como en largo (k_2) en 500 m^2. Para todos los individuos que presentaran bifurcaciones por debajo del 1.3 m y alcanzaran el *DN* mínimo, se consideraron como individuos independientes.
- ***Arbustivo:*** Todos aquellos individuos no considerados como árboles o regeneración de especies arbóreas menores a 5 cm de *DN*. Se registró especie taxonómica, cantidad de individuos por especie, altura media y diámetro de cobertura promedio en 100 m^2.

- ***Herbáceo:*** Todos aquellos individuos con características herbáceas, con alturas, en general, menores a 1 metro de altura. Para estos se registró especie taxonómica, cantidad de individuos, altura media y diámetro de copa promedio en una superficie de 1 m^2 divididos en dos cuadrantes de 2 m ubicados en los límites centrales del sitio para la determinación del estrato arbustivo.

- ***Epífito y trepador:*** Aquellos individuos que se establecen en algún soporte orgánico o inorgánico, o que en alguna etapa de su desarrollo trepan algún soporte sin importar que hayan germinado en el suelo. Se cuantifica la especie taxonómica, cantidad de individuos, altura media estimada y diámetro de cobertura promedio estimada en una superficie de 100 m^2.

Derivado del análisis de la información vectorial mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el AP correspondió a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) y Pastizal cultivado (PC) mismo concerniente a la vegetación presente área

del camino existente rumbo al faro del Vigía el Chico, por lo que se establecieron 26 sitios de muestreo dentro del trazo del proyecto

Para el caso del Sistema Ambiental Regional (SAR) fueron 40 sitios de muestreo repartidos dentro de los principales tipos de vegetación identificados, los cuales fueron selva mediana subperennifolia (SMQ), Selva baja espinosa subperennifolia (SBQ), Manglar (MV), Tular (VT)

Metodología para la caracterización de la Fauna:

Con la finalidad de realizar la caracterización de la fauna dentro de este estudio, se revisaron obras literarias que enlistan las especies presentes y analizadas dentro de la obra "La biodiversidad en Quintana Roo: Estudio de Estado" (Pozos *et al.,* 2011), así como literatura generada para este estado. Para el establecimiento de las unidades de muestreo, se trabajó con el programa *QGis®* 3.4, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando imágenes satelitales e información vectorial. Se determinó establecer los sitios de muestreo de manera aleatoria considerando accesibilidad a lo largo del SA, se eligieron puntos de muestreo empleando los usados para la caracterización de la vegetación con el afán de eficientar costos y permitir a los equipos desplazarse con menor esfuerzo logístico. Una vez determinados los sitios de **muestreos, se recopiló todo el material y equipo necesario para la ejecución del trabajo de campo. Los muestreos se realizaron en el periodo comprendido entre el 13 de mayo del 2024 al 7 de junio del 2024**.

Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo intensivos
Derivado del análisis de la información vectorial de la *Carta de Uso de Suelo y Vegetación* Serie VII de INEGI (2018) y ecosistemas que alberguen fauna, se definió que los tipos de vegetación dominantes **dentro del SAR** y de influencia directa fue la **selva mediana subperennifolia (SMQ),** por lo que se establecieron **40 sitios de muestreo** dentro de este tipo de vegetación. Para el caso del **AP, se establecieron 26 sitios de muestreo intensivo dentro de la vegetación selva mediana subperennifolia (SMQ).**

Muestreos fijos para la caracterización de la fauna

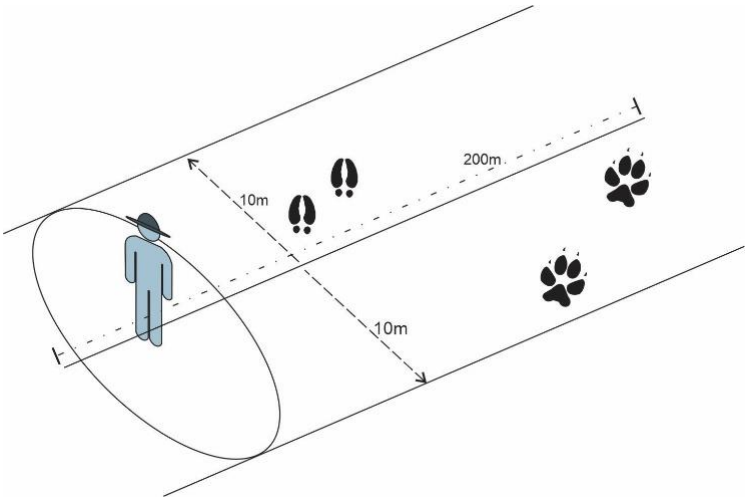
El criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados consistió en ubicar los puntos escogidos de manera aleatoria cubriendo en su mayor parte el área de estudio. El método de muestreo fue búsqueda intensiva para aves, reptiles, así como búsqueda de huellas y excretas para los mamíferos de la zona, estos métodos son muy efectivos y ampliamente utilizados en muestreos de fauna.

- **Búsqueda de huellas y excretas**

La identificación y determinación de las huellas y excretas, así como otros rastros de los mamíferos constituyen un aspecto de suma importancia para conocer la biología de las especies, ya que pueden constituir un elemento importante en investigación científica o en la metodología. Las huellas son impresiones de las extremidades de los mamíferos ligadas a la adaptación de cada especie al tipo de vegetación donde se encuentran (Aranda, 2000; Elbroch, 2019).



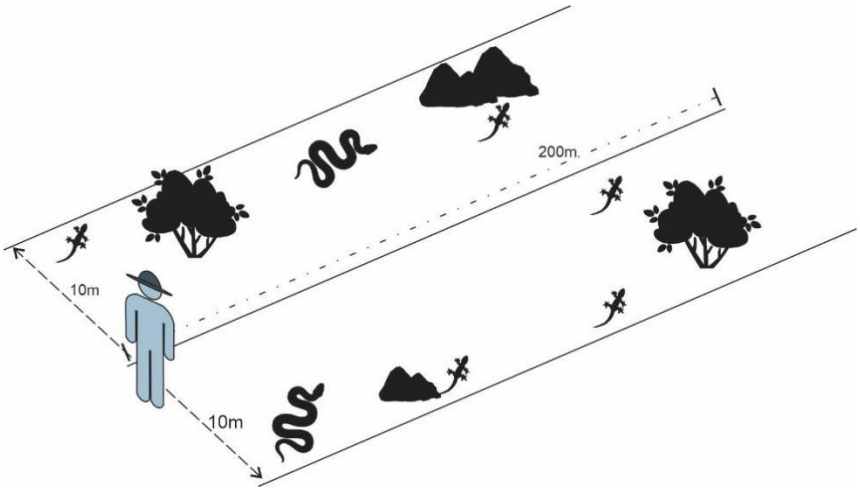
Este método es muy efectivo y fácil de realizar, consiste en el conteo de excretas y huellas mediante transectos generalmente establecidos sobre caminos y brechas por ser paso de muchas especies presentes en el área (Gallina y López-González, 2005).



- **Búsqueda intensiva para herpetofauna**

El avistamiento de los reptiles varía de acuerdo con la temperatura ambiental, ya que estas especies dependen totalmente de su temperatura corporal para la realización de sus actividades. Por su parte, los anfibios dependen de la humedad por lo que bajo las condiciones adecuadas es fácil observar a estos individuos. Los horarios adecuados para la observación de estas especies son en las primeras horas de la noche, durante la temporada de lluvias de verano o incluso en el día si las condiciones son adecuadas (Santiago et al., 2012).

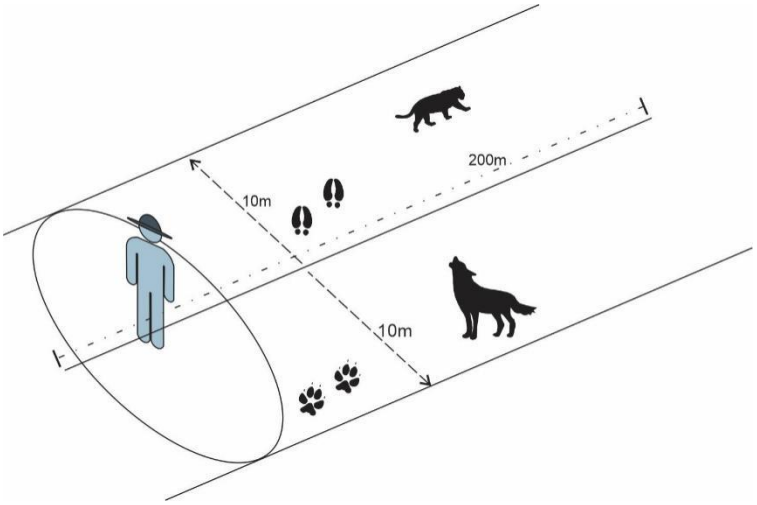
Para la obtención de datos de los anfibios y reptiles se utilizó el método de búsqueda intensiva. Este método consiste en transectos de longitud previamente establecida que permiten evaluar diferencias faunísticas de diversas áreas, como zonas de diferentes tipos de vegetación y gradientes topográficos (Gallina y López-González, 2011; Aguirre-León y Cazares, 2009).



- **Transectos Búsqueda intensiva**

Este método consiste en realizar transectos de tiempo variable, en áreas distintas que el observador recorre por completo en busca cualquier vertebrado de la zona. En total se efectuaron siete transectos de búsqueda intensiva. Este método es muy efectivo ya que de esta forma los cantos o llamados que no resulten familiares para el caso de aves, son menos problemáticas porque algunos individuos, pueden ser buscados e identificados visualmente. Además, este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente silenciosas (Ralph, 1996). Los transectos se realizaron por las mañanas a partir de las 8:00 am, hasta las 6:00 pm. En el caso de las aves se utilizaron binoculares.

Para los mamíferos, se buscaron huellas y excretas frescas en el lodo o en la arena suelta de los caminos, así como otros rastros (madrigueras). En lo que respecta a los reptiles, se buscaron bajo de troncos, se movieron piedras, muros o incluso en oquedades, etc.



- **Cámaras de fototrampeo.**

Un método muy frecuentemente utilizado es la colocación de cámaras de fototrampeo para la obtención de fotografías de los mamíferos de la zona. Se utilizaron cámaras marca MOULTRIE M-880i Gen Digital Game Camera de 8.0 MP. Estas se colocan en postes o arboles con cebo (sardina y atún) para la obtención de fotografías de las especies del lugar.

La metodología utilizada para la Evaluación de impactos es la siguiente, la cual se presenta en el capítulo 5 y se desarrolla conforme al proyecto:

Para la evaluación de los impactos identificados se utilizó la metodología de Conesa simplificado 1997, para lo cual la Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas.

Dicho método evalúa cada impacto identificado mediante 10 criterios diferentes, tal como se detalla en la tabla 1, y asigna al impacto el signo (+) o (-) según cause un beneficio o perjuicio sobre el factor afectado. La importancia del impacto (en el rango 13 a 100) se calcula de acuerdo con la Ecuación:

$$I = (3 \bullet IN + 2 \bullet EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR)$$

Clasificando como irrelevantes, compatibles o poco significativos los impactos con importancia inferior a 25, moderados los impactos con importancia entre 25 y 50, severos aquellos con importancia entre 50 y 75 y críticos los de importancia superior a 75 (Quintero González, S. T. 2022).

Criterios de evaluación

Signo +/-: Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad IN: Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa.

Extensión EX: Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8).

Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le adjudicará una puntuación de (12) como total.

Momento MO: Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado.
Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).

Persistencia PE: Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Reversibilidad RV: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio.

Recuperabilidad MC: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (Medidas de mitigación y/o compensación).

Sinergia SI: Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es

superior a la que se esperaría cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente.

Acumulación AC: Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera, así mismo se presenta cuando existen actividades similares que producen efectos parecidos sobre los mismos factores.

Efecto EF: Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Periodicidad PR: Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el tiempo (Avila Jara, D. 2017).

Tabla 8.1. *Valoración de impactos*

<25	BAJO	la afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión
25><50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50><75	SEVERO	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
>75	CRÍTICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una perdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Importancia del Impacto

En la siguiente tabla se realiza la descripción de los impactos de acuerdo a su importancia:

Tabla 8.2. *Criterios de importancia de los impactos*

Criterio/Rango	**Calif**	**Criterio/Rango**	**Calif**
Signo		Intensidad (IN) (Grado de destrucción)	
Impacto benéfico	+	Baja	
Impacto perjudicial	-	Media	
		Alta	
		Muy alta	
		Total	
Extensión (EX)		Momento (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual		Largo plazo	
Parcial		Medio plazo	
Extensa		Inmediato	
Total		Crítico	
Crítica			

Criterio/Rango	Calif	Criterio/Rango	Calif
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz		Corto plazo	
Temporal		Medio plazo	
Permanente		Irreversible	
Sinergia (SI)		Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)		Simple	
Sinérgico		Acumulativo	
Muy sinérgico			
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto (secundario)		Irregular	
Directo		Periódico	
		Continuo	
Recuperabilidad (MC)			
Recuperable inmediato			
Recuperable a medio plazo			
Mitigable o compensable			
Irrecuperable			

Con los resultados anteriores se realiza la construcción de la Matriz de impactos

Ejemplo:

Impactos Identificados	**Signo**	**Intensidad**	**Extensión**	**Momento**	**Persistencia**	**Reversibilidad**	**Recuperabilidad**	**Sinergia**	**Acumulación**	**Efecto**	**Periodicidad**	**Etapa**	**Total**
Modificación a los patrones de infiltración	-	4	4	8	4	4	4	4	4	4	4	P/C	56

De acuerdo a la siguiente tabla se interpretarán los resultados obtenidos en la Matriz de impacto:

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
<25	Poco significativo	
25><50	Moderadamente significativo	
50><75	Altamente significativo	
>75	Crítico	

8.1.2 Cartografía

La cartografía desarrollada para este proyecto se encuentra en el anexo del Capítulo 4 de este documento

8.1.3 Glosario de términos

Arrecife: Banco formado en el mar por rocas, puntas de roca o políperos y llega casi a flor de agua.
Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.
Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambienta- les en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
Draga: Barco provisto de maquinaria especial para extraer materiales sólidos de los fondos o lechos marinos, en los canales de los puertos, ríos y esteros a fin de mantener las profundidades adecuadas.
Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.



e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Marina turística: Es el conjunto de instalaciones marítimas y terrestres construidas para proporcionar abrigo y servicios a embarcaciones de recreo y deportivas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambienta les existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

8.1.4 Bibliografía

Aranda, J. M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A. C. Xalapa Veracruz México.

Akeroyd, J. y H. Synge. 1992. Higher plant diversity. En: Groombridge B. Global Biodiversity, status of the Earth's living resources. Chapman & Hall. Londres. Reino Unido. pp. 64-87.

Becerra, M., A. 1999. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. UACh. Pp 149-184.

Becerra, M.A., 1997. Erosión de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México.

Campos A., 1998. Procesos del Ciclo hidrológico. Universidad de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. S.L.P, México.

Carreón-Santos, R. J., & Valdez-Hernández, J. I. (2014). Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 20(1), 119-130.

Castelli, L. y Sapallasso, V. 2007. Planificación y conservación del paisaje: herramientas para la protección del patrimonio natural y cultural. 1ª ed. Fund. Naturaleza para el mundo. Argentina. 224 p.

Ceballos, G., y G. Oliva (coords), 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad, México D.F., 986 p.

Challenger, A., 1998. La pérdida de la biodiversidad: el caso de México. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología (UNAM) y Grupo Sierra Madre, S.C. pp. 25-71.

COLPOS-SARH. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Pp 72-109. México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores. Zapopan, Jal., México. 69 p.

CONAFOR-UACH. 2013. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma

CONAGUA. 2015. NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Marzo de 2015.

CONAGUA. 2020. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del agua. Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua. Resultados de Calidad del agua a partir de 2012. http://sina.conagua.gob.mx/sina/calidadAguaSup.php

CONAPO (2020). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/835461/Indices_Coleccion_280623_localidad.pdf

Cortés T. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, pp 168, México.

DataMéxico. 2024. Municipios de Quintana Roo, Bacalar: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/bacalar?redirect=true

Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, D.F.

FAO. 1980. Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Food and Agriculture Organization. 86 p.

FAO. 2006.World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation, and communication. Rome.

Flores, V.O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 439 pp.

Gío-Argáez, R. y E. López-Ochoterena (eds.). 1993. Diversidad biológica de México. Rev. Soc. Mex. His. Nat., Volumen Especial XLIV: 1-427.

Heywood, V.H. y S.D. Davis. 1997. Introduction. En: Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera- MacBryde, J. Villa-Lobos y A.C. Hamilton. Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation. 3. The Americas. WWF/UICN. Cambridge, Reino Unido. pp. 1-38.

INEGI (2020). Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197711.pdf

Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedrá. Barcelona, España. 200 p.

Martínez R., E. 2010. Factores de impacto directos e indirectos que determinaron el proceso complejo de la deforestación a nivel ejidal, en la región de Calakmul, Campeche, durante el período 1976-2008. Tesis de doctorado. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Sede Académica México. México, D.F., México. 296 p.
Martínez, E. y C. Galindo L. 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, descripción y distribución. Boletín de la Sociedad Botánica de México 71:7-32.
Martínez, E., M. Sousa S. y C. H. Ramos Á. 2001. Listados Florísticos de México, XXII. Región de Calakmul, Campeche. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 57 p.
Martínez-Sánchez, J. L. 2016. Comparación de la diversidad estructural de una selva alta perennifolia y una mediana subperennifolia en Tabasco, México. Madera y Bosques 22(2):29-40.
Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 8, 95-114.
Mittermeier, R.A. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo. México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 63-73.
Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Vol. I. Zaragoza, España. 84 p.
Müeller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetaion ecology. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY USA 547 p.
M. Alcolado, A. (1998). Conceptos e índices relacionados con la diversidad. Instituto De Oceanología, 18406(Avicennia, 1998, 8/9: 7-21).
Neyra, G.L. y S.L. Durand. 1998. Biodiversidad. En: Loa, L.E. (coord.). La diversidad biológica de México: estudio del país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. pp. 61-102.
Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo. 2023-2027. Gobierno del Estado de Quintana Roo.
PNUD (2022). *Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2020*. *Una década de transformación locales en México*: Recuperado de C:/Users/RN-6/Downloads/INFORME_PNUD_2022_electronico-Portadas.pdf
Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). 1993. Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution. Oxford University Press. Nueva York. EEUU. 812 pp.
Rzedowski, J. 1978. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Edición conmemorativa 1963-2013 México.
Sánchez, O. S., Islebe, G. A., & Hernández, M. V. (2007). Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. Foresta Veracruzana, 9(2), 17-26.
SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Prácticas de reforestación, manual básico. CONAFOR-SEMARNAT, 64 pp.
Sousa, S.M., 1999. Colecta botánica: área maya región de la Reserva Calakmul, Campeche. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 5 p.
Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno

del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.
Villaseñor JL. 2016. Lista de verificación de las plantas vasculares nativas de México. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. Rev. Méx. Biodiv. vol.87 no.3.
Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México.
Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Bol. Soc. Bot.Méx., 75: 105-135.
Villaseñor, J.L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. Rev. Mex. Bio., DOI: 10.1016/j.rmb.2016.06.017. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345316300707.
Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurment of species diversity. Taxon 21(2-3): 213-251. Doi: 10.2307/1218190.
Gallina, S. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. (On line: http:www.uaq.mx)
Valdivia-Ornelas, L. 2017. Superficie y relieve. En: La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado, Vol. I. CONABIO. México, pp. 23-29
Cruz-Sáenz, D., F.J. Muñoz-Nolasco, J. Téllez-López, A. Loeza Corichi y H. Romero-Rodríguez. 2017. Anfibios y reptiles. En: La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. Vol. II. CONABIO. México, pp. 297-308
Santana C., E., L.M. Rodríguez-Parga, S. Contreras-Martínez, H. Verdugo-Munguía, S. Hernández-Vázquez, O. Reyna-Bustos, J.H. Vega Rivera, K. Renton, J.E. Schondube, A. Langle, E.E. Martínez-Martínez, S. García Ruvalcaba, E. Iñigo Elías,
IUCN. 2017. iucn Red List of Threatened Species. Version 2017-1. Disponible en http://www.iucnredlist.org. Consultado el 25 junio de 2017.
Kauffman, K. 2005. Guía de campo de las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin Horcourt. Pp.392.
National Audubon Society, 2018. Audubon. Consultado: 15 de noviembre de 2018. http://www.audubon.org/.
Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México guía de campo. Editorial Diana México. pp. 473.
Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds). 2005. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, Oxford. 851 pp.
National Geographic Society. 2008. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic Society, Washington D. C., USA. 480 pp.
Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1994. Aves de México. Diana, México, D. F. 473 pp.
Sibley, D.A. 2001. The Sibley Guide to Birds. Alfred A. Knopf, Nueva York. 545 pp.
Escalante, P., A.M. Sada y J. Robles Gil. 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. Universidad Nacional Autónoma de México, CIPAMEX, México, D.F.
Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2018 En: ITIS data-base. Consultado en http://www.itis.gov el 10/07/2018.
IUCN (International Unión for Conservation of Nature). 2008. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria. Version 7.0 . Standars and Petitions Working Group of The IUCN SSC Biodiversity Assessments Sub-Committee, IUCN. Gland, Switzerland. Disponible en http://www.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.

IUCN. 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. .
Kauffman, K. 2005. Guía de campo de las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin Horcourt. Pp.392.
National Audubon Society, 2018. Audubon. Consultado: 5 de junio de 2018. http://www.audubon.org/.
Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1979. Aves de México guía de campo. Editorial Diana México. pp. 473.
Caballero. Sergio. (2023, 02 de agosto). Los mayas, en busca de una salida al mar. PROCESO. https://www.proceso.com.mx/reportajes/2013/8/2/los-mayas-en-busca-de-una-salida-al-mar-121648.html.
Xiu. Justino. (2023, 04 septiembre). Mayas de Quintana Roo niegan desacuerdo por obras federales enFelipe Carrillo Puerto. PorEsto! https://www.poresto.net/quintana-roo/2023/9/4/mayas-de-quintana-roo-niegan-desacuerdo-por-obras-federales-en-felipe-carrillo-puerto.html.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL, PROYECTO “CAMINO ARTESANAL “PUERTA AL MAR” DE FELIPE CARRILLO PUERTO – VIGÍA CHICO, Q. ROO”.

RESUMEN EJECUTIVO

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

Agto. Ings. “Felipe Ángeles”.



CONTENIDO

CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4

Nombre del proyecto 4

Ubicación del proyecto 4

Tiempo de vida útil del proyecto 4

PROMOVENTE 4

CAPITULO 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO 5

Información general del proyecto 5

Naturaleza del proyecto 5

Justificación y objetivos 5

Ubicación física del proyecto y planos de localización 8

Inversión requerida 9

Dimensiones del proyecto 9

Uso actual de suelo 10

CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y ENSU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO. 10

Vinculación del Proyecto con el POEGT. 13

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) 23

- ***PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA´AN., ... 39***
- ***Análisis de vinculación con el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Sian ka´an 44***

Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 65

- ***REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD 72***

CAPITULO 4. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 88

Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental (SAR) 88

Delimitacion del Sistema Ambiental Regional (SAR) 89

Aspectos abióticos 90

Clima 90

Temperatura 90

Precipitación 91

Aspectos bióticos 91

Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo de vegetación. 91

Sistema ambiental Regional (SAR) 95

Área del proyecto (AP) 96
Fauna 97
Muestreos fijos para la caracterización de la fauna 97
Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo 97
Resultados 98
Sistema ambiental (SA) 98
Anfibios 98
Aves 98
Mamíferos 98
Reptiles 98
Área del proyecto (AP) 99
Anfibios 99
Aves 99
Mamíferos 99
Reptiles 99
CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 100
CAPITULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 102
CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ... 120
Evaluación de alternativas 121
Conclusiones 121

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

Nombre del proyecto

Camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico (en delante el Proyecto).

Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica al este del municipio de Felipe Carrillo Puerto El proyecto se ubica en la localidad de Vigía Chico al este del municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado de Quintana Roo, México. Tiene una superficie de construcción de 36.992 ha cuyas coordenadas se indican la siguiente tabla. Se incluye KML en los anexos.

Tiempo de vida útil del proyecto

Se pretende llevar a cabo la construcción del Proyecto en un plazo de 18 meses. El Proyecto tendrá una vida útil de 30 años, pero con el adecuado mantenimiento y modernización su vida útil puede ser indefinida.

PROMOVENTE

Nombre o razón social

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL (SEDENA)

Registro Federal del Contribuyente del promovente

[redacted]

Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

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

[redacted]

CAPITULO 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Información general del proyecto

El proyecto consiste en la rehabilitación y modernización de 54.669 kilómetros sobre el tramo Felipe Carillo Puerto-Vigía Chico, así como, la instalación de infraestructura turística de bajo impacto que consiste en un conjunto de obras y/o actividades, que van desde colocación de la carpeta asfáltica (superficie asfaltada y artesanal), hasta la construcción de una Estación de Transferencia, el conjunto de obras en palafito en Playa Vigía Chico, y obras de rehabilitación en el Museo de la ciudad Felipe Carrillo Puerto, para mejorar el esparcimiento y recreación de los visitantes nacionales y extranjeros, estas obras consisten en el remozamiento del museo histórico de la ciudad (trabajos de albañilería, pintura, electricidad, hidrosanitario e impermeabilización). También contempla el llevar a cabo obras y actividades para la prevención, minimización y compensación de los posibles impactos a generar en el área

Naturaleza del proyecto

La red carretera nacional, que se ha desarrollado de manera gradual a lo largo de varias décadas, comunica a casi todas las regiones y comunidades del país, por su importancia y características, esta red mexicana se clasifica en: red federal, redes estatales, caminos rurales y brechas mejoradas. La red federal de carreteras es atendida en su totalidad por el gobierno federal, siendo esta red la que registra la mayor parte de los desplazamientos de pasajeros y carga entre ciudades, canaliza los recorridos de largo itinerario, los relacionados con el comercio exterior y los producidos por los sectores más dinámicos de la economía nacional.

Con base en INEGI, el área donde se ubica el proyecto se reconoce como un camino habilitado y en operación, así mismo, el Proyecto contempla las actividades propias de una obra de infraestructura vial como lo son, el trazo y nivelación, pavimentación y señalización además de la construcción de obras de drenaje e infraestructura turística de bajo impacto, las cuales se realizarán en las etapas de Preparación y Construcción, y actividades de mantenimiento del camino durante la etapa de Operación y Mantenimiento, en donde este entrará en funcionamiento.

Para realizar la construcción, se requiere del retiro de vegetación considerada como forestal en una superficie total de 15,484.7234 m^2 (1.5484 ha), correspondiente al área donde se ubicará la estación de transferencia, dentro de la superficie pavimentada, fuera del ANP de Sian Ka'an, por lo que, se entregará a la autoridad competente el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, para su evaluación.

Es importante señalar que, no es necesario el realizar el retiro de vegetación forestal dentro del área correspondiente a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, debido a que el área de rehabilitación y ampliación del camino no superará lo que actualmente se utiliza como camino, únicamente en la sección relativa al sendero hacia el muelle, se requerirá retirar algunos elementos correspondientes a palmas de coco (especie invasora).

Justificación y objetivos

Los caminos rurales son elementos esenciales para el desarrollo social y económico de las comunidades humanas poco numerosas pero que se encuentran en zonas de tránsito hacia poblaciones con actividades turísticas, de vigilancia, agrícolas y comerciales, como es el caso de las poblaciones presentes en la región donde se localiza el Proyecto. Si bien las carreteras no son condición suficiente para el desarrollo económico, sí son un factor o elemento determinante para mejorar el uso de los recursos materiales, la dinámica de los recursos humanos y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales. Por lo que, este proyecto busca mejorar la comunicación vía terrestre en la zona, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los pobladores de las localidades cercanas.

El Proyecto se ubica en un camino existente, con lo que se busca, prevenir y mitigar la afectación al medio natural así mismo, se busca hacer el transito seguro para los usuarios. La infraestructura turista de bajo impacto se construirán en sitios sin vegetación natural en las cercanías de Vigía Chico.

De acuerdo con el Plan de Estatal de desarrollo del Estado de Quintana Roo (2003-2027), el Proyecto se clasifica dentro de las actividades específicas y líneas de acción para fortalecer los programas para la rehabilitación y conservación de caminos saca cosechas y/o rurales, por lo que, se contribuirá a combatir el rezago de vías de comunicación en el municipio.

Una de las problemáticas más importantes en la región es el crecimiento de las actividades económicas, que conllevan cambio de uso de suelo forestal, contaminación de suelos y agua por descargas de aguas sanitarias y el crecimiento del turismo de alto impacto.

En notas periodísticas se rescata la voz de los moradores indígenas de la región donde se hace de manifiesto la necesidad y solicitud de los pobladores originales de contar con una vía de acceso al mar como relata el periódico PROCESO en una nota publicada el 02 de agosto de 2023, donde se relata; *"Activistas iniciaron un movimiento para que los mayas descendientes de los indígenas rebeldes de la Guerra de Castas tengan su propio destino turístico en Quintana Roo, con salida directa al mar, en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an ("Regalo del Cielo" en castellano), controlada, de acuerdo con ellos, por "gente de fuera". Y es que, cuando en 1986, con el impulso del entonces gobernador Pedro Joaquín Coldwell, el gobierno federal creó la reserva de la biósfera de Sian Ka'an, los habitantes del municipio de Felipe Carrillo Puerto, donde se concentran el 85 por ciento de los mayas quintanarroenses, se quedaron sin salida al mar. "Somos algo así como la Bolivia de Quintana Roo", compara el líder social Pedro Canché. Refiere que, con esta Área Natural Protegida (APN), los mayas quedaron al margen del desarrollo turístico de Quintana Roo, el cual detonó en el norte del estado con Cancún, en los setenta y se consolidó en los noventa con la Riviera Maya (con Playa del Carmen y Tulum), con capitales, principalmente de Estados Unidos y España. Sin embargo, ahora los mayas, herederos de la rebelión de la Guerra de Castas, pretenden tener su propio destino turístico en Felipe Carrillo con una salida directa al mar, en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an. "Este es un movimiento social, que parte de las propias comunidades mayas", sostiene Canché" (Caballero. S, 2023).*

Así mismo el diario PorEsto de Quintana Roo, menciona en su nota del día 4 de septiembre de 2023 que; "*Otras organizaciones como el Comité para la Defensa de Sian Ka'an afirman que la apertura del camino al mar ha sido una antigua solicitud de los mayas cruzo'ob y los habitantes de Felipe Carrillo Puerto. Alfaro Yam Canul, miembro del comité, declaró que esta obra representa la realización de un antiguo sueño de reivindicación indígena y la integración de aproximadamente 530 mil hectáreas en el municipio para beneficio del crecimiento y desarrollo de las comunidades y*

pueblos mayas. Además, mencionó que después de años de solicitudes sin respuesta, finalmente han sido escuchados, y la obra ha sido autorizada por el Gobierno Federal" (Xiu. J, 2023).

En este sentido y con base en las necesidades tanto de los pobladores de la localidad de Felipe Carrillo Puerto de obtener una vía de salida al mar para mejorar la logística de transporte de productos a Punta Allen, así también en pos de mejorar la capacidad de vigilancia por parte de la dirección de la reserva y consolidar el turismo de bajo impacto dentro de la reserva lo cual incrementará la afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros, lo cual servirá para promover la conciencia pública y la educación de los visitantes, pero también como fuente de financiación para la conservación**.**

Objetivos

El objetivo principal del Proyecto es la modernización, rehabilitación y construcción del camino existente para mejorar la comunicación entre las localidades de la zona, a fin de facilitar los accesos, la transportación y la comercialización de los productos generados por las poblaciones de la región, es importante señalar que esta transportación se realizará en todo momento con la utilización de vehículos adecuados para el movimiento dentro de la reserva, limitando estos a vehículos ligeros ya que no se permite el tránsito de pesados dentro de la reserva, además de elevar la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de estos y contribuir con el desarrollo social de las localidades aledañas al Proyecto, así como mejorar las labores de vigilancia y monitoreo ambiental y el traslado de los visitantes locales y foráneos de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an.

Otro de los objetivos es cooperar con el turismo ofreciendo infraestructura de bajo impacto en la zona, así como mostrar las vistas de paisajes cercanos como el Lago para natación Laguna Tec, Cenote Vigía Chico I, zona de senderismo Quinta laguna Vigía Chico, así como, paisajes naturales de la Reserva de La Biosfera Sian Ka´An y acceso a la zona de playa pública.

Como se ha mencionado el proyecto consiste en la modernización del camino artesanal "Puerta al Mar" que va de Felipe Carrillo Puerto a la localidad Vigía Chico que actualmente se encuentra como terracerías (en mal estado) y se pretende dejar con un área de rodamiento estable conformado de un terraplén revestido de material asfaltico en una sección y terraplén con revestimiento de material sascab en otra sección; Así mismo, la instalación de infraestructura para usos turísticos en Vigía Chico. La modernización del camino consta de dos secciones, la primera (vialidad asfáltica) de 22.4 km de longitud con un ancho de calzada de 7 m de ancho y la segunda (camino artesanal) de 32.07 km con un ancho de calzada de 5 m de ancho.

Objetivos particulares

- Comunicar de manera eficiente a los usuarios del camino.
- Mejorar la calidad del traslado de turistas y visitantes a la reserva
- Mejorar la eficiencia en el transporte de personas y mercancías
- Disminuir el tiempo de traslado de los usuarios.

- Elevar la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de éstos.

- Evitar accidentes automovilísticos y peatonales ocasionados por malas condiciones en el camino.

- Corregir el diseño y trazo del camino actual, para elevar sus niveles de seguridad para el tránsito.

- Ofrecer una alternativa segura a los usuarios que se transportan en vehículos no motorizados (principalmente bicicletas).

- Mejorar y establecer infraestructura turística de bajo impacto, en la zona para mejorar las condiciones para los visitantes.

- Coadyubar con el mejoramiento de las labores de vigilancia y monitoreo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, al contar con un camino adecuado.

Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto se ubica al noreste del Estado de Quintana Roo y en el municipio de Felipe Carrillo Puerto (en el extremo noreste del Municipio), sus colindancias en el entorno son:

- Al Suroeste con el Centro de Felipe Carrillo Puerto.
- Al Noreste con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
- Al Este con el Mar caribe.



Figura 1. Ubicación del área del proyecto (AP).

INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión destinada para la ejecución de este Proyecto es de $175’000,000 (ciento setenta y cinco millones de pesos) o aproximadamente $7’929,315.81 por kilómetro.

Del total se estima un 15% para llevar a cabo las medidas de prevención, mitigación y o compensación, aproximadamente $26’250,000 (Veintiséis millones, doscientos cincuenta mil pesos M/N)

Dimensiones del proyecto

Para llevar a cabo el Proyecto se requiere de una superficie de **369,921.0648 m^2 (36.9921 ha)**, distribuidas por ocupación y tipo de obra de la siguiente manera:

Tabla 0.1. Superficies de las obras del Proyecto

ID	Descripción	Superficie m^2	Superficie ha
1	Camino Pavimentado	188,121.9279	18.8122
2	Camino Artesanal	160,497.1008	16.0497
3	Estación de Transferencia	15,158.3968	1.5159
4	Playa Vigía Chico	6,143.6393	0.6143
Total		**369,921.0648**	**36.9921**

En la siguiente tabla se desglosan las superficies por obra y si contienen o no superficie considerada como Vegetación Forestal de acuerdo con la clasificación de la carta de Uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII:

Tabla 0.2. Superficies del proyecto por obra y si contienen o no superficie forestal

ID	Descripción	Superficie m^2	Superficie ha	Superficie con vegetación forestal
1	Camino Pavimentado	186,630.6073	18.6631	NO
2	Camino Pavimentado	1,491.3206	0.1491	SI
3	Camino Artesanal	160,497.1008	16.0497	NO
4	Estación de Transferencia	6,638.8312	0.6639	SI
5	Estación de Transferencia	7,354.5717	0.7355	SI
6	Estación de Transferencia	1164.9939	0.1165	NO
7	Playa Vigía Chico	6,143.6393	0.6143	NO
Total		**369,921.0648**	**36.9921**	

Uso actual de suelo

Para la construcción del Proyecto se requiere la remoción de vegetación forestal dentro de una superficie que se estima en **15,484.72349 m^2 (1.54847 ha),** la cual presenta 1 tipo de vegetación: clasificada como de **Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)**. La superficie sin vegetación en el proyecto corresponde a **354,436.3413 m^2 (35.4436 ha)** y está constituida básicamente por terrenos agropecuarios, asentamientos humanos y/o cuerpos de agua.

Tabla 0.3. Superficies por tipo de vegetación

Concepto	Superficie en m^2	Superficie en ha
Superficie total con vegetación forestal	15,484.7235	1.54847
Superficie sin vegetación forestal	354,436.3413	35.4436
Total	**369,921.0648**	**36.9921**

La superficie con vegetación forestal estará sujeta al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, mismo que se tramitará ante la DGGFS en conformidad con la Ley General de Gestión Forestal y Suelo.

CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y ENSU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

En el presente apartado se expone el marco jurídico de los tres órdenes de gobierno aplicables al Proyecto, el cual se localiza geográficamente en estado de Quintana Roo, en el municipio de Felipe Carrillo Puerto. La modernización del camino artesanal forma parte de los proyectos prioritarios del Gobierno de México y tiene como objetivos, el Impulsar el desarrollo socioeconómico, fomento de la inclusión social y la creación de empleo de la región, de los pueblos y comunidades originarias, así

mismo promover y resguardar las culturas indígenas de la región, diversificando y fortaleciendo la industria turística en la región y en México.

El proyecto consiste en modernización del camino artesanal "Puerta al Mar" de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, el cual se encuentra inmersa en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado Quintana Roo, a su vez, localidades rurales y sitios turísticos en su trayectoria.

En este Capítulo se identifican, describen y vinculan los diferentes instrumentos normativos, de planeación y política ambiental de orden federal, regional, estatal y municipal; así como los ordenamientos jurídicos de regularización de uso de suelo vigentes, a partir de la ubicación geográfica y actividades particulares del proyecto descritas en el Capítulo 2 con la finalidad de establecer la congruencia de las actividades a realizar para la operación del proyecto y de garantizar que el desarrollo del mismo se realice de acuerdo con los lineamientos vigentes, lo que permitirá definir su viabilidad jurídica y normativa en materia ambiental

Los lineamientos ecológicos por cumplir son los siguientes:

I. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
II. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
III. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
IV. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
V. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
VI. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
VII. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
VIII. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
IX. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
X. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el sitio del proyecto se ubica dentro de la Unidad Ambiental Biofísica ***Número 62, denominada Karst de Yucatán y***

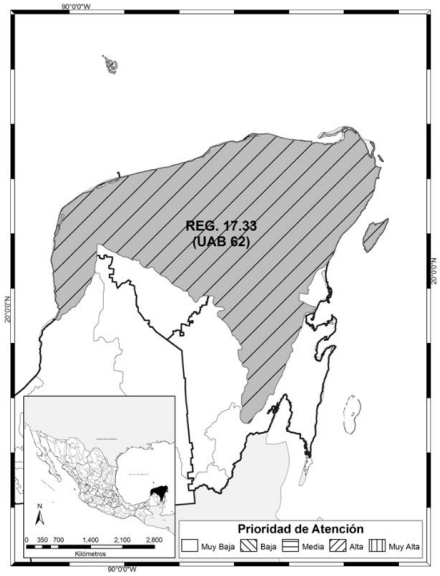
Quintana Roo, así mismo influye sobre la Unidad Ambiental Biofísica **Número 64 denominada Karst del sur de Quintana Roo.**

A continuación, se detallan las características de la Unidad Ambiental Biofísica 62 "**Karst de Yucatán y Quintana Roo**" donde incide el proyecto.

Tabla 0-1: Descripción de la Región Ecológica

REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33	
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo
Superficie	59,542.35 km^2
Población total	2,982,494 hab.
Población Indígena	Maya

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:



<u>Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</u> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea.

REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33

	Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Inestable a crítico.
Política Ambiental:	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.
Prioridad de Atención:	Alta.

La Unidad Ambiental Biofísica 62 "**Karst de Yucatán y Quintana Roo**", comprende lo siguiente:

Tabla 0-2: Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Derivado del análisis del POEGT, se presentan las siguientes Estrategias Ecológicas, aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica donde se encuentra el proyecto.

Vinculación del Proyecto con el POEGT.

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

Tabla 6. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 62.

Estrategias. UAB 62	Cumplimiento de Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Si bien la actividad principal del Proyecto no es la de conservación, esta corresponde a la modernización del camino artesanal camino artesanal "Puerta al Mar" e instalación de infraestructura turística de bajo impacto de bajo impacto (módulo de sanitarios, estacionamiento, habilitación de playa pública y mejoramiento del del faro existente), este mediante la aplicación de las medidas de mitigación y prevención, específicas contempla la conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad, entre las medidas más significativas que se plantean como parte del Proyecto, se refieren las siguientes. • Rescate y Reubicación de Flora • Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre • Conservación de Suelos y Agua • Reforestación • Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación • Estudios geofísicos • Estudios hidrológicos • Estudios topográficos • Estudios geohidrológicos. • Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental • Supervisión ambiental de la obra
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Dentro del Proyecto y como parte de las medidas de mitigación específicas se contempla, la implementación de los siguientes Programas Ambientales, que estarán enfocados a la recuperación de especies en riesgo: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.)

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto para la caracterización y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional, contempla como parte de este estudio el conocimiento y análisis de los ecosistemas y su biodiversidad por los que incide, asimismo las actividades de monitoreo quedarán contempladas dentro de los alcances de los principales Programas y Estudios Ambientales que contempla como parte del esquema de mitigación específico para revertir los posibles impactos ambientales.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a la ubicación, alcances y naturaleza del proyecto, se presenta vinculación de forma estricta con esta estrategia toda vez que no se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes ni recursos naturales, sin embargo, como parte del desarrollo del Proyecto, se aplicarán acciones y medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas ambientales que permitirán un desarrollo sustentable de las obras y acciones del Proyecto respecto a los recursos naturales y los componentes ambientales presentes en el sitio dados los alcances de protección y conservación que tienen dichas medidas.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El Proyecto no contempla actividades de modernización de infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, pues este se trata de una modernización de camino artesanal “Puerta al Mar” e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), por lo que esta estrategia no es vinculable con él.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an. Con lo anterior, el Proyecto muestra congruencia con la presente estrategia.

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta actividad no es aplicable al Proyecto, es más bien una actividad que debe desarrollar y promover la Administración Pública.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Dada la naturaleza del proyecto NO se pretende la realización de actividades que dañen significativamente al ecosistema, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para la protección de los ecosistemas presentes dentro del Proyecto, las cuales se enlistan en el presente documento.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	El proyecto trata de modernización de un camino que busca diversificar y consolidar la ruta turística en el sureste mexicano, principalmente en la localidad de Vigía Chico, incluyendo fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	Se coadyuvará a fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	Se coadyuvará a la mejora de la actividad turística de la zona donde se desarrollará el proyecto mediante la instalación de infraestructura óptima, y con la generación de empleos para la población local.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El Proyecto generará una importante derrama económica durante todas las etapas de este y hará que el municipio incruste sus mejoras urbanas, así como su dinámica y pueda recibir un mayor flujo de personas, negocios y mercancías
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
E) Desarrollo social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, el proyecto generará condiciones para mejorar la calidad de vida al generar fuentes de empleo temporal.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Toda la propiedad de la tierra en el área de desarrollo del Proyecto es de carácter federal por lo que los derechos de la propiedad rural están asegurados.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto consiste en una vía general de comunicación relativa a la construcción de un camino, por lo cual esta Estrategia no aplica.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante	El proyecto dará cumplimiento de los criterios de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel

Estrategias. UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
	acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 64 karst del Sur de Quintana Roo

La Unidad Ambiental Biofísica 64 tiene como Rectores del Desarrollo la Preservación de Flora y Fauna, así como el Turismo, y como Rectores Coadyuvantes del Desarrollo Forestal, así como la Agricultura como asociada del desarrollo, respetando el desarrollo de la ganadería, minería y de los Pueblos Indígenas. Se considera una política de Preservación, Protección y Aprovechamiento Sustentable con un nivel de atención Medio. Las estrategias de desarrollo son las 1 a 15Bis, 21 a 23, 28, 29, 36, 37 y de 42 a 44.

Tabla 0-3.- Identificación de la Unida Ambiental Biofísica.

Información Técnica de la UAB		
REGIÓN ECOLÓGICA: 6.33 Unidad Ambiental Biofísica que la comprende: 64 karst del Sur de Quintana Roo		
Localización: Parte sureste del estado de Quintana Roo, al límite con el Mar Caribe		
Superficie en km²: 9,729.2	**Población de UAB:** 207,496 habitantes.	**Prioridad de atención**: Media

A continuación, se presentan los Criterios o Estrategias sectoriales de la UAB 64, aplicable al proyecto.

Tabla 0-4.- Unidad Ambiental Biofísica aplicable al proyecto.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
64	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Forestal	Agricultura	Ganadería - Minería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

Vinculación del Proyecto con el POEGT.

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

Tabla 0-5.- Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 64.

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Si bien la actividad principal del Proyecto no es la de conservación, más bien corresponde La modernización del camino artesanal "Puerta al Mar" e instalación de infraestructura turística de

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), este mediante la aplicación de las medidas de mitigación y prevención, específicas contempla la conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad, entre las medidas más significativas que se plantean como parte del Proyecto, se refieren las siguientes. • Rescate y Reubicación de Flora • Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre • Conservación de Suelos y Agua • Reforestación • Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación • Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental • Supervisión ambiental de la obra
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Dentro del Proyecto y como parte de las medidas de mitigación específicas que contempla el Proyecto, la implementación de los siguientes Programas Ambientales, estarán enfocados a la recuperación de especies en riesgo: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.)
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto para la caracterización y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional, contempla como parte de este estudio el conocimiento y análisis de los ecosistemas y su biodiversidad por los que incide, asimismo las actividades de monitoreo quedarán contempladas dentro de los alcances de

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		los principales Programas y Estudios Ambientales que contempla como parte del esquema de mitigación específico para revertir los posibles impactos ambientales.
B) Aprovechamiento sustentable	4.Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a la ubicación, alcances y naturaleza del proyecto, se presenta vinculación de forma estricta con esta estrategia toda vez que no se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes ni recursos naturales, sin embargo, como parte del desarrollo del Proyecto, se aplicarán acciones y medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas ambientales que permitirán un desarrollo sustentable de las obras y acciones del Proyecto respecto a los recursos naturales y los componentes ambientales presentes en el sitio dados los alcances de protección y conservación que tienen dichas medidas.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Ya que el Proyecto no contempla la realización de actividad agrícola y pecuaria alguna, pues este se trata de la modernización de un camino artesanal e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) esta estrategia no presenta vinculación de forma estricta con el mismo.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Ya que el Proyecto no contempla actividades de modernización de infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, pues este se trata de la modernización de un camino artesanal e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) esta estrategia no presenta vinculación de forma estricta con el mismo.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
		Con lo anterior, el Proyecto muestra congruencia con la presente estrategia.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta actividad no es aplicable al Proyecto, es más bien una actividad que debe desarrollar y promover la Administración Pública.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Dada la naturaleza del proyecto NO se pretende la realización de actividades que dañen significativamente al ecosistema, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para la protección de los ecosistemas presentes dentro del Proyecto, las cuales se enlistan en el presente documento.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto consiste en la modernización de una vía de comunicación e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), por lo cual la aplicación de esta estrategia no le es aplicable.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento del desarrollo económico y social de los recursos naturales no renovables, por lo que esta estrategia no se vincula.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Dicha estrategia No aplica. El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento minero. El material utilizada para la conformación de terraplén del camino será obtenido de bancos de materiales autorizados cercanos al proyecto.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	El proyecto trata de modernización de un camino que busca diversificar y consolidar la ruta turística en el sureste mexicano, principalmente en la localidad de Vigía Chico, incluyendo fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	El proyecto trata de modernización de un camino que busca diversificar y consolidar la ruta turística en el sureste mexicano, principalmente en la localidad de Vigía Chico, incluyendo fortalecer los usos y costumbres de las comunidades locales en el desarrollo de actividades y el aprovechamiento sustentables de recursos naturales.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	Se coadyuvará a la mejora de la actividad turística de la zona donde se desarrollará el proyecto mediante la instalación de infraestructura óptima, y con la generación de empleos para la población local.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Dicha estrategia No aplica. El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento hídrico
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
E) Desarrollo social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, el proyecto generará condiciones para mejorar la calidad de vida al generar fuentes de empleo temporal.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Toda la propiedad de la tierra en el área de desarrollo del Proyecto es de carácter federal por lo que los derechos de la propiedad rural están asegurados.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto consiste en una vía general de comunicación relativa a la construcción de un camino, por lo cual esta Estrategia no aplica.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y	El proyecto dará cumplimiento de los criterios de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel

Estrategias. UAB 64		Cumplimiento de Estrategia
	el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.

Derivado de lo descrito en las políticas aplicables, el Proyecto es acorde con la misma y se dará cumplimiento a cada una de ellas mediante la aplicación de medidas preventivas y de mitigación.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es el instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es un elemento integrador de políticas públicas que permite dar un marco coherente a las acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, proporciona protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

El POEMyRGMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Lineamientos presentes en el OEMyRGMyMC

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.

El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales. En el POEMyRGMyMC.

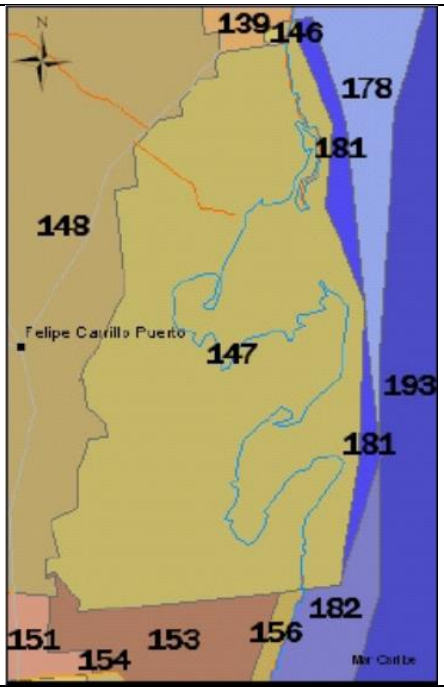
Derivado del análisis realizado en la plataforma SIGEIA, se obtuvo que el proyecto incide en la UGA 147 y 148, por lo cual a continuación se hace la descripción de los criterios contenidos en dichas UGA.



Figura 0.1 *Ubicación del proyecto con respecto al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe*

Tabla 0-6. UGA 147 Reserva de la Biosfera Sian Ka´an

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	**Mapa**
Nombre:	Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	345 Habitantes	
Superficie:	525, 072.084 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas.	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		

Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

Tabla 0-7. UGA 148 Felipe Carrillo Puerto

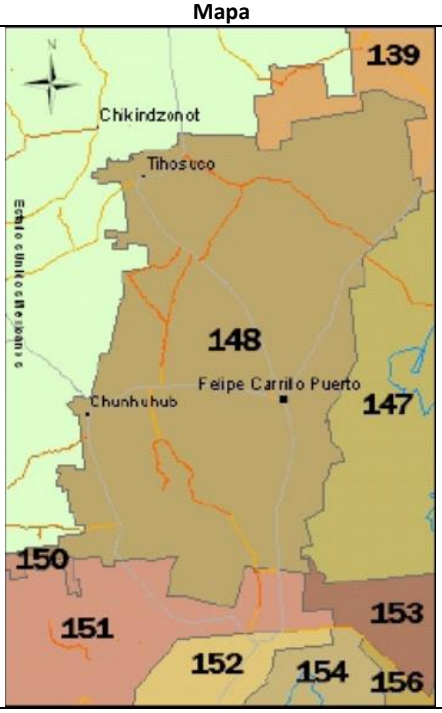
Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Felipe Carrillo Puerto	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	65, 349 Habitantes	
Superficie:	962, 576.245 Ha.	
Subregión:		
Islas:		
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:		

Tabla 0-8. Criterios UGA 148 Felipe Carrillo Puerto

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA

Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

Vinculación

Acción	Descripción	Vinculación
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Para la realización del proyecto en el área proyectada para CUSTF, se ha prohibido la utilización de agroquímicos, pesticidas o fuego para el retiro de la vegetación, la cual se deberá realizar únicamente con herramientas manuales y maquinaria.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Para la realización del proyecto en el área proyectada para CUSTF, se ha prohibido la utilización de agroquímicos, pesticidas o fuego para el retiro de la vegetación, la cual se deberá realizar únicamente con herramientas manuales y maquinaria.
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	Para la ejecución del ***programa de reforestación*** se contempla la utilización de abonos orgánicos, así como el suelo orgánico y vegetación triturada producto del desmonte y despalme
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se contempla la ejecución de un programa de conservación de suelo y agua, así como la incorporación de plantas de tratamiento, cuyas aguas grises se utilizarán en los servicios del camino así como en otros proyectos que la requieran
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** ambientales se fortalecerán los esfuerzos de conservación de las especies de tortuga marina que anidan en la zona
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** ambientales se fortalecerán los esfuerzos de conservación de las especies de tortuga marina que anidan en la zona

Acción	Descripción	Vinculación
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	La construcción del camino fortalecerá el ingreso de aportaciones económicas a las actividades de la Reserva, entre las cuales figura la protección de tortugas marinas, así mismo Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales*** se fortalecerán los esfuerzos de conservación de las especies de tortuga marina que anidan en la zona
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación propuestas se encuentra la aplicación de un ***Programa de Reforestación*** el cual estará enfocado a incorporar especies de la región, incrementando con esta la cobertura vegetal del área
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	La realización del proyecto contribuirá a mejor la eficacia en la vigilancia de las áreas vulnerables como son las dunas costeras, así mismo mediante la aplicación del ***programa educación ambiental y buenas prácticas ambientales***, se promoverá el conocimiento y fomentará el respecto y conservación de dichas áreas
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Dentro del ***Programa de vigilancia ambiental***, se establece la prohibición para la introducción de especies invasoras, con la aplicación de este y la infraestructura del camino se fortalecerán las actividades de vigilancia en varias zonas de la reserva
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación propuestas se encuentra la aplicación de un ***Programa de Reforestación*** el cual estará enfocado a incorporar especies de la región, incrementando con esta la cobertura vegetal del área

Acción	Descripción	Vinculación
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El diseño del proyecto no considera en ningún momento la intervención de las dunas costeras, en todo caso, se beneficiarán las actividades de monitoreo y vigilancia de las áreas vulnerables como son las dunas costeras
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Si bien el proyecto no conectará corredores biológicos, la utilización del mismo favorecerá los esfuerzos de conservación y vigilancia de los corredores existentes
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación propuestas se encuentra la aplicación de un ***Programa de Reforestación*** el cual estará enfocado a incorporar especies de la región, incrementando con esta la cobertura vegetal del área
A-018	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).	Las medidas de mitigación diseñadas para este estudio, a través del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y Programa de restauración de ecosistemas, se puntualiza que las especies para reubicar que serán nativas y de distribución natural dentro del sistema ambiental regional (SAR) y área del proyecto (AP), con mayor énfasis en aquellas con alguna categoría de riesgo nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III del 14 de noviembre de 2019) e internacionales (lista roja de la IUCN y apéndices de la Cites).
A-019	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.	Todos los programas propuestos dentro de la presente MIA-R, fueron elaborados de conformidad con las leyes y normas aplicables

Acción	Descripción	Vinculación
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Se llevarán a cabo el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** y equipo lo cual se registrará en bitácora, con la finalidad de evitar que el mal funcionamiento de esta genere ruido. Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, con la finalidad de mantener la seguridad y evitar efectos negativos de los trabajadores en las áreas donde se genere ruido. Se realizarán campañas de concientización dirigidas al personal de obra sobre el uso de equipo de protección personal. Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horario normal, se evitará hacer uso de ellos en horario nocturno. Todo vehículo, maquinaria y equipo de obra utilizarán silenciadores de acuerdo con las características de estos. Se cumplirá con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisión de ruido provenientes del escapa, se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria a partir de las horas trabajadas, así también como parte de las actividades del proyecto se realizará el monitoreo perimetral del ruido.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Se ejecutarán los ***Programas de conservación de suelos y manejo integral de los residuos****, con el* cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames a aguas costeras, así mismo mediante el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** se prevendrá el derrame accidental de aditivos o combustibles a las aguas superficiales.
A-023	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.	Se ejecutarán el ***Programa de manejo integral de los residuos****, con el* cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames a aguas costeras, así mismo mediante el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** se prevendrá el derrame accidental de aditivos o combustibles a las aguas superficiales.

Acción	Descripción	Vinculación
A-024	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.	Se llevarán a cabo el ***programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos*** y equipo lo cual se registrará en bitácora, con la finalidad de evitar que el mal funcionamiento de esta genere ruido. Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, con la finalidad de mantener la seguridad y evitar efectos negativos de los trabajadores en las áreas donde se genere ruido. Se realizarán campañas de concientización dirigidas al personal de obra sobre el uso de equipo de protección personal. Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horario normal, se evitará hacer uso de ellos en horario nocturno. Todo vehículo, maquinaria y equipo de obra utilizarán silenciadores de acuerdo con las características de estos. Se cumplirá con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisión de ruido provenientes del escapa, se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria a partir de las horas trabajadas, así también como parte de las actividades del proyecto se realizará el monitoreo perimetral del ruido.
A-025	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.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo
A-026	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.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares

Acción	Descripción	Vinculación
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie, por tanto, no se considera una modificación a los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura de la zona de la playa del vigía chico, sin embargo, sólo se instalará lo mínimo indispensable para el uso de los turistas y pobladores protegiendo y conservado el resto de la superficie, por tanto, no se considera una modificación a los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	Con el fin de preservar las características naturales del medio, el proyecto se llevará a cabo sobre un camino ya existente de modo que se limitarán las afectaciones sólo a la zonas ya afectadas, en el caso de las obras complementarias del área de la estación de transferencia, estás fueron proyectadas de manera que afectaran la menor superficie de vegetación posible

Acción	Descripción	Vinculación
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El diseño del proyecto no considera en ningún momento la intervención de las dunas costeras, en todo caso, se beneficiarán las actividades de monitoreo y vigilancia de las áreas vulnerables como son las dunas costeras
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Si bien el proyecto no se considera del tipo industrial si se prevé la utilización de tecnologías limpias para su operación como es el uso de celdas solares
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Para la realización del proyecto en el área proyectada para CUSTF, se ha prohibido la utilización de agroquímicos o fuego para el retiro de la vegetación, la cual se deberá realizar únicamente con herramientas manuales y maquinaria.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales*** se fortalecerán los esfuerzos concientización a los pobladores de la región dando a conocer alternativas a las actividades de pesca extractiva
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	Con la construcción del camino se fortalecerán los esfuerzos de conservación y vigilancia dentro de la reserva, con esto evitar la pesca extractiva en áreas no permitidas

Acción	Descripción	Vinculación
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	Con la construcción del camino se fortalecerán los esfuerzos de conservación y vigilancia dentro de la reserva, con esto evitar la pesca extractiva en áreas no permitidas
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas ambientales*** se fortalecerán los esfuerzos concientización a los pobladores de la región dando a conocer alternativas a las actividades de pesca extractiva
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Con la construcción del camino se fortalecerán los esfuerzos de conservación y vigilancia dentro de la reserva, con esto evitar la pesca extractiva en áreas no permitidas
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto corresponde a la rehabilitación y mantenimiento de un camino rural existente que interconecta la población de Felipe Carrillo Puerto con la playa de Vigía el Chico. Lo cual mejorará los tiempos de traslado de los pobladores y el comercio con la localidad de Punta Allen
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El diseño del proyecto contempla la instalación de dos plantas de tratamiento, las cuales darán servicio a los visitantes y asistentes a la Reserva
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo y al agua
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo y al agua, en el cual se describe el manejo que se dará a los residuos que generen en cada una de las etapas del proyecto

Acción	Descripción	Vinculación
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Se ejecutará el ***Programa de conservación de manejo integral de los residuos***, con el cual se mantendrán limpias las áreas de trabajo, reduciendo el riesgo de derrames o contaminación al suelo y al agua
A-071	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.	La construcción del proyecto, el cual corresponde al mantenimiento y modernización de un camino ya existente, mejorará las condiciones de traslado y comunicación de los pobladores de Felipe Carrillo Puerto, así como se prevé incrementará la afluencia de turistas, tanto nacionales como extranjeros a la Reserva, así mismo mediante la aplicación de los programas específicos se promoverá la conservación y cuidado de los ecosistemas y especies presentes
A-072	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.	El proyecto promoverá la afluencia turística siempre bajo el marco de la sustentabilidad ambiental y social, en cumplimiento de los objetivos particulares de la reserva y la Convención del Patrimonio Mundial

Criterio	Acción	Vinculación
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).*	El Proyecto es vinculante, toda vez que, con la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, así como la Ejecución del Programa de Educación Ambiental, se evitarán dichas actividades ilícitas.
G009.-	*Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de*	El proyecto es vinculante con este criterio ya que plantea la conservación de la vegetación

Criterio	Acción	Vinculación
	comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	en las zonas aledañas para mantener la conectividad del ecosistema, así mismo, contempla reforestación en polígonos degradados.
G016.-	*Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.*	Es vinculante a través de la implementación del programa de Reforestación y Conservación de Suelos con el cual las estrategias de manejo y conservación de suelos y definir la metodología para la reforestación utilizando especies nativas y endémicas de la zona.
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 mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.*	El programa de Reforestación y Conservación de Suelos hace constatar la vinculación de este criterio con el proyecto puesto que tiene por objetivo establecer las estrategias de manejo y conservación de suelos y definir la metodología para la reforestación y disminuir la erosión en zonas susceptibles.
G026.-	*Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).*	El Proyecto es vinculante, toda vez que, con la ejecución de los Programas ambientales y platicas de concientización ambiental, se evitarán dichas actividades ilícitas. Así mismo el Programa de reforestación y conservación de suelos recuperará aquellas zonas que actualmente se encuentren erosionadas.
G051.-	*Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.*	Es vinculante mediante la instrumentación del Programa de Manejo de Residuos sólidos que está contemplado durante el desarrollo del Proyecto.
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.*	El Proyecto contempla la remoción de vegetación forestal únicamente en una sección del área correspondiente al camino asfaltado, esta sección es la denominada estación de transferencia. La modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se ha minimizado la necesidad de remover vegetación únicamente a las superficies mencionadas en el capítulo 2, es importante resaltar que no se realizará retiro de vegetación nativa por ningún motivo dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, únicamente se retirarán elementos considerados como exóticos, tal es el caso de elementos correspondientes a la especie *Cocos nucífera*, que se eliminarán para dar paso al muelle en la zona de playa.

Criterio	Acción	Vinculación
		La modernización se realizará sobre el trazo del camino existente de 5 a 6 metros de ancho, en las áreas de instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) se construirán en áreas degradas sin vegetación, sin embargo, el proyecto se alineará mediante la ejecución de medidas de mitigación, compensación y preventivas sobre aquellos impactos que pudiesen presentarse por la ejecución del proyecto
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.*	Con la ejecución del Programa de Residuos Sólidos, el proyecto realizará el manejo, almacenamiento, y disposición final de los tipos de residuos generados, se realizará conforme a la normatividad vigente, por lo cual es vinculante con dicho criterio.
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.*	El proyecto es vinculante con este criterio toda vez que se prevé la construcción de alcantarillas en zonas donde haya flujos superficiales, con el objeto de no interferir en su curso.
A011.-	*Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.*	La aplicación del Programa de reforestación y de conservación de suelos, posibilitará la recuperación de zonas impactadas por las actividades antropogénicas o de manera natural, por tanto, es vinculante con el proyecto.

Tabla 0-9. Vinculación con los criterios aplicables UGA 147 y 148

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
IS -04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto contempla la construcción de un muelle andador, de tamaño pequeño, por lo cual se considera que no traerá efectos negativos sobre la estructura y función del ecosistema costero.
IS -06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o	Durante la construcción y operación del proyecto se realizarán platicas de concientización ambiental sobre la importancia de NO arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, así

	culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	como, el NO aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales. Así mismo, durante la construcción quedará estrictamente prohibido verter o derramar alguna sustancia al mar.
IS -07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	Durante la operación del proyecto dentro de las actividades de ***programa de Educación Ambiental, Buenas Prácticas Ambientales***, se concientizará a los prestadores de servicios acuáticos sobre la importancia de respetar los reglamentos que la autoridad establece para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.
IS -08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	Durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla.
IS -11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	El proyecto no contempla llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas. Sin embargo, se obtendrán los permisos necesarios para llevar a cabo la construcción del proyecto, para cumplir con la normatividad ambiental vigente
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El proyecto no contempla el uso de especies no nativas o exóticas
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	No se afectará vegetación para la construcción de las obras de infraestructura turística, esta se instalará en áreas ya degradas y sin vegetación
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	El proyecto no se ejecutará en islas, sin embargo, se obtendrán los permisos necesarios para llevar a cabo la construcción del proyecto, para cumplir con la normatividad ambiental vigente
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	El proyecto no se ejecutará en islas, sin embargo, cumplirá con la normatividad ambiental vigente

IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	El proyecto no trata sobre actividad pesquera. Por lo que este criterio no aplica.

- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA´AN.,**

Establece como políticas de ordenamiento las siguientes:

Que resulta fundamental que los desarrollos turísticos prevengan y mitiguen los posibles desequilibrios ecológicos que se presenten desde la etapa de construcción hasta la de su operación y en su caso abandono, de tal forma que se armonicen éstos con la protección y conservación de los recursos naturales.

Que el Ordenamiento Ecológico busca, precisamente, programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área.



Figura 0.2. *Clasificación del proyecto dentro del POETZCRBS referenciado en el programa SIORE*



Figura 0.3. Acercamiento Clasificación del proyecto dentro del POETZCRBS referenciado en el programa SIORE
Fuente: *Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE). https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/*

Tabla 0-10. UGA M3 del Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera RB Sian Ka´an

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN						
CLAVE UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	CRITERIOS
M3	Conservación	Conservación Actividades Marinas		Pesca, acuacultura, turismo	Industria, Minería, Agricultura	M 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16,18, 19,20,21,22,24,25,26,27,28,29,30,31, 32,34,37

Del análisis geoespacial se identificó que el Proyecto incide en el Área Natural Protegida de orden federal, Sian Ka' an.

Tabla 0-11. Reserva de la Biosfera Sian Ka´an

Categoría de Manejo:	Reserva de la Biosfera
Ubicación:	Estado: Quintana Roo Municipios: Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad, Bacalar
Región CONANP:	Península de Yucatán y Caribe Mexicano
Institución que Administra:	CONANP
Director de ANP:	Biól. Felipe Ángel Omar Ortíz Moreno
Superficie Total:	528,147.66 ha

Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: *Abarca: Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua	375,011.87 ha
Superficie Marina:	153,135.79 ha
Población Total Estimada:	634 hab.
Fecha de Decreto:	20/01/1986
Fecha de Recategorización:	07/06/2000
Programa de Manejo:	DOF 23/01/2015
Consejo Asesor:	Sí
Registro en SINAP:	Certificado Aviso DOF

Tabla 0-12. Vinculación con el Decreto de la RBSK

Articulo	Vinculación
ARTÍCULO ÚNICO. - Se da a conocer el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel (ahora Tulum) y Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo cuyo Resumen, que incluye el plano de localización de dicha Área Natural Protegida, se anexa al presente para que surta los efectos legales a que haya lugar. Dicho Programa de Manejo se encuentra a disposición para su consulta en las oficinas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ubicadas en Camino al Ajusco número 200, 3er. piso, colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, en la Ciudad de México, Distrito Federal, en las oficinas de la Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano, ubicadas en calle Venado números 71 y 73, Supermanzana 20, Manzana 18, código postal 77500, Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo, y en las oficinas de la Delegación Federal de la propia Secretaría en el Estado de Quintana Roo, ubicadas en Avenida Insurgentes número 445, colonia Magisterial, código postal 77039, Chetumal, Quintana Roo.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este decreto y al Programa de Manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables. Se realiza la vinculación con el Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.
ARTÍCULO PRIMERO. - Por ser de orden e interés público se declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie de 528,147-66-80 hectáreas, ubicadas en los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo, cuya descripción topográfica – analítica se especifica en el considerando penúltimo del presente Decreto. A esta área ecológica protegida se le identificará como "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".	El proyecto camino artesanal "Puerta al Mar" de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, consiste en la rehabilitación de un antiguo camino a Vigía Chico, ya en operación desde hace décadas, con el objetivo de lograr una mejoría significativa en los rubros de seguridad y capacidad vial para el transporte mercantil terrestre del municipio de Felipe Carrillo Puerto, hacia la localidad de Vigía Chico, así como las localidades asociadas el camino, se ubica dentro de zona de amortiguamiento que de acuerdo al PM de la RB estas incluyen áreas naturales poco alteradas y áreas modificadas por actividades humanas. Su

Articulo	Vinculación
	principal objetivo es ofrecer un espacio de transición entre la Zona núcleo y las áreas aledañas a la Reserva, que actualmente tienen un uso de pesca de consumo doméstico, así como potencializar el Turismo de bajo impacto ambiental y urbano mediante la instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante).
ARTÍCULO TERCERO. - Dentro de la citada reserva, se establece una zona de amortiguamiento, con superficie de 248,443-66-80 hectáreas, para los fines que se precisan en este Decreto.	El proyecto no incide en zonas núcleo, se ubica dentro de zona de amortiguamiento. No se realizarán actos que lesionen la integridad de esta área ecológica protegida identificada como “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an” y se realizará la vinculación con el Decreto y se dará cumplimiento a lo que este señala.
ARTÍCULO CUARTO. - Quedan a disposición de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología los terrenos nacionales comprendidos en la “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an”, no pudiendo dárseles otro destino que el especificado en este Decreto. Para la consecución de los objetivos que establece el presente Decreto, se creará una Comisión Intersecretarial presidida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en la que participarán las Dependencias de la Administración Pública Federal que en razón de su competencia deban intervenir a fin de aplicar una política integral a la “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an”.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este decreto y al Programa de Manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables. Se realiza la vinculación con el Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.
ARTÍCULO QUINTO. - La Administración, acondicionamiento, conservación, desarrollo y vigilancia de la “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an” queda a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Esta dependencia, con la participación que corresponda a las demás del Ejecutivo Federal, propondrá la celebración de convenios y acuerdos de coordinación con los Gobiernos del Estado de Quintana Roo y de los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto y de concertación con los particulares interesados, para la consecución de los fines de este Decreto. En los referidos convenios se regularán todas aquellas materias que se estimen necesarias, convenientes o consecuentes con este Decreto, entre otras las que a continuación se puntualizan: La forma en que el Gobierno del Estado de Quintana Roo y de los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este artículo, quedando de acuerdo y en total entendido que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología con la participación que corresponda a las demás instancias del Ejecutivo Federal, será la encargada de la Administración, acondicionamiento, conservación, desarrollo y vigilancia de la “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an”.

Articulo	Vinculación
Puerto participarán en la Administración de la Reserva; Congruencia de las políticas y los programas federales de ecología con los de los Estados y Municipios; La aplicación de recursos financieros para la administración de la reserva; Elaboración de un Programa Integral de Desarrollo para la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" y compromisos para su ejecución, y Propiciar un desarrollo agropecuario y turístico nacional en la zona de amortiguamiento.	
ARTÍCULO SÉPTIMO. - La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología no autorizará ni permitirá la ejecución de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".	El proyecto no incide en zonas núcleo, se ubica dentro de zona de amortiguamiento.
ARTÍCULO OCTAVO. - Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto que refiere a la modernización del Camino artesanal "Puerta al Mar" Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) los cuales se encuentran inmersos en zona de amortiguamiento, se presenta este documento que permita, analizar si el camino y las obras no causará desequilibrios ecológicos significativos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente.
ARTÍCULO NOVENO. - Las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal que por su competencia realicen acciones o ejerzan inversiones en el área de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an", lo harán en congruencia con los fines y propósitos de este Decreto y se abstendrán de realizar actos contrarios a su contenido. Por tanto, la Secretaría de Programación y Presupuesto no autorizará partida presupuestal alguna destinada a programas o actividades que contravengan el presente Decreto. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología verificará el cumplimiento de esta disposición.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto que refiere a la modernización del Camino artesanal "Puerta al Mar" Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) los cuales se encuentras inmersos en zona de amortiguamiento, se presenta este documento que permita, analizar si el camino y las obras no causarán desequilibrios ecológicos significativos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a

Articulo	Vinculación
	la protección al ambiente y que sea congruente con los fines y propósitos de este Decreto. De igual forma el promovente está en total entendido que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología verificará el cumplimiento de esta disposición.
ARTÍCULO DECIMOSEXTO. - Los ejidos y comunidades establecidos en la superficie que comprende la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" estarán obligados a la conservación y cuidado del área conforme las disposiciones que al efecto emita la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 154 de la Ley Federal de Reforma Agraria.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a este decreto y al Programa de Manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables. Se realiza la vinculación con el Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.

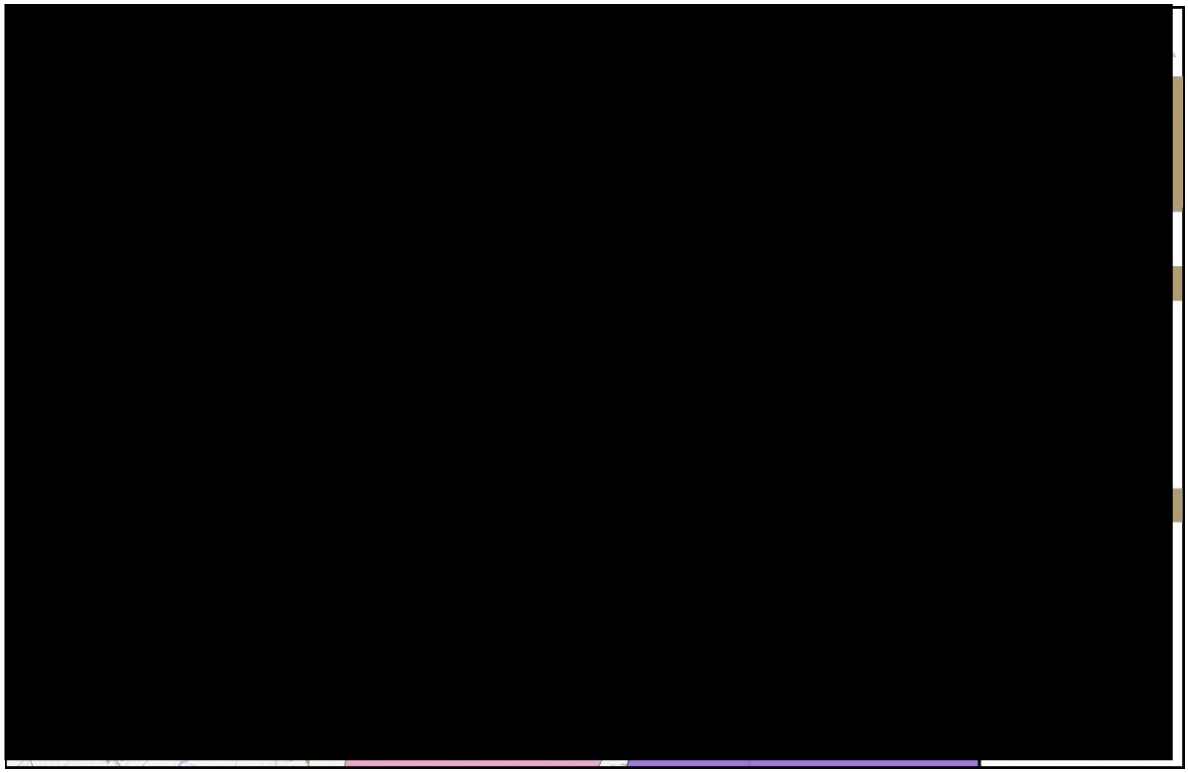


Figura 0.4: Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas federales.

- **Análisis de vinculación con el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Sian ka´an**

Mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986, se declaró como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios Tulum (antes Cozumel. El municipio de Tulum fue creado el 18 de mayo de 2008, quedando la poligonal de la Reserva de la Biosfera, comprendida dentro de éste) y Felipe Carrillo Puerto, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie de 528,147-66-80 hectáreas.

El 13 de diciembre de 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto que reformó, adicionó y derogó diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), cuyo artículo Séptimo Transitorio dispuso que la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, mediante acuerdo a publicarse en el mismo medio de difusión oficial, determinaría la categoría de área natural protegida que, conforme a lo dispuesto en dicho Decreto, correspondiera a las áreas o zonas que hayan sido establecidas con anterioridad a la entrada en vigor del mismo, con la finalidad de cumplir alguno o algunos de los propósitos establecidos en el artículo 45 de la LGEEPA, o cuya caracterización fuera análoga o similar a la descripción de alguna de las áreas naturales protegidas de competencia federal previstas en el artículo 46 de dicho ordenamiento.

En cumplimiento al Decreto señalado en el párrafo anterior mediante Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal, publicado en el referido órgano de difusión oficial el 7 de junio de 2000, se determinó que la superficie hasta entonces denominada “Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an, declarada como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales, corresponde a la categoría de Reserva de la Biosfera, prevista en la LGEEPA, en virtud de sus características de biodiversidad, endemicidad, singularidad, extensión y grado de conservación, condiciones todas éstas acordes con las descritas en el artículo 48 de dicho ordenamiento legal.

La Reserva de la Biosfera Sian Ka’an, comprende porciones marinas y terrestres, entre las que sobresalen las zonas oceánicas someras y arrecifes coralinos; ocupa, además, una planicie calcárea parcialmente emergida que desciende gradualmente hacia el mar, formando un gradiente que va de sitios secos hasta inundables. En este gradiente se desarrollan selvas medianas, bajas e inundables, marismas y manglares. También existen lagunas de agua dulce y salobre, cenotes, petenes, cayos y ojos de agua. Todo ello conforma un intrincado sistema hidrológico con una notable diversidad de ambientes y, en consecuencia, de vida silvestre.

- ***Delimitación, extensión y ubicación de las subzonas***

Zonificación y subzonificación

La Reserva de la Biosfera Sian Ka’an está dividida en tres zonas núcleo y una zona de amortiguamiento que ordenan su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, y de su uso actual y potencial. La subzonificación que se establece en este Programa de Manejo ordena detalladamente dichas zonas núcleo y de amortiguamiento, en términos de lo dispuesto por los artículos 3, fracción XXXIX; 47 BIS fracción I, incisos a) y b); y fracción II, incisos a); c); e); f); g), y h); 62 y 63 de la LGEEPA.

- Zona Núcleo Muyil, con una superficie de 33,418-50-00 hectáreas y se ubica en la porción norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka’an.
- Zona Núcleo Cayo Culebras, con una superficie de 6,105-00-00 hectáreas constituidas primordialmente por zona marina y una pequeña porción de cayos.
- Zona Núcleo Uaimil, que es la mayor, con 240,180-50-00 hectáreas de superficie.

Las zonas núcleo de la Reserva se encuentran en buen estado de conservación, considerándose zonas prístinas y en las que las actividades humanas no han causado modificación a los ecosistemas

presentes. No se localizan asentamientos humanos en estas zonas ni infraestructura y no se realizan actividades productivas dadas las características de los tipos de vegetación (selvas medianas subperennifolias y subcaducifolias, selvas bajas inundables, humedales, manglares, etc.), estas tres últimas restringen naturalmente la realización de actividades humanas en estas zonas.

Por lo que se refiere a la Zona de Amortiguamiento de la Reserva, el Artículo 47 BIS, fracción II de la LGEEPA establece que su función es orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo. Las subzonas que se establecen en este Programa de Manejo para la Zona de Amortiguamiento de la Reserva cumplen dicha finalidad y establecen el límite de cambio aceptable que puede darse mediante la realización de las actividades permitidas.

Zonas, subzonas y políticas de manejo

La subzonificación para el manejo de la Reserva es la siguiente:

- Zona Núcleo Muyil:

I. Subzona de Protección Muyil (SPr1). Abarca una superficie de 33,418.5000 hectáreas, constituida por un polígono.

- Zona Núcleo Cayo Culebras:

I. Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2). Abarca una superficie de 6,105.0000 hectáreas, constituida por un polígono.

- Zona Núcleo Uaimil:

I. Subzona de Protección Uaimil (SPr2). Abarca una superficie de 225,926.7310 hectáreas, constituida por un polígono.

II. Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1). Abarca una superficie de 14,253.7690 hectáreas, constituida por cuatro polígonos.

- Zona de Amortiguamiento

I. Subzona de Preservación Tzigual (SP1). Abarca una superficie de 22,476.0971 hectáreas, constituida por un polígono.

II. Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayo Culebras, Lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2). Abarca una superficie Total de 12,671.0169 hectáreas, constituida por siete polígonos.

III. Subzona de Preservación El Río (SP3). Abarca una superficie de 7,757.6637 hectáreas, constituida por un polígono.

IV. Subzona de Preservación Xamach (SP4). Abarca una superficie de 979.3170 hectáreas, constituida por 10 polígonos.

V. Subzona de Preservación Marina Yuyum-Mario Lara, Moox Kaanab y Tantaman (SP5). Abarca una superficie de 10,011.0219 hectáreas, constituida por tres polígonos.

VI. Subzona de Preservación Refugios Pesqueros (SP6). Abarca una superficie de 1,032.1984 hectáreas, constituida por ocho polígonos.

VII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM1), (SASM2), (SASM3). Constituida por diez polígonos marinos con una superficie total de 123,143.1804 hectáreas.

VIII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono.

IX. Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1). Constituida por un polígono con una superficie total de 2,158.0602 hectáreas.

X. Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2) - Mosquitero (SUP3), abarca una superficie total de 4,360.8986 hectáreas constituida por dos polígonos.

XI. Subzona de Asentamientos Humanos Colonias de Pescadores Javier Rojo Gómez y Punta Herrero (SAH). Abarca una superficie de 34.3812 hectáreas, constituida por dos polígonos.

XII. Subzona de Recuperación El Playón (SR). Abarca una superficie de 116.5249 hectáreas, constituida por un polígono.

Subzonas definidas para la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an:

XIII. Subzona de Preservación Costero-Marina. (SPCM) Abarca una superficie de 1,073.3907 hectáreas, comprende 17 polígonos.

XIV. Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC). Abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos.

XV. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAS-CMBP). Abarca una superficie de 22.7376 hectáreas, constituida por un polígono.

Específicamente para este proyecto corresponde a la VIII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). La cual se describe a continuación:
Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono. Esta subzona colinda al Norte con el límite de la Reserva y el ejido José María Pino Suárez, al Sur con Subzona de Protección Uaimil (SPr2), al Este con la Bahía de la Ascensión y al Oeste con el límite de la Reserva y los ejidos Tres Reyes y Felipe Carrillo Puerto. Incluye la zona conocida como Vigía Chico y la península de Vigía Grande. Se encuentra cubierta en su mayor parte por selvas medianas, bajas e inundables; humedales de agua dulce con vegetación de tasistales, sabanas, y mangle chaparro y de franja.

La diversidad de ecosistemas de esta subzona ha favorecido la enorme biodiversidad que se encuentra en ella, baste mencionar que en esta zona se distribuye una de las poblaciones de jaguar,

tigre (Panthera onca) especie en peligro de extinción de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo, más importantes de la zona central del estado de Quintana Roo. La biodiversidad en los sistemas de cenotes y humedales de agua dulce reviste singular importancia por los procesos de ensamblaje ecológico que se desarrollan ahí. Sin embargo, esta zona es una de las más vulnerables a los incendios forestales causados por el ingreso de personas que desarrollan actividades de pesca furtiva, cacería ilegal y extracción forestal no maderable ilegal.

La subzona incluye dos caminos de acceso a los sitios Vigía Chico y El Playón, este último es punto de acceso vía marítima a la colonia Javier Rojo Gómez (Punta Allen). El tránsito constante de vehículos conducidos a alta velocidad ha ocasionado la muerte por atropellamiento de una cantidad considerable de especies como: nauyaca (*Bothrops asper*), víboras de cascabel (*Crotalus sp*.), nauyaca nariz de cerdo yucateca (*Porthidium yucatanicum*) esta última especie sujeta a protección especial; boa, boa constrictor (Boa constrictor), iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*), especies en categoría de amenazadas, se ha reportado también el atropellamiento de mamíferos como: el oso hormiguero, brazo fuerte, tamandúa norteño (*Tamandua mexicana mexicana*), el mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari ringens*) especies en peligro de extinción, así como el mapache (*Procyon lotor*), el jabalí de collar (*Pecari tajacu*), tejones (*Nasua sp*.). Incluso se tiene el reporte de un tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) especie en peligro de extinción, atropellado en el camino que proviene de la caseta Chumpón. Algunas de las especies como se menciona su categoría de riesgo, que se han encontrado muertas por atropellamiento en estos caminos, y se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo, la principal causa de atropellamiento de fauna es el ingreso de vehículos de transportación turística (tipo todo terreno o jeeps) y particulares que son conducidos a velocidades que no permiten que los animales se oculten en la vegetación que se ubica al lado del camino. Por lo tanto, el regular la velocidad y frecuencia de paso de estos vehículos es indispensable para evitar el atropellamiento de fauna y la consecuente pérdida de biodiversidad de la Reserva.

Por las características anteriormente descritas, las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el artículo 47 BIS, fracción II, inciso c) de la LGEEPA, que dispone que las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales son aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable; y en donde se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y en correlación con lo previsto por los artículos Primero, Tercero, Cuarto, Décimo Segundo, Décimo Cuarto y Décimo Sexto del Decreto por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel

(ahora Tulum) y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986, es que se determinan las actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1), las cuales se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 0-13. Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1)

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
1. Acuacultura1 2.Aprovechamiento forestal no maderable2 3. Colecta científica3 4. Colecta científica4 5. Desembarco 6. Educación ambiental 7. Establecimiento de UMA 8. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos 9. Instalación de infraestructura para el manejo y administración del área 10. Investigación científica 11. Monitoreo del ambiente 12. Pesca de fomento 13. Turismo de bajo impacto ambiental	1. Agricultura 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 3. Apertura de bancos de material 4. Apertura de nuevos senderos, brechas o caminos 5. Aprovechamiento forestal maderable 6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica 7. Ganadería 8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos 9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras5 10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras 11. Remover o extraer material mineral y arena 12. Turismo 13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua 14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar 15. Utilizar vehículos tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Así mismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de velocidad de los 40 kilómetros por hora
1 únicamente con especies nativas. 2 como extracción de látex o chicle del zapote o chicozapote (Manilkara zapota) y sólo podrá realizarse por las comunidades que habitaban la Reserva al momento de la expedición de su declaratoria o con su participación y bajo esquemas de aprovechamiento sustentables. 3 conforme a lo previsto por el artículo 2, fracción VI del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 4 conforme a lo previsto por el artículo 2, fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 5 conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del artículo 3o. de la Ley General de Vida Silvestre.	

Vinculación

Tabla 0-14. vinculación con el reglamento de la reserva

Actividades permitidas	
1. Acuacultura1	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura
2.Aprovechamiento forestal no maderable2	El proyecto no contempla la realización de aprovechamientos forestales dentro y fuera de la reserva, se prevé la realización de un CUSTF en el área de la estación de maniobras para la instalación de las obras complementarias al proyecto
3. Colecta científica3	El proyecto no contempla la colecta científica, sin embargo, su operación facilitará el traslado de académicos que se encuentren realizando investigaciones en el área
4. Colecta científica4	El proyecto no contempla la colecta científica, sin embargo, su operación facilitará el traslado de académicos que se encuentren realizando investigaciones en el área
5. Desembarco	El proyecto contempla la instalación de un muelle andador el cual, por su tamaño, solo servirá para la utilización de
6. Educación ambiental	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
7. Establecimiento de UMA	El proyecto no considera la instalación ni tramitación de UMA´s
8. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad, promoviendo el conocimiento de las especies existentes con la utilización de medios audiovisuales

9. Instalación de infraestructura para el manejo y administración del área	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para mejorar el manejo, supervisión y administración de esta
10. Investigación científica	Si bien el proyecto no prevé la realización de investigación científica, la infraestructura del camino favorecerá a estas actividades dotando a los investigadores de una vía de acceso de calidad
11. Monitoreo del ambiente	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para mejorar el manejo, supervisión y administración de esta
12. Pesca de fomento	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
13. Turismo de bajo impacto ambiental	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el turismo de bajo impacto ambiental

Actividades no permitidas	
1. Agricultura	El proyecto no completa en ninguna de sus etapas la realización de actividades agrícolas, así mismo el proyecto servirá para dotar al personal de la Reserva de una vía que se utilizará para fortalecer la vigilancia al interior de la reserva
2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación al medio natural
3. Apertura de bancos de material	Todo el material pétreo necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de material autorizados y localizados fuera del área de la reserva, será dentro de los alcances del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** donde se verificará la legal procedencia del material pétreo a utilizar

4. Apertura de nuevos senderos, brechas o caminos	Por ningún motivo se abrirán caminos, brechas o senderos, para la realización del proyecto se sujetarán todas las actividades a la superficie del camino ya existente, así mismo mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental***, se vigilará el apego a esta regla y al diseño del proyecto descrita en el capítulo 2
5. Aprovechamiento forestal maderable	El proyecto no considera en ninguna de sus etapas el aprovechamiento forestal, será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** que se supervisará que ningún miembro del personal contratado realice este tipo de práctica, acción que se complementará con la aplicación del programa de educación ambiental y buenas prácticas
6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica	Dentro de los alcances de la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, queda estrictamente prohibida la cacería, colecta o extracción de los elementos naturales que se encuentren en el AP y SAR
7. Ganadería	El proyecto no completa en ninguna de sus etapas la realización de actividades pecuarias así mismo el proyecto servirá para dotar al personal de la Reserva de una vía que se utilizará para fortalecer la vigilancia al interior de la reserva
8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos	El proyecto ha sido diseñado de manera que no se interrumpan o desvíen los flujos hidrológicos, así mismo con la aplicación del ***programa de conservación de agua***, se verificará que no sean afectados cuerpos de agua superficiales o subterráneos
9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y Reforestación*** que se supervisará que todos los elementos forestales que se planten correspondan a especies nativas, evitando en todo momento la inclusión de especies invasoras o exóticas
10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que las actividades de pesca permitidas, donde quedará establecida la prohibición del procesamiento de los productos provenientes de la pesca
11. Remover o extraer material mineral y arena	Todo el material pétreo necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de material autorizados y localizados fuera del área de la reserva, será dentro de los alcances del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** donde se verificará la legal procedencia del material pétreo a utilizar

12. Turismo	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el **turismo de bajo impacto ambiental**
13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que no se utilicen redes o técnicas que afecten a las poblaciones y ecosistemas acuáticos
14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar	Sólo se permitirá el buce autónomo, durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla. Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
15. Utilizar vehículos tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Así mismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de velocidad de los 40 kilómetros por hora	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se vigilará que el tipo de vehículos que ingresen a la reserva sean sólo del tipo autorizado, así mismo se colocarán letreros donde se presente el límite de velocidad establecido de máximo 40 km/hora

Polígonos Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo (SASM3). Abarcan una extensión de 105 mil 610.7392 hectáreas, integrada por ocho polígonos; el primero comprende la Bahía de la Ascensión, limita al este con la Reserva y al oeste con la línea de costa y el límite de la Subzona de Protección Uaimil (SPr2), y al sur con la Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1), así como la Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayos Culebra, de Laguna Pájaros y Laguna Tres Marías (SP2) y comprende una superficie de 61 mil 110.5836 hectáreas.

El segundo polígono se ubica frente a la zona conocida como Punta Pájaros; limita al norte con la Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2) y al sur con la Subzona de Preservación Moox Kaanab (SP5) correspondiente a Punta Piedra al Norte, sin llegar a Punta Tambo; al sur desde Punta Loria hasta antes de Santa Rosa; al este con el límite de la Reserva y al oeste con la línea de costa y comprende una superficie de 3 mil 598.3021 hectáreas. Del quinto al décimo corresponden a la porción de la Bahía del Espíritu Santo; limitan al norte con la Subzona de Preservación Moox Kaanab (SP5); al sur hasta llegar a la punta X-Kanab Haltun con la Subzona de Preservación Tantaman (SP5); al este con el límite de la Reserva y al oeste con la Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1), así como de la Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayos Culebra, de lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2).

En ellos se albergan zonas de refugio y crianza de especies de importancia comercial y biológica, pastos marinos, manglares y ojos de agua; también se encuentra ahí una importante porción de barrera arrecifal, en esta subzona la diversidad de ecosistemas y la riqueza de recursos naturales ha

hecho que de manera histórica los recursos pesqueros hayan sido el sustento de varias generaciones de pescadores.

Las actividades pesqueras se deben realizar de manera que las poblaciones de organismos que son utilizadas se mantengan para las generaciones futuras, por lo que su aprovechamiento estará estrictamente regulado.

Por las características anteriormente descritas y las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el Artículo 47 BIS, fracción II, inciso c) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que dispone que las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales son aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable, y en donde se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y el manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para las y los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y en correlación con lo previsto por los Artículos Primero, Tercero, Cuarto, Décimo Segundo, Décimo Cuarto y Décimo Sexto del Decreto por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel (ahora Tulum) y Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986

Tabla 0-15. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos: Caapechén-Boca Paila (SASM1), Tampalam-Pulticub (SASM2) y Bahías de La Ascensión y del Espíritu Santo (SASM3)

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
1. Buceo autónomo y libre[1] 2. Colecta científica[2] 3. Educación ambiental 4. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos 5. Fondeo[3] 6. Investigación científica 7. Monitoreo del ambiente 8. Pesca comercial[4] 9. Pesca de consumo doméstico 10. Pesca de fomento 11. Pesca deportivo-recreativa 12. Tránsito de embarcaciones mayores 13. Turismo de bajo impacto ambiental	1. Achicamiento de sentinas 2. Acuacultura 3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 4. Anclarse, pararse, asirse o tocar los corales y arrecifes, y arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas, así como remover sedimentos del fondo marino 5. Construcción y ejecución de obra pública o privada 6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto adherido a la estructura arrecifal, incluyendo aquellos elementos depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica 7. Extraer minerales y arena

ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
	8. Extraer, mover, deteriorar o dañar las embarcaciones naufragadas o pecios, así como partes de las mismas u objetos que estén o hayan estado dentro de ellas 9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras 10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras 11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo colecta científica 12. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de fangos y limos en las aguas 13. Turismo 14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar 15. Utilizar almadraba, trampas de corazón, red de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón
1. Estas actividades deberán realizarse conforme a lo previsto en la fracción V de la Regla 49. 2. Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VI, del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 3. A más de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas. 4. Siempre que se cuente con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y con la autorización de la Semarnat. 5. Conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del Artículo 3°, de la Ley General de Vida Silvestre.	

Vinculación

ACTIVIDADES PERMITIDAS	Vinculación
1. Buceo autónomo y libre1	Sólo se permitirá el buceo autónomo, durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla. Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
2. Colecta científica2	El proyecto no contempla la colecta científica, sin embargo, su operación facilitará el traslado de académicos que se encuentren realizando investigaciones en el área

3. Educación ambiental	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
4. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos	Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad, promoviendo el conocimiento de las especies existentes con la utilización de medios audiovisuales
5. Fondeo3	Si bien el proyecto considera la instalación de un muelle andador, para embarcaciones pequeñas, el mismo no prevé actividades de fondeo si no, amarre de las embarcaciones al mismo, en caso de embarcaciones de mayor calado será a través de la aplicación del programa de ***educación ambiental y buenas prácticas,*** que se informará a los visitantes las áreas y rangos donde pueden fondear
6. Investigación científica	Si bien el proyecto no prevé la realización de investigación científica, la infraestructura del camino favorecerá a estas actividades dotando a los investigadores de una vía de acceso de calidad
7. Monitoreo del ambiente	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para mejorar el manejo, supervisión y administración de esta
8. Pesca comercial4	Sólo mediante métodos que no afecten el medio y siempre que se cuente con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y con la autorización de la SEMARNAT, será mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad

9. Pesca de consumo doméstico	
10. Pesca de fomento	
11. Pesca deportivo-recreativa	
12. Tránsito de embarcaciones mayores	Si bien el proyecto no prevé el arribo de embarcaciones mayores, la naturaleza del mismo no interfiere con estas actividades.
13. Turismo de bajo impacto ambiental	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el turismo de bajo impacto ambiental

ACTIVIDADES NO PERMITIDAS	Vinculación
1. Achicamiento de sentinas	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará que no se de mantenimiento o eliminación de suciedad mediante el achique de sentinas a embarcaciones en la zona del muelle andador.

2. Acuacultura	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura
3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación al medio natural
4. Anclarse, pararse, asirse o tocar los corales y arrecifes, y arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas, así como remover sedimentos del fondo marino	Si bien el proyecto considera la instalación de un muelle andador, para embarcaciones pequeñas, el mismo no prevé actividades de fondeo si no, amarre de las embarcaciones al mismo, en caso de embarcaciones de mayor calado será a través de la aplicación del programa de ***educación ambiental y buenas prácticas,*** que se informará a los visitantes las áreas y rangos donde pueden fondear
5. Construcción y ejecución de obra pública o privada	El proyecto se realiza en función de dotar de una vía de comunicación segura y ágil tanto a los pobladores y turistas como a la vigilancia de la Reserva, así mismo la infraestructura que se realiza servirá para brindar mejores servicios al turismo de bajo impacto que ingrese a la reserva, siendo la administración de esta la única encargada de la gerencia de toda ella. De tal modo que la construcción del proyecto no se considera una obra del tipo público o privado.
6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto adherido a la estructura arrecifal, incluyendo aquellos elementos depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica	Dentro de los alcances de la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, queda estrictamente prohibida la cacería, colecta o extracción de los elementos naturales que se encuentren en el AP y SAR
7. Extraer minerales y arena	Todo el material pétreo necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de material autorizados y localizados fuera del área de la reserva, será dentro de los alcances del ***Programa de Vigilancia Ambiental*** donde se verificará la legal procedencia del material pétreo a utilizar

8. Extraer, mover, deteriorar o dañar las embarcaciones naufragadas o pecios, así como partes de las mismas u objetos que estén o hayan estado dentro de ellas	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, de tal manera que este no comprometerá aguas superficiales, es mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y programa de educación ambiental y buenas prácticas***, que se vigilará y procurará la nula afectación a los cuerpos de aguas superficiales, así como la no alteración de las embarcaciones naufragadas en la zona.
9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y Reforestación*** que se supervisará que todos los elementos forestales que se planten correspondan a especies nativas, evitando en todo momento la inclusión de especies invasoras o exóticas
10. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que las actividades de pesca permitidas, donde quedará establecida la prohibición del procesamiento de los productos provenientes de la pesca
11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo colecta científica	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación al medio natural
12. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de fangos y limos en las aguas	La realización del proyecto se ha diseñado de manera que evite la alteración del ecosistema natural, limitándose únicamente a la superficie del camino ya existe y a zonas carentes de vegetación natural, de tal manera que este no comprometerá aguas superficiales o subterráneas, de tal manera que no se contempla la realización de dragados, es mediante la aplicación del ***Programa de vigilancia Ambiental y todos los programas ambientales*** que lo componen, que se vigilará y procurará la nula afectación a los cuerpos de aguas superficiales y sus lechos
13. Turismo	El proyecto es congruente con esta regla, debido a que la naturaleza del mismo es proveer de infraestructura a la dirección de la reserva para incentivar el **turismo de bajo impacto ambiental**

14. Usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar	Sólo se permitirá el buceo autónomo, durante la operación de proyecto se verificará que toda aquella persona con intención de realizar buceo autónomo, conozca y aplique los reglamentos vigentes que apliquen a su actividad, de lo contrario no se le permitirá el realizarla. Mediante la aplicación del ***programa de educación ambiental y buenas prácticas*** se dará cumplimiento con esta actividad
15. Utilizar almadraba, trampas de corazón, red de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón	Será mediante la aplicación del ***Programa de Vigilancia Ambiental y del programa de educación ambiental y buenas prácticas*** durante la operación, que se supervise que no se utilicen redes o técnicas que afecten a las poblaciones y ecosistemas acuáticos

Reglamento ANP

Regla 1. Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528 mil 147-66-80 hectáreas.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a todas las reglas aplicables al proyecto. Se realiza la vinculación con el Reglamento del Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.
Regla 2. La aplicación de las presentes Reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la CONANP, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	El promovente se compromete a dar cumplimiento a todas las reglas aplicables al proyecto. Se realiza la vinculación con el Reglamento del Programa de Manejo y se da cumplimiento a lo que este señala.
Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo Jeep® solo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de 10 minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora.	Durante la operación queda prohibida la utilización de vehículos todo terreno, así mismo se contará con la señalética e infraestructura del control velocidad necesaria para mantener la velocidad dentro de los límites permitidos
Regla 8. Las y los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.	Para dar cumplimiento a esta regla, se ha diseñado un **programa de manejo integral de los residuos**, dentro del cual se detallan los procesos a seguir para el correcto manejo de estos residuos, así mismo se señala que para la recolección de estos residuos se contratará a una empresa especializada y autorizada para brindar este servicio.

Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva, que requieran autorización, está obligada a presentarla cuantas veces le sea requerida en la Dirección de la Reserva y de la Profepa.	Las actividades que se realizarán requieren de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental emitida por SEMARNAT, la misma que se busca obtener por medio de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad Regional
Regla 10. En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico- recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e Pública Federal competentes, así como en situaciones de emergencia o contingencia ambiental, investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la Profepa y de otras dependencias de la Administración	Durante la operación queda prohibida la utilización de vehículos todo terreno, así mismo se contará con la señalética e infraestructura del control velocidad necesaria para mantener la velocidad dentro de los límites permitidos. Los vehículos que se dispondrán a renta serán sólo aquellos que autorice la dirección de la reserva para su utilización
Regla 11. En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos, excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.	Se dará cumplimiento a lo establecido en esta regla, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de **rescate y reubicación de Fauna**, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
Regla 12. En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.	Para dar cumplimiento a esta regla, dentro del apartado de Buenas Prácticas ambientales dentro del programa de vigilancia ambiental anexo, se establece la prohibición del uso de fuego en todas las etapas del proyecto
Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.	Se dará cumplimento a esta regla mediante la aplicación del **programa de manejo integral de los residuos**, dentro del cual se describen el manejo particularizado para cada tipo de residuo que se pueda presentar dentro de las etapas del proyecto, así mismo se manifiesta que la recolección de los residuos que se generen, serán recolectados y tratados por empresas especializadas y autorizadas para prestar estos servicios.
Regla 14. En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.	La necesidad de pavimentar con concreto el camino de terracería existente deriva de la necesidad de dotar de un camino resistente y duradero tanto a la reserva como a la localidad de Felipe Carrillo Puerto capaz de soportar el peso para el transporte de personas y mercancías hasta el mar, lo cual brindará de una solución efectiva a la logística del trasporte de recursos entre Felipe Carrillo Puerto y punta Allen. Para lo cual, en vista de cumplir en lo mayor posible con esta regla, el diseño del camino se enfocó en conservar los

	flujos hidrológicos (ver anexo estudio hidrodinámico)
Regla 16. Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.	Si bien durante los trabajos de preparación y construcción del proyecto no se utilizarán aparatos de sonido, se generará ruido producto de los trabajos de la maquinaria, para lo cual se han establecido estrategias para reducir al máximo las emisiones de ruido, las cuales se pueden verificar en el **programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria**, en el cual se establecen los límites de ruido permisibles para la operación de la maquinaria y **las buenas prácticas ambientales**, donde se establecen los horarios y temporalidad de actividad de la maquinaria en campo.
Regla 18. Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización	Se dará cumplimiento a lo establecido en esta regla, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño, captura o destrucción de la vida silvestre. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de rescate y reubicación de Fauna, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
Regla 25. Las edificaciones no excederán los dos niveles y los ocho metros de altura.	En cumplimiento a la presente regla, el diseño arquitectónico de las obras complementarias al proyecto principal (camino artesanal), las cuales son equipamiento turístico de bajo impacto se compone de estructuras de bajas y de un solo nivel.
Regla 34. Se requerirá autorización de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades:	Si bien el proyecto consiste de manera principal en el mantenimiento y la modernización del camino existente, contempla también la edificación de obras complementarias de giro turístico, sin embargo, la utilización y en su caso renta dependerá de la Dirección de la Reserva siendo esta la única administradora de esta infraestructura.
I. Actividades comerciales dentro de las Áreas Naturales Protegidas;	
II. Actividades turístico-recreativas dentro de las Áreas Naturales Protegidas, en todas sus modalidades, y	
III. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos, con fines comerciales en las Áreas Naturales Protegidas.	
Regla 37. Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas Unidades Administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables:	En cumplimento de la presente regla, el presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, con la que se busca obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental correspondiente a las actividades descritas en capítulo II de la misma.
V. Obras y actividades que requieren presentación de una manifestación de impacto ambiental, en todas sus modalidades;	

Regla 38. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades: II. Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los Artículos 18, primer párrafo, y 42, fracción I, de la Ley de Aguas Nacionales.	En cumplimiento a esta regla y en razón de que es necesaria la excavación de un pozo para el abastecimiento de agua potable para las secciones estación de distribución y playa, se realizarán todos los trámites necesarios para obtener la autorización para la excavación y aprovechamiento de las aguas subterráneas.
Regla 39. Se requerirá concesión del Ejecutivo Federal a través de la SEMARNAT para el uso, aprovechamiento o explotación de una superficie de playa o Zona Federal Marítimo Terrestre o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.	En cumplimiento a esta regla, mediante la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se busca obtener la autorización en materia de impacto ambiental para realizar las obras descritas en el capítulo II del mismo, donde entre ellas se encuentra la edificación de obras complementarias que quedarán a disposición de la Dirección de la Reserva, entre las cuales se encuentra una estación en la playa del Vigía el Chico, así como el sendero hacia el muelle.
Regla 40. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere en el presente capítulo, la o el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y para brindar transparencia y certeza jurídica a los particulares se podrá consultar el Registro Federal de Trámites y Servicios a cargo de la Secretaría de Economía, en la página www. cofemer.gob.mx.	En apego a esta regla se hace de manifiesto que, el promovente es consciente de todos los requisitos y obligaciones a seguir en relación a la obtención de prorrogas y autorizaciones
Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado deberá cumplir con los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana Nom-001- Semarnat-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales, la Norma Oficial Mexicana Nom-001-Conagua-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad- Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y solo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos	En cumplimiento a la presente regla, se hace de manifiesto que, no existirán descargas de aguas residuales al suelo natural, o aguas superficiales, toda vez que, durante las etapas de preparación y construcción se contratará el servicio de baños portátiles, del cual la empresa contratista será la encargada de recolectar los residuos sanitarios y transportarlos a una planta de tratamiento dentro del estado, así mismo durante la operación se dispondrá de dos plantas de tratamiento las cuales sanearán bajo los parámetros de la NOM-001-CONAGUA-2011 las aguas residuales sanitarias, dichas aguas se utilizarán en el riego de las áreas verdes dentro de las instalaciones de las obras complementarias al camino, mientras que el excedente será trasladado mediante pipas de gua a otros proyecto que la requieran.

Regla 74. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico de cuerpos de agua ubicados en las Zonas de Amortiguamiento de la Reserva requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la Norma Oficial Mexicana Nom-003-CNA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación acuíferos.	En cumplimiento a esta regla y en razón de que es necesaria la excavación de un pozo para el abastecimiento de agua potable para las secciones estación de distribución y playa, se realizarán todos los trámites necesarios para obtener la autorización para la excavación y aprovechamiento de las aguas subterráneas.
Regla 77. En la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM3) Bahías de la Ascensión polígonos 3 y 4, Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR 1) polígonos 1 y 2, y en la Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2) solo se podrán realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas, sin rebasar la capacidad de carga de 140 embarcaciones para las subzonas y los polígonos señalados.	Se dará cumplimiento a esta regla en todo momento
Regla 78. La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general requieren previo a su realización la autorización en materia de impacto ambiental a que hace referencia el Artículo 28, fracciones I y XI, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad a lo dispuesto en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	En cumplimento de la presente regla, el presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, con la que se busca obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental correspondiente a las actividades descritas en capítulo II de la misma.
Regla 81. Dentro de la Reserva queda expresamente prohibido	
I. Ejecutar de obras públicas o privadas dentro de las Zonas Núcleo.	En cumplimiento a la presente regla, todas las obras contempladas se ubican fuera de las zonas núcleo, particularmente dentro de las subzonas Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1) y Caapechén-Boca Paila (SASM1), Tampalam-Pulticub (SASM2) y Bahías de La Ascensión y del Espíritu Santo (SASM3).
II. Colectar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de las Zonas Núcleo.	No se realizarán actividades dentro de las zonas núcleo, así mismo el proyecto no contempla el cambio de uso de suelo, por tal motivo se promoverá en todo momento la no afectación de la flora silvestre nativa.
III. Cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las Zonas Núcleo.	Se dará cumplimiento a lo establecido en esta regla, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de **rescate y reubicación de Fauna**, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
IV. Cazar y capturar las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero.	

Regla 84. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA y sus reglamentos, así como en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal y demás disposiciones legales aplicables.	En cumplimiento a esta regla se hace de manifiesto que el promovente es consciente de todas las responsabilidades administrativas y legales adquiridas por el desarrollo del proyecto.

Por lo anteriormente expuesto, se afirma que el proyecto en comento es congruente y da cumplimiento a las disposiciones y restricciones que establece el Programa de Manejo de la RBSK, ya que no se realizaran actividades de agricultura, no se alterara o destruirá por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres, no se realizara la apertura de bancos de material, no se llevara a cabo aprovechamiento forestal maderable, no se realizara extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica, no se realizaran actividades de ganadería, ni se interrumpirá, dragará, rellenará, desecará o desviarán los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, no se introducirán ejemplares o poblaciones exóticas invasoras, no se limpiarán, procesarán o tirarán productos provenientes de actividades pesqueras, no se removerá o extraerá material mineral y arena, no se usarán cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua, usar equipo de buceo autónomo, compresor y hooka para pescar, no se utilizarán vehículos tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Así mismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de velocidad de los 40 kilómetros por hora, y lo más importante no se llevará a cabo la apertura de nuevos senderos, brechas o caminos; ya que las actividades de rehabilitación y modernización se llevarán a cabo dentro del camino artesanal ya existente, así como, las instalaciones de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante) se instalaran en áreas degradas sin vegetación.

Con esto se considera que él proyecto es acorde con los objetivos de protección de la zona pues su área de afectación es reducida y la modernización se realizará sobre el trazo del camino existente y en operación, así como las obras complementarias al mismo se realizara en áreas degradas sin vegetación además de que se definieron medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales eficaces y factibles de llevar a cabo.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

Las NOM son una herramienta que permite a la autoridad ambiental establecer requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán de observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas para el aprovechamiento de los recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos. Asimismo, las NOM desempeñan un papel esencial en la generación de una atmósfera de certidumbre jurídica y promueven el cambio tecnológico con la finalidad de lograr una protección más eficiente del medio ambiente.

Para el presente proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas actividades del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación misma, identificando las NOM de SEMARNAT que inciden en la regulación de dichas obras o actividades.

Contaminación atmosférica, contaminación al suelo, generación de residuos peligrosos, ruido, afectación a la flora y fauna, etcétera. Para minimizar las afectaciones al sistema, se deben considerar las disposiciones y lineamientos establecidos en las normas oficiales mexicanas, con base en la vinculación que tienen algunas de ellas con el proyecto. A continuación, presenta una lista enunciativa, mas no restrictiva, de normas aplicables y dicha vinculación:

Tabla 9. Normas Oficiales Mexicanas, aplicables al proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales.	Las descargas municipales dependiendo de la mayor carga de cumplimiento expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) o sólidos suspendidos totales según las cargas de contaminantes manifestadas en el permiso de descarga a la empresa especializada de sanitarios portátil es presentada a la Comisión Nacional del Agua.	La Contratista será la responsable de la realización de la obra en conjunto con la empresa que otorgue el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles.	No se verterá ningún tipo de desecho derivada de la operación del Proyecto, ya que se instalarán sanitarios móviles los cuales habrá uno por cada doce trabajadores. Para ello se contratará a una empresa especializada en manejo, tratamiento y disposición adecuada, que cuente con las autorizaciones correspondientes ante la SEMARNAT, vigentes.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos tales como, grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.	La Contratista en los talleres y patios de trabajo a su responsabilidad. La maquinaria y vehículos de empresas contratistas que realicen un mantenimiento preventivo y correctivo de los motores dentro de la zona de estudio.	La promovente y la empresa constructora no depositarán en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes. Para ello se contratará a una empresa especializada en manejo, traslado y disposición adecuada de residuos peligrosos, que expida manifiestos de los residuos y cuente con las autorizaciones correspondientes ante la SEMARNAT, vigentes. Además, construirá un Almacén Temporal de

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
			Residuos Peligrosos cercano a su taller y patio de maniobra con la finalidad de contener temporalmente dichos residuos.
NOM-022-SEMARNAT-2003. Que Establece las especificaciones que regulan el aprovechamiento sustentable en zonas de humedales costeros para prevenir su deterioro fomentando su conservación y en su caso su restauración	Es de observancia obligatoria para todo usuario en la cuenca hidrológica dentro del plan global de manejo de la cuenca hidrológica. Es de observancia obligatoria para las personas físicas y morales nacionales y extranjeras que pretendan llevar a cabo cualquier tipo de actividades en los humedales costeros mexicanos.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizarán las obras de infraestructura de arquitectura palafítica para turismo de bajo impacto en la zona de la Playa del Vigía el Chico.	El diseño del proyecto no consideró la remoción de vegetación de manglar para dar paso a la infraestructura situada en la zona de la playa del vigía el chico, en su lugar se removieron elementos correspondientes a la especie exótica palma de coco (*Cocos nucifera*), existentes en el sitio, así mismo las edificaciones de esta área se realizan de manera palafítica construida sobre pilotes con el fin de evitar la intervención a los flujos hidrológicos, así mismo mediante la aplicación del **Programa de vigilancia ambiental y programas específicos**, se prevendrán afectaciones a las poblaciones y hábitats de los humedales presentes en el área, será particularmente con la aplicación del **programa de manejo integral de los residuos** que se prevendrá la contaminación al suelo y a los cuerpos de agua superficiales y subterráneas. Así mismo con la aplicación del **programa de ahuyentamiento y rescate de fauna** se prevendrá la afectación a las poblaciones faunísticas del sitio, a la par, con la aplicación del **programa de conservación de suelo y agua y la construción de las obras de**

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
			drenaje pluvial prevendrán afectaciones a los flujos de escurrimientos pluviales dentro del trazo del proyecto y la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.
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.	Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustibles, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno, así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Se requerirá que los vehículos que se utilizan dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
	carbono y el Factor Lambda.		
NOM-044-SEMARNAT-2017. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano (HCNM), hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+ NOx), partículas (Part), e incluso de amoniaco (NH3), conforme a lo especificado en las Tablas 1, 2, 3 y 4 de la presente norma oficial mexicana; todos ellos, contaminantes provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Se requerirá que los vehículos que utilizan diésel como combustible que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores, dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.
NOM-045-SEMARNAT-2017. 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.	Se establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método	La empresa constructora y La Promovente deberán realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Los vehículos que se utilizan en el Proyecto deberán dar cumplimiento a esta norma, por lo cual se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares sin rebasar los niveles máximos permisibles.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
	de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Es de observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, así como de los responsables de los centros de verificación vehicular. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.		
NOM-080- SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	La exposición a emisión de rudo proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar de ser humano produciendo daño en la audición.	La empresa constructora responsable de la utilización de equipo y maquinaria pesada.	Se realizará el monitoreo de la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se excedan los limites máximo permisibles que establece la norma respectiva.
NOM-081-SEMARNAT1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades siguiente: Un reconocimiento inicial; una medición de campo; un procesamiento de datos de medición y; la elaboración de un informe de medición.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión en el Proyecto.	Los niveles de ruido esperados estarán dentro del rango de cumplimiento de la Tabla 1 para la NOM-081-SEMARNAT-1994. En todo caso, el contratista deberá vigilar y mantener en buen funcionamiento de los equipos dentro de plantas de asfalto ya que esta es una fuente fija para utilizar. En caso de exceder los valores permisibles se indicarán las adecuaciones

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
			que emplee para corregir dichas excedencias.
NOM-138-SEMARNAT//SS-2003 Su objetivo es establecer los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión en el Proyecto.	Se verificarán que los transportes utilizados en la modernización de camino artesanal “Puerta al Mar” de Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), no tengan fuga y en caso de derrame accidental, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo con la NOM-138-SEMARNAT/SS2003. Bajo supervisión del promovente, el contratista llevara a cabo un programa de restauración y conservación de suelo donde se establecen medidas de mitigación o preventivas.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos (latas vacías con algún contenido de pintura, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de	La empresa constructora debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato con una empresa especializada en el manejo y tratamiento y disposición final de	Contar con un programa integral de manejo de residuos peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal, identificación, etiquetado y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
	grasas) se manejaran residuos peligrosos conforme a la norma.	los residuos peligrosos.	Promovente, deberá exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición finalizada, así como la copia del contrato celebrado cuando la autoridad ambiental así lo solicite.
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	La norma establece el listado de especies en alguna categoría de protección y los procedimientos para modificar el listado.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión en el Proyecto.	Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de Flora y Fauna. Con las medidas listadas dentro del presente documento, se mitigarán y compensarán su afectación, con el fin de prevenir, controlar y minimizar impactos adversos.

- **REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD**

- ***Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves***

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

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997.

Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó una base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos de todas las áreas que fueron nominadas, se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en su sistema de información geográfica.

El Proyecto se encuentra ubicado dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves 179, Sian Ka' an.

AICA 179 Categoría G – 2
SIAN KA' AN
Jorge Correa Sandoval, Mauro Berlanga Cano, Carmen Pozo de la Tijera, Barbara Mckinnon y Alejandro De Alba Bocanegra.

Descripción

La reserva de la Biosfera de Sian Ka' an se localiza en la parte oriental de la Península de Yucatán, en la costa del estado de Quintana Roo, muy cerca del poblado Carrillo Puerto. Tiene una superficie de 567, 755 ha y su rango altitudinal es del nivel del mar a 10 msnm. No existen ríos superficiales ya que el agua que recibe se filtra rápidamente. La vegetación de la zona es muy variada e incluye lagunas costeras y cayos. La reserva abarca alrededor de 23 sitios arqueológicos de las épocas clásica y postclásica de la cultura maya.

Vegetación: Selvas medianas en un gradiente hacia el mar pasando a selvas inundables, pantanos de agua dulce y salobre, lagunas costeras, cayos y petenes.

Amenazas: Huracanes, turismo y deforestación.

Uso de la tierra: Conservación y turismo.

Tenencia de la tierra: Privada y federal.

Justificación

La zona se considera Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO. Es de gran importancia para las aves de selva y acuáticas. Además existe otro tipo de fauna en el área como son *Felis concolor, Leopardus pardalis, Tapirus bairdii, Atelesgeoffroyi y Chelonia mydas*.

El total de aves registradas es de 338 especies (López-Ornat, 1990; Correa, en prep.), de las cuales 63% son residentes, 22% de invierno, 11% transitorias, 3% ocasionales y 1% residentes de verano. Se considera una zona importante para llevar a cabo estudios sobre la dinámica de los humedales en buen estado de conservación. Una de las especies presentes en el área, *Agriocharis ocellata*, se considera casi amenazada a nivel global (Collar, et al. 1994) y *Sterna antillarum* en peligro de extinción según ICBP.

Algunas se incluyen en la NOM-ECOL-059 (Sedesol, 1994): *Mycteria americana, Geranospiza caerulescens, Jabirú mycteria, Penelope purpurascens y Egretta rufescens,* entre otras. Se considera G-2 por las siguientes especies endémicas de Mesoamérica: *Piranga roseogularis, Amazona xantholora, Cyanocorax yucatanicus, Nyctiphrynus yucatanicus, Agriocharis ocellata, Amazilia yucatanensis y Melanoptila glahnrostris*.

Acciones de Conservación
Se trata de una Reserva de la Biosfera con decreto del 20 de enero de 1986. Amigos de Sian Ka'an es una asociación civil cuyo fin es la protección del patrimonio natural de Quintana Roo, así como

convertir el proyecto de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en un ejemplo de conservación y uso racional de recursos naturales en México, llevan a cabo proyectos de monitoreo y programas de desarrollo sustentable para las comunidades de la reserva. También personal de Ecosur, Unidad Chetumal, realizan investigación en el sitio (monitoreo de corales, murciélagos aves, pesquería de langostas).



Figura 0.5: Localización del Proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA´s).

Vinculación

En lo que corresponde a rehabilitación de caminos, en la descripción de la ficha de la AICA no se presenta mayor especificación. Evidentemente se puede ocasionar impactos considerables, especialmente cuando se trata de una zona de relieve complejo, se encuentran ecosistemas con variados grados de conservación y numerosas especies endémicas y de interés para la conservación. En el caso específico del proyecto, los motivos de preocupación no desaparecen, pero se disminuyen al considerar que se trata de la modernización del camino artesanal "Puerta al Mar" existente e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), que se construirán en áreas degradas sin vegetación, por lo cual se establecen las acciones y programas de mitigación y la comparación de escenarios ambientales regionales descritos dentro del presente documento, que permite establecer que es preferente el desarrollar el proyecto y ejecutar las medidas de mitigación.

Regiones Terrestres Prioritarias

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

De acuerdo a lo señalado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de este organismo, el cual se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Al respecto, la CONABIO ha identificado Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP, ámbitos costeros y oceánicos).

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

Por su ubicación, el proyecto se encuentra en algunas regiones prioritarias, tal y como se puede observar en la siguiente imagen, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del mismo no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para realizar proyectos. No obstante, la designación de un sitio como una región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

Las Regiones Terrestres Prioritarias, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

El sitio donde se ubica el proyecto se localiza dentro de Región Terrestre Prioritaria de Sian Ka'an - Uaymi L-Xcalak. Esta RTP ocupa una superficie de 665262.2926 ha, es definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación y en la Región Terrestre Prioritaria Zonas forestales de Quintana Roo. Esta RTP ocupa una superficie de 1787748.0231 ha, fue considerada como tal en virtud de poseer las masas forestales continuas y bajo manejo probablemente de mayor importancia del México tropical.

Región Terrestre Prioritaria de Sian Ka'an - Uaymi L-Xcalak

A. Ubicación Geográfica

Coordenadas extremas: Latitud N: 18° 10' 48'' a 20° 07' 12''
Longitud W: 87° 24' 36'' a 88° 07' 48''
Entidades: Quintana Roo.
Municipios: Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco.
Localidades de referencia: Chetumal, QR; Felipe Carrillo Puerto, QR; Tulum, Q. Roo; Limones, QR; Xcalki, QR

B. Superficie

Superficie: 6,808 km2
Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km2)

C. Características Generales

Región definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Existe un alto nivel de conocimiento. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal. Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice.

D. Aspectos Antropogénicos

Problemática ambiental:
Existen problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera.

E. Conservación
Valor para la conservación:
Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: 3 (alto) Establecimiento de ANP como Sian Ka'an y Uaymil.
Importancia de los servicios ambientales: 2 (medio) Turísmo y pesca de langosta deportiva.
Presencia de grupos organizados: 3 (alto)



Figura 0.6: Localización del Proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

VINCULACIÓN: Tal como se menciona de la presente RTP, Al respecto se hace mención que el proyecto no prevé la realización de actividades que impliquen el aprovechamiento forestal en la zona, la modernización del camino se apegará al trazo del camino existente por lo que, se minimiza el retiro de vegetación forestal necesario, la cual sólo se realizará en el trazo fuera del polígono de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en sobre un área de **1.54847 ha**, correspondiente a estación de transferencia y una sección del camino pavimentado.

Región Hidrológica Prioritaria

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales coordinados por la CONABIO. Este programa contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, The David and Lucile Packard Foundation, The United States Agency for

International Development, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el fondo Mundial para la Naturaleza.

Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1 000 000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El Proyecto en comento se encuentra ubicado dentro de las Regiones Hidrológicas Prioritarias, RHP-108 Sian Ka'an, Se deben contemplar acciones para coadyuvar a la restaurar de la vegetación, a frenar la contaminación de acuíferos y a dar tratamiento a las aguas residuales.

Regiones Hidrológicas Prioritarias, RHP- 108 Sian Ka'an

Estado(s): Quintana Roo Extensión: 5,517.15 km2

Polígono: Latitud 20°07'48'' - 18°54'00'' N
Longitud 88°16'12'' - 87°24'36'' W

Recursos hídricos principales
lénticos: laguna Chunyaxche, cenotes, lagunas costeras, lagos, humedales, marismas
lóticos: canales, ríos subterráneos
Limnología básica: ND
Geología/Edafología: Geológicamente la zona está constituida por calizas granulosas, llamadas sascab, que no se han mineralizado. Placa Maya este con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha. Suelos tipo Gleysol, Zolonchak, Litosol y Rendzinas.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1300-2000 mm. Elevación máxima de 10 msnm.

Principales poblados: Punta Herrero, Punta Allen, Felipe Carrillo Puerto, Chunyaxchem, Muyil, Uaymil, Chumpón, Vigía Chico, Tres Reyes

Actividad económica principal: turismo, agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca deportiva y pesquerías de langosta, sábalo, robalo, pargos y langostino

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia o selva baja inundable, manglar, tintal, vegetación de dunas costeras, palmar inundable y sabana.

Aspectos económicos: pesquerías de sábalo, huachinango, mero, tiburón, robalo, pargos, langosta espinosa Panulirus argus, el crustáceo Macrobrachium acanthurus y el cangrejo moro Menippe mercenaria. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande; pesca deportiva.

Problemática:
- Modificación del entorno: desarrollos turísticos desordenados.
- Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
- Uso de recursos: introducción de tilapia Oreochromis mossambicus. Manejo inadecuado de pesquerías de langosta. Uso de trampas no selectivas.

Conservación: preocupan la introducción de especies exóticas, problemas de ordenamiento, de desarrollo turístico y los incendios provocados. La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional. Está considerada un humedal prioritario por la North American Wetlands Conservation Council. Comprende la Reserva de la Biosfera Sian Ka' an y el Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil.

VINCULACIÓN: Tal como se menciona de la presente RHP, Al respecto se hace mención que el proyecto no prevé la realización de actividades que impliquen el aprovechamiento de recursos hídricos, al considerar que se trata de la modernización del camino existente, y dichas actividades tienden a distribuirse en el trazo actual e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), sore áreas degradas sin vegetación, por lo que el proyecto dará cumplimiento cabal a las normas oficiales mexicanas en materia de agua y desechos sólidos.

Con respecto a los residuos sólidos, el Proyecto considera un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establece las acciones que se deberán seguir para el correcto almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen. De este modo se aclara que el Proyecto no contribuirá a la contaminación en la RHP debido a que realizará un adecuado manejo de sus aguas residuales generadas y de sus residuos sólidos. Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en dicha Región, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación que y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona.



Figura 0.7. Localización del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Región Marina Prioritaria RMP.

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación.

Estas son áreas designadas por contener ecosistemas de importancia crítica, ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de distribución amplia y al mismo tiempo son sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias.

Posteriormente se elaboraron las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como

el consenso generado por los participantes al taller respecto de la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

Se llevó al cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan, considerando la información generada durante el taller. Es indispensable señalar que esta clasificación se hizo tomando como base la evaluación que realizaron los participantes al taller, utilizando los criterios de evaluación para cada una de las áreas.

Posteriormente, los valores así asignados fueron analizados por medio de un análisis de conglomerados, lo que dio como resultado 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores.

La delimitación de estos Sitios constituye un avance con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), debido principalmente a que se realizó una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios costeros y oceánicos en comparación con las RMP que son áreas generalizadas.

El Proyecto en comento se encuentra ubicado dentro de las Regiones Marinas Prioritarias, RMP- 65 Sian Ka’an.

Región Marina Prioritaria 65. SIAN KA’AN

Estado(s): Quintana Roo

Polígono: Latitud. 20°08'24 a 18°50'24'' | Longitud. 88°00'36'' a 87°21'

Extensión: 5 147 km2

Clima: cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha.

Descripción: lagunas, pastos marinos, bahías, playas, arrecifes, dunas.

Oceanografía: predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, tortugas aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas

(Chelonia mydas, caguama) y aves migratorias. Abundancia y rareza de moluscos (Strombus gigas), crustáceos (Panulirus argus).

Aspectos económicos: zona pesquera (tiburón y langosta) de tres cooperativas. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande. Desarrollos turísticos costeros.

Problemática
Modificación del entorno: daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.
Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre el coral negro y tiburón. Cocodrilos, tortugas y manatí en peligro. Uso de trampas no selectivas.

Conservación: la zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional.

Asimismo, se señala que la única amenaza real para la ficodiversidad caribeña es la destrucción de hábitats. En tal virtud, a través de la planeación y diseño del Proyecto, así como las medidas propuestas; no se considera bajo ninguna óptica que existirá una destrucción de hábitats.

Al respecto, es importante señalar que el Proyecto no representa un incremento a asentamientos humanos y no contempla un aumento a las descargas urbanas

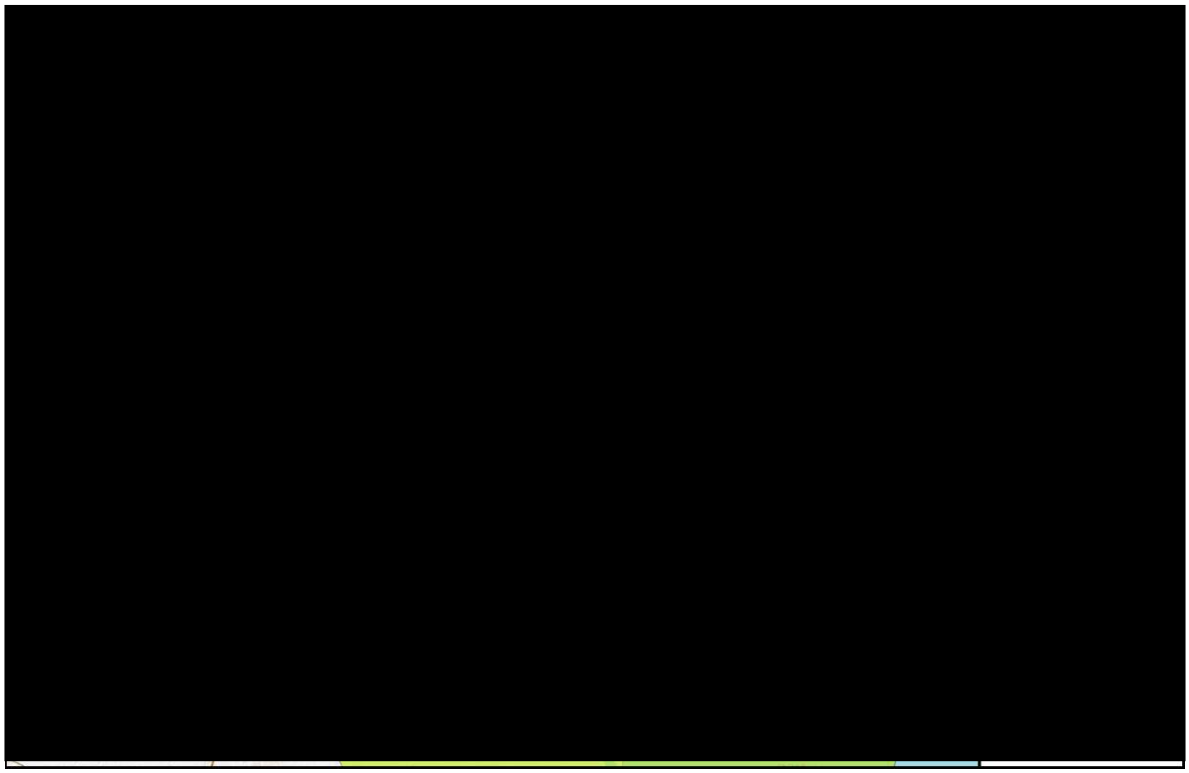


Figura 0.8. Localización del Proyecto respecto a las Regiones Marítimas Prioritarias (RMP).

Sitios Ramsar

Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR). Se firmó en Ramsar, Irán, en 1971 y entró en vigor en 1975 siendo el único convenio medioambiental que se ocupa de un ecosistema específico.

De acuerdo con este instrumento, las Partes Contratantes designan humedales idóneos de sus territorios para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional. Estos pueden ser designados con base en su población de peces, en su población de aves acuáticas, por su característica de humedales subterráneos, con base en su flora y en las características específicas de vegetación (turberas de vegetal carbonizado), también incluye superficies artificiales cubiertas de agua, ya sean permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas y extensiones de agua marina cuya profundidad en mÁrea baja no exceda de seis metros.

Las Partes Contratantes se obligan a buscar mantener las características ecológicas de los sitios y darán monitoreo a los humedales produciendo mapas y fichas informativas sobre éstos para describir y determinar sus características ecológicas. Este monitoreo se actualiza cada seis años (cada dos reuniones de la Conferencia), revisándose así los datos proporcionados. Para tal fin, existe un “Procedimiento de Orientación para la Gestión” dentro del Convenio.

En el Estado de Quintana Roo se tienen 13 sitios que entran dentro del Convenio de Humedales RAMSAR, sin embargo, el proyecto se ubica dentro del sitio Sian Ka’an, con número RAMSAR 1329 de fecha 27 de noviembre de 2003. Se trata de un humedal marino costero con una superficie de 652,193 hectáreas, cuyas características principales es que se ubica en una planicie kárstica costera parcialmente emergida, la cual forma parte de un extenso sistema de arrecife de barrera a lo largo de la costa norte de Centroamérica. Gran parte de la Reserva incluye una zona de reciente origen (pleistoceno), la cual aún se encuentra en un estado de transición con dos grandes bahías de aguas someras, marismas, manglares y selvas inundables.

Nombre del sitio Ramsar: Sian Ka’an

Coordenadas geográficas:
(latitud / longitud): 19º 05’ - 20º 06’ N y 87º 30’ - 87º 58’ W

Ubicación general:
Porción oriental de la Península de Yucatán y Mar Caribe, en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo, México. Se estima una población de 1,000 habitantes al interior del humedal. Existen 2 pequeñas comunidades (Col. Javier Rojo Gómez, Punta Allen) y Punta Herrero, y un campamento pesquero (María Elena) asentados en el área. Ciudades y pueblos en el Área de Influencia: Felipe Carrillo Puerto ubicado a 40 Km. al poniente del humedal y Tulum ubicado a 10 Km. al norte del humedal.

Área: (en hectáreas)
Sian Ka’an posee una superficie de 652,193 ha que comprende a la Reserva de la Biosfera Sian Ka’an (528,148 ha), Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka’an (34,927 ha) y el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil (89,118 ha).

Vinculación con los criterios de selección

Criterio	Descripción	Aplicación	Vinculación
1	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.	Se ubicó a la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, entre los 39 sitios con mayor valor en recursos de humedales y zonas marinas, por contener 4 de las 6 categorías evaluadas las cuales se refieren a: • Por contener valores en humedales de agua dulce. • Por contener el componente de recursos marino-costeros. • Por contener recursos de manglares. • Por contener arrecifes de coral.	El proyecto cumplirá con el respeto y la protección a estos criterios de selección mediante la aplicación del **Programa de Vigilancia ambiental y programas específicos** que lo componen, particularmente será mediante los **programas de Rescate de flora y fauna** que si bien, las actividades de cambio de uso de suelo no se llevarán dentro del polígono de la ANP, estos programas prevendrán cualquier interacción que pudiera llegar con las especies y poblaciones dentro de la reserva, particularmente la aplicación del **programa de Ahuyentamiento y rescate de fauna** dotará de los mecanismos de protección necesarios a las especies faunísticas durante los procesos de preparación y construcción del proyecto, así mismo, la aplicación del **programa de manejo integral de los residuos** brindará los procedimientos necesarios para evitar la contaminación del suelo y el agua dentro y fuera del área de la reserva previniendo cualquier afectación a los humedales y cuerpos de agua superficiales y subterráneos en toda el área de influencia del proyecto durante todas las etapas del proyecto incluida la operación y el mantenimiento. De la misma manera la aplicación del **programa de conservación de suelo y agua** y la construcción de las obras de drenaje pluvial prevendrán afectaciones a los flujos de escurrimientos pluviales dentro del trazo del proyecto y la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

2	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.	Especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción: Palmas chit (*Thrinax radiata*), nakax (*Coccothrinax readii*), tasiste (*Acoelorraphe wrightii*)y kuka (*Pseudophoenix sargentii*), despeinada (*Beaucarnea ameliae*) (NOM 059). Especies de animales amenazadas o en peligro de extinción: Aves: Pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), espátula rosa (*Ajaia ajaja*), flamenco rosa (*Phoeniconterus ruber*), Bobo (*Sula leucogaster*) Jabirú (*Jabiru mycteria*). Reptiles: Tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). Mamíferos: Jaguar (*Panthera onca*), puma (*Felis concolor*), ocelote, (*F. pardalis*), tigrillo (*F. weidii*), leoncillo (*F. yagouaroundi*), tapir (*Tapirus bardii*), mono saraguato (*Alouatta pigra*), jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), manatí (*Trichechus manatus*) y el cachalote (*Physeter catodon*) (NOM 059).	Será mediante la aplicación de los programas de: **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059- SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.) Que se brindará protección directa a las especies de flora y fauna presentes dentro del trazo de las áreas que componen el proyecto. Así también con la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** se dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

3	Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.	Los inventarios de flora y fauna resaltan por sí solos el valor biológico, así como también los recientes descubrimientos de más de 20 especies de insectos nuevos para la ciencia, dos de ellos llevan ya el nombre de Sian Ka'an.	El proyecto representa una vía de acceso y desplazamiento ágil y seguro dentro del área de la reserva que entre los beneficios que traerá no sólo se encuentran los económicos por atracción de un mayor volumen de visitantes eh incremento del turismo de bajo impacto, sino que, volverá más eficientes los recorridos de vigilancia por parte del personal de la reserva y servirá para mejorar los trabajos de investigación y monitoreo de las poblaciones de flora y fauna existentes. Así mismo será mediante la aplicación de los programas de: **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica) **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** (enfocado a la protección y conservación de especies incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059- SEMARNAT-2010, las endémicas, las de lento desplazamiento y las de hábitos fosoriales o cavadores. Incluye acciones de ahuyentado de fauna y rescate de madrigueras y nidos activos.) Que se brindará protección directa a las especies de flora y fauna presentes dentro del trazo de las áreas que componen el proyecto. Así también con la aplicación del **programa de educación ambiental y buenas prácticas** se dotará de capacitación constante en materia de conservación y protección del ambiente al personal encargado de las obras, así mismo aportará letreros y señalética referente a la protección del medio y reglas de la reserva para que sean observados por los visitantes a la misma.

Descripción general/resumida:

Sian Ka'an se ubica en una planicie kárstica costera parcialmente emergida, la cual forma parte de un extenso sistema de arrecife de barrera a lo largo de la costa norte de Centroamérica. Gran parte de la Reserva incluye una zona de reciente origen (pleistoceno), la cual aún se encuentra en un estado de transición con dos grandes bahías de aguas someras, marismas, manglares y selvas inundables.

Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

Dentro del sitio Ramsar:

ECOSISTEMAS/ PROCESOS	USOS SOCIOECO-NOMICOS	AMENAZAS ANTROPOGENICAS	PRINCIPALES ACCIONES DE MANEJO
Ambientes Marinos y Lacustres	Pesca Comercial	Sobreexplotación de especies comerciales	. Vigilancia . Educación Ambiental . Investigación pesquera
	Pesca Deportiva Turismo y Recreación	Disminución Poblaciones de especies de importancia turística. Impactos Ambientales	. Registros Estadísticos . Regulariza. de actividades Turísticas. . Monitoreo y Cap. de Carga . Educación Ambiental
Playas/ Dunas Costeras	Turismo Vivienda	Incremento de actividad y desarrollo turístico sin regulación. Irregularidad en la tenencia de la tierra y falta de seguridad jurídica sobre bienes nacionales.	Control de accesos . Actividades de Inspección. . Regularización del Uso Público . Ordenamiento Ecológico . Monitoreo y Cap. de Carga . Difusión . Regul. Tenencia de la Tierra . Dotación de Infraestructura . Turística.
Playas/ Dunas Costeras		Invasión de especies vegetales exóticas.	. Combate . Difusión . Educación Ambiental
Pantanos, marismas, manglares	Turismo	Incremento de actividades turísticas sin regulación. Invasión especies vegetales exóticas.	. Vigilancia . Planeación y Cap. de Carga . Monitoreo de Impactos . Especies exóticas (idem ant.)
Selvas bajas inundables y sistemas kársticos	Caza furtiva y Extracción de Recursos forestales.	Incendios forestales. Disminución de la población de especies de interés de auto-consumo y comercial.	. Vigilancia . Prev. y Comb. Incendios Forestales . Educación Ambiental. . Investigación y promoción de alternativas de desarrollo de la población Local
	Indefinición de límites ejidales y terrenos nacionales	Aprovechamientos forestales	. Deslinde y Amojonamiento . Irregularidad en la Tenencia de la tierra

Al respecto se hace mención que el proyecto incide en el sitio Ramsar: Sian Ka'an durante los trabajos de la modernización del camino artesanal Felipe Carrillo Puerto-Vigía Chico e instalación de infraestructura turística de bajo impacto (glorieta con acceso a bahía de ascenso y descenso, estacionamiento de carros de golf, bicicletas y motos, granja fotovoltaica, planta de tratamiento de aguas residuales, perforación de pozo profundo y rehabilitación de los faros existentes, obras sobre pilotes como módulo de sanitarios, habilitación de playa pública con palapas, restaurante), en todo momento se tendrá cuidado, para no interferir con el sistema de humedales existente, además de no afectar especies de flora y fauna o bien no causar ningún desequilibrio ecológico por contaminación o disposición inadecuada de residuos sólidos o líquidos peligrosos o no peligrosos.

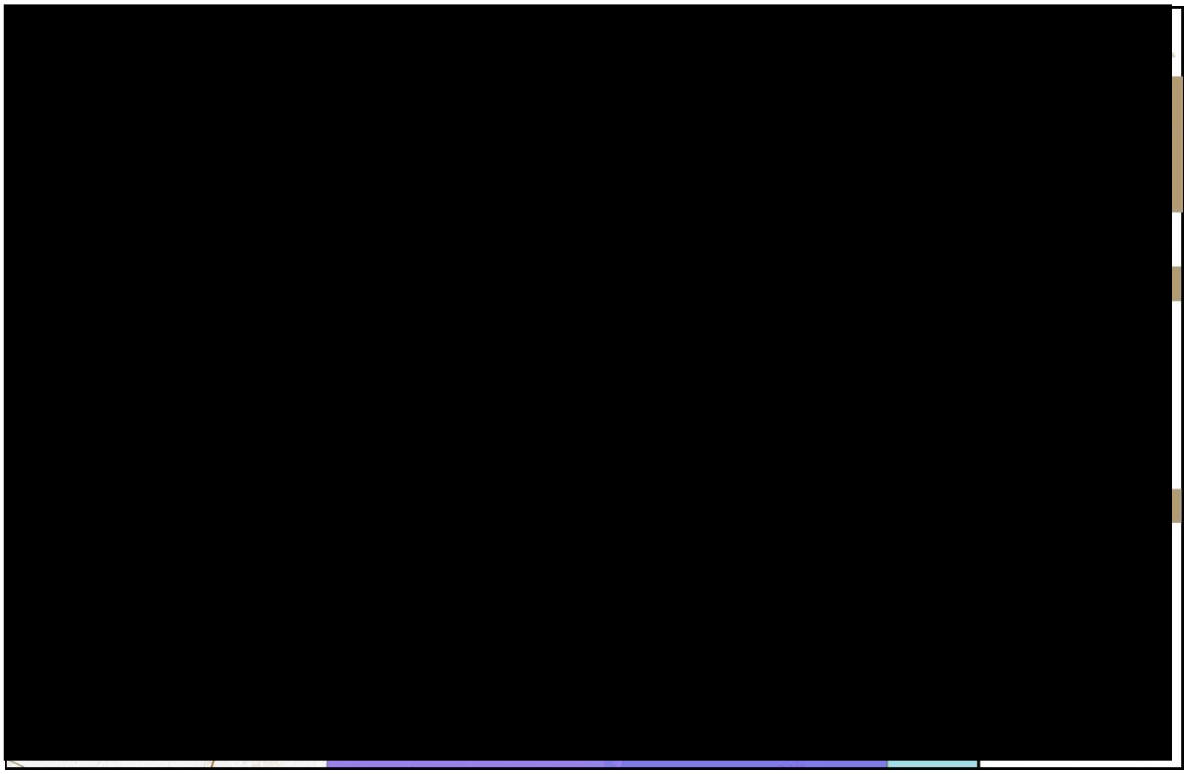


Figura 0.9. Localización del Proyecto respecto a los sitios RAMSAR

CAPITULO 4. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

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

Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental (SAR)

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

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

Esta metodología permite ver cada uno de los argumentos que delimitarán al SAR de manera gráfica junto con la explicación de cada uno de ellos, arrojando al final una serie de capas que se pueden sobre poner y generar un área definida con todos los argumentos desarrollados. El utilizar los planos donde se muestren los criterios de delimitación de SAR permite ir visualizando el área sobre el cual tendrá el proyecto injerencia y a su vez validan la evaluación de los impactos ambientales.

Delimitacion del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Una vez evaluados los criterios básicos y específicos del proyecto es posible generar el SAR, del cual partirá la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación propuestas. Esta Sistema es el conjunto de los elementos bióticos, abióticos y sociales en los cuales tendrá injerencia el proyecto.

La figura siguiente muestra la delimitación del Sistema Ambiental Regional con la interacción de las capas de los criterios tomados y su posible relación entre sí.

Dicho polígono (SAR) se definió únicamente tomando las microcuencas Felipe Carrillo Puerto y Javier Rojo Gomez. El polígono cuenta con una superficie de **214,289.61 ha.**



Figura 12. Sistema Ambiental Regional (SAR)

ASPECTOS ABIÓTICOS

Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por (García, 1981), el subtipo de clima predominante en el SAR es cálido subhúmedo $Aw_1(x')$, en un 65.68 % y con una extensión de distribución menor el Cálido subhúmedo $Aw_2(x')$.

Estos tipos de climas se clasifica dentro del Grupo A en la modificación de Enriqueta García (2004); el Grupo A se caracteriza por presentar una temperatura media anual de entre 22.0°C y 26.0°C, y una temperatura media del mes más frío mayor de 18.0°C. Dentro del tipo climático Aw1 corresponde al subtipo cálido subhúmedo intermedio Aw2, clima cálido subhúmedo con lluvias en verano..

Temperatura

De acuerdo con los datos históricos correspondientes a los años 1951-2010, registrados por la estación climatológica designada para evaluar el SAR; denominadas 23003 Felipe Carrillo Puerto, la temperatura media anual misma que corresponde a 26.3°C, la temperatura de la estación indica que a lo largo del año puede incrementar a un máximo de 28.2°C durante los meses de Mayo, Junio y Agosto, en cambio la temperatura más bajas se registran en los meses de Diciembre y Enero con 23.7°C.

Precipitación

El mes con menor precipitación media promedio de es el mes de abril con 41 mm, el mes con mayor precipitación es septiembre con 222.5 mm, la precipitación anual es de 1,385.2 mm. Con base en la siguiente tabla se puede definir que el temporal de lluvias en esta zona transcurre de mayo a noviembre.

ASPECTOS BIÓTICOS

Vegetación terrestre

Se considera como vegetación al conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto estructural y de la composición florística de las comunidades que la conforman (Rzedowski, 1978). Por ello, la vegetación se define principalmente por su fisonomía, composición florística y la estacionalidad de los elementos dominantes que la conforman. Asimismo, el establecimiento y distribución de la vegetación está sujeta a diversos factores de origen abiótico como los edafoclimáticos que imperen en determinado lugar (el clima, tipo de suelo, orografía, exposición), así como la ubicación geográfica (latitud y altitud), mismos que definen el comportamiento fenológico de las especies a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo de vegetación.

Derivado del análisis de la información vectorial mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) el AP correspondió a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), selva baja subperenifolia, tular y Pastizal cultivado (PC), por lo que se establecieron 26 sitios de muestreo dentro del trazo del proyecto, a fin de corroborar la existencia de estos tipos de vegetación dentro del trazo del camino existente.

Para el caso del Sistema Ambiental Regional (SAR) fueron 40 sitios de muestreo repartidos dentro de los principales tipos de vegetación identificados, los cuales fueron selva mediana subperennifolia (SMQ), Selva baja espinosa subperennifolia (SBQ), Manglar (MV), Tular (VT).

Tabla 0-1. Coordenada central de los sitios de muestreo del SAR en formato WGS84-UTM 32616

ID	Vértice	X	Y	ID	Vértice	X	Y
1	1	404379.12	2172653.52	**21**	1	422914.088	2187192.03
1	2	404378.872	2172606.71	**21**	2	422913.84	2187145.22
1	3	404369.454	2172606.76	**21**	3	422904.422	2187145.27
1	4	404369.701	2172653.57	**21**	4	422904.669	2187192.08
2	1	405958.223	2173428.2	**22**	1	420546.074	2186097.46
2	2	405957.976	2173381.39	**22**	2	420545.827	2186050.65
2	3	405948.558	2173381.44	**22**	3	420536.408	2186050.7
2	4	405948.805	2173428.25	**22**	4	420536.656	2186097.51
3	1	408121.361	2175023.46	**23**	1	419440.068	2185561.95
3	2	408121.114	2174976.65	**23**	2	419439.82	2185515.14

3	3	408111.695	2174976.7	**23**	3	419430.402	2185515.19
3	4	408111.943	2175023.51	**23**	4	419430.65	2185562
4	1	410222.284	2176789.59	**24**	1	418104.7	2184337.17
4	2	410222.037	2176742.78	**24**	2	418104.452	2184290.36
4	3	410212.618	2176742.83	**24**	3	418095.034	2184290.41
4	4	410212.866	2176789.64	**24**	4	418095.282	2184337.22
5	1	411388.441	2177612.59	**25**	1	416481.902	2182712.31
5	2	411388.193	2177565.78	**25**	2	416481.654	2182665.5
5	3	411378.775	2177565.83	**25**	3	416472.236	2182665.55
5	4	411379.023	2177612.64	**25**	4	416472.484	2182712.36
6	1	417171.776	2181990.51	**26**	1	415315.129	2181925.66
6	2	417171.528	2181943.7	**26**	2	415314.882	2181878.85
6	3	417162.11	2181943.75	**26**	3	415305.463	2181878.9
6	4	417162.358	2181990.56	**26**	4	415305.711	2181925.71
7	1	418967.273	2183705.69	**27**	1	413470.21	2180125.24
7	2	418967.025	2183658.88	**27**	2	413469.963	2180078.43
7	3	418957.607	2183658.93	**27**	3	413460.545	2180078.48
7	4	418957.854	2183705.74	**27**	4	413460.792	2180125.29
8	1	418756.91	2184798.44	**28**	1	403556.325	2173228.89
8	2	418756.663	2184751.63	**28**	2	403556.077	2173182.08
8	3	418747.245	2184751.68	**28**	3	403546.659	2173182.13
8	4	418747.492	2184798.49	**28**	4	403546.907	2173228.94
9	1	420534.691	2185057.98	**29**	1	401449.08	2172115.72
9	2	420534.443	2185011.17	**29**	2	401448.832	2172068.9
9	3	420525.025	2185011.22	**29**	3	401439.414	2172068.95
9	4	420525.273	2185058.03	**29**	4	401439.661	2172115.77
10	1	423458.401	2186404.4	**30**	1	397861.577	2170368.35
10	2	423458.153	2186357.58	**30**	2	397861.33	2170321.54
10	3	423448.735	2186357.63	**30**	3	397851.912	2170321.59
10	4	423448.983	2186404.45	**30**	4	397852.159	2170368.4
11	1	425872.376	2188570.61	**31**	1	395896.552	2168815.55
11	2	425872.129	2188523.8	**31**	2	395896.304	2168768.74
11	3	425862.711	2188523.85	**31**	3	395886.886	2168768.79
11	4	425862.958	2188570.66	**31**	4	395887.134	2168815.6
12	1	428461.508	2189279.6	**32**	1	396917.435	2167357.88
12	2	428461.26	2189232.79	**32**	2	396917.188	2167311.07
12	3	428451.842	2189232.84	**32**	3	396907.77	2167311.12
12	4	428452.09	2189279.65	**32**	4	396908.017	2167357.93
13	1	429892.286	2189054.52	**33**	1	399247.922	2168726.73
13	2	429892.038	2189007.7	**33**	2	399247.674	2168679.92

13	3	429882.62	2189007.75	**33**	3	399238.256	2168679.97
13	4	429882.868	2189054.57	**33**	4	399238.504	2168726.78
14	1	431436.496	2188925.41	**34**	1	401527.483	2169721.09
14	2	431436.249	2188878.6	**34**	2	401527.236	2169674.28
14	3	431426.83	2188878.65	**34**	3	401517.818	2169674.33
14	4	431427.078	2188925.46	**34**	4	401518.065	2169721.14
15	1	432786.72	2188732.98	**35**	1	407212.015	2173229.27
15	2	432786.473	2188686.17	**35**	2	407211.767	2173182.46
15	3	432777.054	2188686.22	**35**	3	407202.349	2173182.51
15	4	432777.302	2188733.03	**35**	4	407202.596	2173229.32
16	1	433113.231	2189678.74	**36**	1	435171.975	2188147.24
16	2	433112.984	2189631.93	**36**	2	435171.727	2188100.43
16	3	433103.566	2189631.98	**36**	3	435162.309	2188100.48
16	4	433103.813	2189678.79	**36**	4	435162.557	2188147.29
17	1	431464.773	2189278.43	**37**	1	437619.64	2185464.33
17	2	431464.526	2189231.61	**37**	2	437619.392	2185417.52
17	3	431455.108	2189231.66	**37**	3	437609.974	2185417.57
17	4	431455.355	2189278.48	**37**	4	437610.222	2185464.38
18	1	430012.702	2189562.32	**38**	1	437283	2185412
18	2	430012.455	2189515.5	**38**	2	437282.752	2185365.19
18	3	430003.036	2189515.55	**38**	3	437273.334	2185365.24
18	4	430003.284	2189562.37	**38**	4	437273.582	2185412.05
19	1	428522.201	2189648.52	**39**	1	438028.398	2186803.02
19	2	428521.953	2189601.71	**39**	2	438028.15	2186756.21
19	3	428512.535	2189601.76	**39**	3	438018.732	2186756.26
19	4	428512.783	2189648.57	**39**	4	438018.98	2186803.07
20	1	425691.934	2189181.32	**40**	1	437540.188	2187266.24
20	2	425691.686	2189134.51	**40**	2	437539.941	2187219.43
20	3	425682.268	2189134.56	**40**	3	437530.523	2187219.48
20	4	425682.516	2189181.37	**40**	4	437530.77	2187266.29

Tabla 12. Coordenada central de los sitios de muestreo del AP en formato WGS84-UTM 32616.

ID	Vértice	X	Y	ID	Vértice	X	Y
1	1	399151	2169504	**13**	1	410640	2177455
1	2	399231	2169554	**13**	2	410712	2177515
1	3	399234	2169550	**13**	3	410715	2177512
1	4	399154	2169500	**13**	4	410643	2177451
2	1	399668	2169832	**14**	1	411062	2177815

2	2	399748	2169882	**14**	2	411136	2177873
2	3	399750	2169878	**14**	3	411139	2177870
2	4	399671	2169828	**14**	4	411065	2177811
3	1	400118	2170114	**15**	1	415470	2181419
3	2	400198	2170164	**15**	2	415542	2181479
3	3	400201	2170160	**15**	3	415546	2181476
3	4	400121	2170110	**15**	4	415473	2181416
4	1	403509	2172138	**16**	1	418069	2183551
4	2	403586	2172192	**16**	2	418142	2183610
4	3	403589	2172188	**16**	3	418145	2183607
4	4	403512	2172134	**16**	4	418072	2183547
5	1	404294	2172697	**17**	1	420662	2185651
5	2	404370	2172753	**17**	2	420734	2185711
5	3	404373	2172749	**17**	3	420737	2185708
5	4	404297	2172694	**17**	4	420665	2185648
6	1	404490	2172838	**18**	1	421399	2186155
6	2	404566	2172893	**18**	2	421493	2186146
6	3	404569	2172889	**18**	3	421492	2186142
6	4	404493	2172835	**18**	4	421399	2186150
7	1	404950	2173169	**19**	1	423565	2187094
7	2	405027	2173223	**19**	2	423639	2187151
7	3	405030	2173219	**19**	3	423642	2187148
7	4	404953	2173166	**19**	4	423568	2187090
8	1	405459	2173530	**20**	1	434615	2188065
8	2	405534	2173586	**20**	2	434701	2188028
8	3	405537	2173583	**20**	3	434699	2188024
8	4	405462	2173527	**20**	4	434613	2188061
9	1	406307	2174133	**21**	1	435565	2187842
9	2	406384	2174188	**21**	2	435658	2187828
9	3	406387	2174184	**21**	3	435658	2187824
9	4	406310	2174130	**21**	4	435565	2187837
10	1	407646	2175050	**22**	1	438353	2186698
10	2	407737	2175071	**22**	2	438419	2186630
10	3	407739	2175066	**22**	3	438416	2186626
10	4	407647	2175045	**22**	4	438349	2186695
11	1	408471	2175661	**23**	1	438490	2186603
11	2	408544	2175720	**23**	2	438503	2186510
11	3	408547	2175716	**23**	3	438498	2186509
11	4	408474	2175657	**23**	4	438486	2186602
12	1	409078	2176162	**24**	1	438122	2186936

12	2	409150	2176223	**24**	2	438188	2186868
12	3	409153	2176219	**24**	3	438185	2186864
12	4	409081	2176159	**24**	4	438118	2186933
				25	1	438526	2186514
				25	2	438578	2186436
				25	3	438574	2186433
				25	4	438523	2186512

Con relación al listado florístico del documento de "Biodiversidad de Quintana Roo: Estudio de Estado" de Pozos et al. (2011), así como de los registros biológicos contenidos en las plataformas de CONABIO correspondientes a Naturalista y EncicloVida, dentro del SAR, hay un estimado de **463 especies y 328 géneros repartidos en 96 familias** botánicas. Aquellas familias con mayor cantidad de especies fueron Fabaceae con 42, Asteraceae con 36, Euphorbiaceae con 25, Apocynaceae con 22, y tanto Orchidaceae como Convolvulaceae con 21 cada una de ellas.

Respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo III (14 de noviembre de 2019), 17 especies se reportaron en riesgo: *Avicennia germinans, Beaucarnea pliabilis, Campyloneurum phyllitidis, Coccothrinax readii, Conocarpus erectus, Guaiacum sanctum, Handroanthus chrysanthus, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle, Syringonium filiforme, Thrinax radiata y Zinnia elegans como amenazada (A), así como Attalea cohune, Gossypium hirsutum, Thalassia testudinum, Vanilla planifolia y Zamia prasina. En el caso del PROCER, tanto A. germinans, C. erectus, L. racemosa, R. mangle y V. planifolia* como prioridad alta (III) para la conservación. Respecto a los instrumentos internacionales, encontramos que 181 taxones se encuentran en algún riesgo internacional (171 en LC, 5 en VU, 4 en EN y 1 en CR). En el caso de la CITES fueron sólo 45 las especies que presentan algún riesgo respecto al comercio (42 en el apéndice II y 3 en el apéndice III)

Sistema ambiental Regional (SAR)

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)

Dentro de este bosque se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: el arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífito-trepador. Dentro de esta comunidad forestal se observó que el estrato arbustivo presentaba una gran cantidad de individuos, siendo un indicador de que se encuentra en un estado primario.

Dentro del estrato arbóreo se registraron 117 especies con individuos con alturas máximas de hasta 18 m de altura y DN´s que alcanzaron los 85.5 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 7.59 m y para el DN fue de 12.68 cm. Las especies que conforman el estrato más representativo son el Mosannona depressa (Chirimoya), Manilkara zapota (Chicozapote), Bursera simaruba (Palo mulato). La densidad por hectárea es de 121 Nha-1 y el área basal de 0.599 m2ha-1, 113 Nha-1, 3.897 m2ha-1 y 108 Nha-1 y 1.596 m2ha-1, respectivamente.

Selva Baja Espinosa subperennifolia (SBQ)

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro esta comunidad vegetal las especies más abundantes fueron Lysiloma latisiliquum con 300 Nha-1, seguido de Metopium brownei con 300 Nha-1, finalmente Bursera simaruba con 10 Nha-1, cabe señalar que para esta comunidad sólo se logró identificar el estrato arbóreo.

Manglar (VM)

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro esta comunidad vegetal las especies más abundantes fueron el Laguncularia racemosa con 740 Nha-1, seguido por Cocos nucifera con 440 Nha-1, cabe señalar que para esta comunidad sólo se logró identificar el estrato arbóreo.

Tular (TV)

Descripción dasométrica

En la siguiente relación se reflejan las especies, abundancias registradas en campo y extrapolación a hectárea tipo por estrato. Dentro esta comunidad vegetal la única especie identificada fue el *Rhynchospora colorata* con 132,500 Nha-1, cabe señalar que para esta comunidad sólo se logró identificar el estrato herbáceo

Área del proyecto (AP)

Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Dentro de este tipo de vegetación se determinaron cuatro estratos bien definidos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y Epífito y Trepador. Este hallazgo se debe a la cercanía con el área de influencia de la reserva de biosfera Sian Ka'an.

Dentro de esta comunidad se registró una riqueza de 22 especies. Las familias más abundantes y representativas dentro de esta comunidad son Fabaceae, con 7 especies y Sapotaceae con 2 especies.

Manglar (MV)

Estrato arbóreo

Dentro de este tipo de vegetación (SERIE VII INEGI), no fue posible identificar especies representativas de el mismo, en su lugar sólo se encontraron individuos pertenecientes a una especie exótica (*Cocos nuficera*), sobre el trazo definido para las obras del andador al muelle



FAUNA

La fauna es un recurso natural que ha estado presente desde los inicios y aunque anteriormente se consideraba como un recurso inagotable, en la actualidad se conoce que no es así. Su importancia radica en que forma parte esencial de los ecosistemas, así como su papel como patrimonio de la humanidad. Por ello, es indispensable que para asegurar su permanencia se diseñen y ejecuten programas para su preservación, conservación y cuidado al momento de seguir expandiendo las vías de comunicación; Gonzáles *et al.* (2017), dice: "que el grado de cultura y desarrollo de una nación, se puede medir en términos de la protección que el hombre ofrece a la flora y fauna".

Debido a su situación geográfica, México representa un ecotono entre dos grandes regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, y cuenta esa condición con riqueza de flora y fauna muy basta, contándose entre los países de mayor biodiversidad. Como es posible apreciar, en el territorio nacional la fauna tiene un potencial económico, estético, comercial y cinegético enorme. Y debido a la crisis ambiental, se ha creado un nuevo concepto, el "valor de existencia", que establece la disposición a pagar para asegurar la existencia de un recurso, por ejemplo, una especie amenazada (SEMARNAT, 2009); esto se puede extrapolar a los programas de manejo que intervienen en la conservación de la fauna, validando su existencia en los terrenos a modificar, tomándose las medidas necesarias para aminorar lo más posible el impacto negativo que estas poblaciones/comunidades pudiesen tener

Muestreos fijos para la caracterización de la fauna

El trabajo de campo se realizó dentro del SAR y AP. Los días de trabajo se efectuaron del 13 de mayo del 2024 al 7 de junio del 2024. Se llevaron a cabo 30 transectos en el SAR, con una longitud de 200 metros y un ancho de 20 metros (10 metros por lado del transecto lineal).

El criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados consistió en ubicar los puntos escogidos de manera aleatoria cubriendo en su mayor parte el área de estudio. El método de muestreo fue búsqueda intensiva para aves, reptiles, así como búsqueda de huellas y excretas para los mamíferos de la zona, estos métodos son muy efectivos y ampliamente utilizados en muestreos de fauna

Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo

Derivado del análisis de la información vectorial de la *Carta de Uso de Suelo y Vegetación* Serie VII de INEGI (2018) y ecosistemas que alberguen fauna, se definió que los tipos de vegetación dominantes **dentro del SAR** y de influencia directa fue la **selva mediana subperennifolia (SMQ),** por lo que se establecieron **30 sitios de muestreo** dentro de este tipo de vegetación. Para el caso del **AP, se establecieron 18 sitios de muestreo intensivo dentro de la vegetación arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ).**

El registro de las especies faunísticas fue por medio de la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos), auditiva (para el caso de aves y anfibios), así como por medio de registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), los cuales se contemplaron únicamente para complementar la información de la riqueza total y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

Durante los muestreos fueron tomados datos, además del registro de especies, como hora de inicio, hora final, coordenada de inicio, coordenada final, tipo y características de la vegetación, número de individuos observados o escuchados, entre otros y cuando fue posible se realizó el registro fotográfico de los ejemplares que se observaron.

Para todos los grupos de fauna se recorrieron transectos lineales con una longitud de 100 m y un ancho variable dependiendo del grupo de fauna a muestrear. A lo largo de estos transectos, en puntos estratégicos se instalaron trampas Tomahawk, esto con la finalidad de tener un mayor registro de la fauna presente en la SAR.

A continuación, se muestran las coordenadas de ubicación en el sistema de coordenadas UTM WGS 84 Zona 16N, de los transectos realizados para el registro de los cuatro grupos de fauna (anfibios y reptiles, aves y mamíferos), en el AP**.**

RESULTADOS

Sistema ambiental (SA)

Se registró un total de 676 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 89 especies incluidas en 4 grupos faunísticos: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Del total de especies, correspondieron 64 a aves, 11 a reptiles 7 a anfibios y 7 a mamíferos. De la totalidad de las especies, 89 taxones son nativas.

Anfibios

Dentro de las actividades de muestreo se registraron 7 familias, 7 géneros y 7 especies, siendo todas las familias igual de ricas. De todos los taxones, las especies más abundantes fueron Leptodactylus fragilis con el 24.5% y Agalychnis taylori con el 20.40%

Aves

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 514 individuos ubicados en 35 familias, 59 géneros y 64 especies, las familias más ricas en especies fueron Ardeidae (5 spp.), Trogonidae y Tyrannidae (
spp.), mientras que las especies más abundantes fueron Quiscalus mexicanus, y Tachybaptus dominicus, con el 6% cada una.

Mamíferos

En total, se registraron 52 individuos ubicados en 5 familias, 7 géneros y 7 especies, con la familia Procyonidae fue la más rica con dos especies. En tanto, las especies más abundantes fueron *Philander opossum*, con el 32.7% y *Nasua narica* del 21.2%..

Reptiles

Por parte de los reptiles, se registraron 61 individuos repartidos en 7 familias, 11 géneros y 11 especies, donde la familia más rica en especies fue Colubride (3 *spp.*), en tanto que la especie más abundante fue *Anolis sagrei* con el 21.3%.

Área del proyecto (AP)

Se registró un total de 415 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 59 especies incluidas en 4 grupos faunísticos: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Del total de especies, correspondieron 39 a aves, 8 a reptiles, 5 a anfibios y 7 a mamíferos. De la totalidad de las especies, los 59 taxones fueron nativos, y de ellos, 1 fue endémico.

Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que *Ctenosaura similis, Boa imperator y Meleagris ocellata* como amenazadas (A) y otras 10 especies como en sujetas protección especial.

Anfibios

En total, se registraron 16 individuos ubicados en 5 familias, 5 géneros y 5 especies. Todas las especies fueron igualmente ricas en especies..

Aves

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 322 individuos ubicados en 25 familias, 37 géneros y 39 especies, las familias más ricas en especies fueron Ardeidae con 5 especies y Trogonidae 3 spp., mientras que las especies más abundantes fueron Quiscalus mexicanus (12.1%) y Hirundo rustica.

Mamíferos

En total, se registraron 40 individuos correspondientes a 5 familias, 7 géneros y 7 especies. Todas las familias faunísticas mas ricas fueron Didelphidae y Procyonidae (2 ssp). Las especies más abundantes fueron Nassua narica con el 25% y Didelphis virginiana con el 17.5%.

Reptiles

Por parte de los reptiles, sólo se registraron 37 individuos repartidos en 6 familias, 8 géneros y 8 especies. La familia más rica fue Colubridae con 2 spp. Las especies de mayor representación fueron, Anolis sagrei con el 40.5% y Mastigodryas melanolomus con el 18.9%.

En el caso del grupo de la fauna, de manera general, al comparar la riqueza del SAR con la del AP, se identificó que en esta primera zona se distribuye una mayor cantidad de especies en comparación con esta segunda (89 vs 59), patrón que se repitió a nivel familia y abundancia por grupo faunístico. No obstante, se recalca que las capacidades móviles de la fauna, en particular de las aves, hace que estos atributos de riqueza sean muy parecidos en ambas áreas de caracterización.

Lo cual fue congruente al comparar la riqueza de ambas zonas con la reportada a nivel estatal, en la que el SAR de igual manera presentó la mejor relación faunística. Al igual que en el análisis individual por zona, se identificó que el grupo de las aves fue el mejor representado a nivel riqueza y abundancia, mientras que los anfibios se posicionaron como los de menor ocurrencia dentro de ambas caracterizaciones y su contraste.

CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Con el fin de estar en condiciones de evaluar los potenciales impactos que tendrá el proyecto, es necesario partir del análisis de las condiciones actuales (estado cero), del sitio que comprende el área de estudio, misma que engloba al área de influencia donde se manifestará el efecto de estos impactos esperados, concretando un conjunto de variables de estado y flujo, susceptibles de ser inventariadas, cartografiadas, medidas y valoradas. A tales variables se le denomina "factores ambientales", estos factores son:

- El ser humano
- La flora
- La fauna
- El suelo
- El agua
- El aire
- El clima
- El paisaje
- Los bienes materiales
- La interacción entre estos factores

El impacto ambiental constituye una alteración significativa de las acciones humanas; su trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial. Una alteración ambiental, correspondiente a cualquiera de esas facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del territorio, puede ser individualizada por una serie de características; entre ellas destacan, por ejemplo:

a) El carácter del impacto que hace referencia a su consideración positiva o negativa respecto al estado previo a la acción; indica si, en lo que se refiere a la faceta de la vulnerabilidad que se esté teniendo en cuenta, ésta es beneficiosa o perjudicial.

b) La magnitud del impacto informa de su extensión y representa la "cantidad e intensidad del impacto": ¿Cuántas hectáreas se ven afectadas? ¿qué número de especies se amenaza? ¿cuáles son los volúmenes de contaminantes, o porcentaje de superación de una norma, etc.?

c) El significado del impacto alude a su importancia relativa (se asimila a la "calidad del impacto"). Por ejemplo: importancia ecológica de las especies eliminadas, o intensidad de la toxicidad del vertido, o el valor ambiental de un territorio.

d) El tipo de impacto, describe el modo en que se produce; por ejemplo, el impacto es directo, indirecto, o sinérgico (se acumula con otros y se aumenta ya que la presencia conjunta de varios de ellos supera a las sumas de los valores individuales).

e) La duración del impacto se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos: si es a corto plazo y luego cesa; si aparece rápidamente; si su culminación es a largo plazo; si es intermitente, etc.



f) La reversibilidad del impacto tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles.

g) El riesgo del impacto estima su probabilidad de ocurrencia.

El área espacial o de influencia es el territorio que contiene el impacto ambiental y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto, lo que no es lineal a la distancia a la fuente que lo provoca. Donde las características ambientales sean más proclives aumentará la gravedad del impacto. (Garmendia Salvador, Salvador Alcaide, Crespo Sánchez, & Garmendia Salvador, 2005).

Tabla 0-1. Factores, subfactores e indicadores ambientales

Factor	Subfactores	Indicadores ambientales
Aire	Calidad del aire	Nivel de ruido
		Índice de calidad del aire
Diversidad	Ecosistema	Especies de fauna presentes
		Especies de flora presentes
		Estado de conservación del hábitat
	Flora	Condición de conservación de la vegetación
	Fauna	Índice de fragmentación del hábitat
		Tasa de reducción de áreas de refugio
		Alteración del hábitat
		Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010. RED LIST UICN)
Suelo	Estabilidad del terreno	Volumen de erosión del terreno
		Nivel de degradación terreno
	Calidad del terreno	Manejo de los residuos RSU, RME, RP
Agua	Calidad del agua	Volumen de aguas residuales
	Disponibilidad del agua	Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial
Paisaje		Calidad escénica del paisaje
Economía	Dinámica económica	Actividades económicas

		Número de visitantes recibidos
Social	Salud y seguridad	Riesgo de accidentes

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos, indican que no existirán impactos de significancia crítica durante ninguna de las etapas del Proyecto, sin embargo se identificaron impactos de significancia alta, los cuales deberán estar sujetos a la aplicación de medidas de mitigación específicas, así mismo los impactos moderadamente significativos están relacionados con las emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, ruido por maquinaria y generación de residuos, estos impactos serán temporales ya que se presentarán durante todas las etapas del proyecto, asimismo afectaciones a la fauna por efecto barrera y atropellamiento, así como accidentes vehiculares, se presentarán sólo en la etapa de operación .

Todos estos impactos serán objeto de la aplicación de medidas de mitigación, compensación, control, desarrollo y ejecución de programas (mismos que acompañan de manera anexa el presente estudio), que permitan minimizar y/o compensar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio físico y biótico buscando en todo momento mantener la operación funcional de la SAR.

CAPITULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capitulo incluye las medidas de mitigación que se aplican para atender a los impactos adversos identificados. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos del proyecto.

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención, remediación o compensación de los efectos negativos ocasionados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas puntuales integradas en programas de ambientales que en conjunto contemplan todas las actividades del proyecto, permiten la disminución de los impactos ambientales. De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier actividad. Asimismo, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante la ejecución del proyecto.

Tabla 0-1. Descripción de Medidas de mitigación

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
Aire	Calidad del aire	Preparación	Nivel de ruido	Presencia de vehículos y maquinaria	Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	P	Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, las cuales contarán con silenciadores, a fin de disminuir el ruido.
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria			Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, a fin de reducir las emisiones a la atmósfera
					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	Riego de las áreas de trabajo.	P	Se realizarán riegos programados de manera constante en las áreas de trabajo, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada.
Diversidad	Ecosistema		Especies de fauna presentes		Disminución de áreas de resguardo,	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
					forrajeo y nidación			de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
			Especies de flora presentes	Desmonte y despalme	Eliminación de la vegetación para la ampliación del camino existente			
			Superficie de disminución de corredores faunísticos		Disminución de áreas de paso de fauna terrestre	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	P	Se instalará señalética de tipo restrictiva en diferentes puntos a lo largo del camino, señalando el límite de velocidad máxima permitida (30 km/h).
			Estado de conservación del hábitat		Fragmentación del hábitat	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
	Flora		Condición de conservación de la vegetación terrestre		Eliminación de especies de flora existe en el área de ampliación del camino existente y mejoramiento de instalaciones	Rescate y reubicación de especies de flora	P, R-	Se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de flora, antes de iniciar con las actividades de desmonte y despalme y conforme avancen las actividades de preparación del sitio.
	Fauna		Índice de fragmentación del hábitat		Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de las obras y actividades del proyecto.	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	P, R-	Se lleva a cabo el ahuyentamiento, manejo, rescate, reubicación y protección de fauna, antes de iniciar las actividades de

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
			Tasa de reducción de áreas de refugio	Presencia de trabajadores durante el despalme	Riesgo de daño a especímenes faunísticos por el contacto de estos con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto			desmonte y despalme, de manera periódica durante las etapas de preparación del sitio y mantenimiento y modernización del camino.
			Especies terrestres		Lesiones y/o fatalidades a las especies terrestres en las áreas donde se realizarán los trabajos de ampliación y modernización del camino eh instalaciones			
			Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010. RED LIST UICN)		Afectación (lesiones o fatalidades), a especies de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010			

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
Suelo	Estabilidad del terreno		Volumen de erosión del terreno		Aumento en la erosión hídrica y eólica	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP.
			Nivel de degradación terreno	Presencia de vehículos y maquinaria	Compactación del terreno	Conservación del suelo rescatado e instalación de canaletas	P, R-	El suelo rescatado del despalme se amontona en un área adecuada para evitar su erosión y se utiliza posteriormente en las acciones de Restauración. Del mismo modo, para evitar encharcamientos y la erosión

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								hídrica, se instalarán canaletas de desvío a un lado y a lo largo del camino para dirigir el flujo hídrico de manera adecuada.
	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP	Presencia de trabajadores	Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	P, R-	Se colocarán contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales serán debidamente etiquetados. Se contratará una empresa contratista para su retiro y disposición final en sitios autorizados.
					Atracción de fauna nociva u oportunista			
				Desmonte y despalme	Generación de residuos de manejo especial	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P, R-	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos			

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
Agua	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias	Contratación del servicio de baños portátiles	P	Se contratarán los servicios de una empresa especializada en el manejo y recolección d este tipo de residuos
Economía	Dinámica Económica		Actividades económicas	Presencia de trabajadores	Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores	Impacto positivo		N/A
					Generación de empleos temporales	Impacto positivo		N/A
			Número de visitantes recibidos	Llegada de visitantes	Incremento a la derrama económica en el ANP	Impacto positivo		N/A
					Modernización de la infraestructura vial de la ANP	Impacto positivo		N/A
Paisaje	Paisajística	Construcción	Calidad escénica del paisaje	Presencia de vehículos y maquinaria	Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria	Buenas prácticas ambientales	P	Se utilizará únicamente la maquinaria necesaria, si la maquinaria deja de ser requerida se retirará del área de proyecto

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
Aire	Calidad del aire		Nivel de ruido		Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	P	Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, las cuales contarán con silenciadores, a fin de disminuir el ruido.
			Índice de calidad del aire		Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria			Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, a fin de reducir las emisiones a la atmósfera
					Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria	Riego de las áreas de trabajo.	P, R-	Se realizarán riegos programados de manera constante en las áreas de trabajo, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada.
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial	Obras correspondientes a la modernización y mantenimiento del camino existe	Alteración de flujos hidrológicos superficiales	Construcción de obras de drenaje Transversal	P, R	Se realizará la construcción de obras de drenaje transversal en distintos sitios del trazo donde

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
				Felipe Carrillo Puerto-Vigía el Chico				se realizarán las obras de modernización y mantenimiento del camino existente, la ubicación y diseño de estas obras se lleva a cabo con base en los estudios hidrológicos realizados y servirá para mantener sin cambios los flujos hidrológicos superficiales.
				Presencia de vehículos y maquinaria	Sellamiento del terreno	Restauración	R+, RH, C	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de compensar los impactos generados el retiro de la

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								vegetación en la superficie del AP.
				Edificación de infraestructura en zona de playa del Vigía el Chico		Arquitectura palafítica	P	Se llevará a cabo la construcción de todas las edificaciones previstas en la zona de la Playa del Vigía el Chico a manera de Palafito, de tal manera que no se interrumpan los flujos hidrológicos y se proteja el humedal circundante
				Perforación de pozo de abastecimiento	Perforación de pozo de 30 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro	Buenas prácticas ambientales	P	Se realizará la perforación del pozo con base en lo dictado dentro de la NOM-004-CONAGUA-1996, con el fin de evitar la contaminación del acuífero
	Calidad del agua		Volumen de agua residual	Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias	Contratación del servicio de baños portátiles	P	Se contratará a una empresa especializada, que cuente con los permisos

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								para brindar este servicio, la limpieza de los baños deberá ser de por lo menos tres ocasiones por semana, al cabo de cada recolección se deberá entregar un manifiesto que contenga la fecha de limpieza y recolección, volumen retirado, tipo de manejo y destino
suelo	Calidad del terreno		Manejo de residuos RSU, RME, RP		Generación de residuos sólidos Urbanos (RSU)	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	P	Se colocarán contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales serán debidamente etiquetados. Se contratará una empresa contratista para su retiro y disposición final en sitios autorizados.

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
				Perforación de pozo de abastecimiento	Generación de lodos de perforación	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P, R-	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
				Construcción de camino eh instalaciones	Atracción de fauna nociva u oportunista	Colocación de depósitos de residuos No peligrosos en las áreas de trabajo.	P, R-	Se colocarán contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales serán debidamente etiquetados. Se contratará una empresa contratista para su retiro y disposición final en sitios autorizados.
	Estabilidad del terreno		Nivel de degradación terreno		Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento superficial, por el sellado del terreno	Restauración	P	Se llevará a cabo la Restauración de la superficie de manglar del área del Playón, dentro del polígono de la reserva, mediante la plantación con especies nativas, con el fin de

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								compensar los impactos generados el retiro de la vegetación en la superficie del AP..
					Generación de residuos de manejo especial	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
				Presencia de vehículos y maquinaria	Generación de residuos peligrosos			Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
Social/Económico	Salud y seguridad		Riesgo de accidentes		Peligro de incendio de residuos peligrosos	Buenas prácticas ambientales	P	Se deberá realizar el correcto manejo de estos residuos procurando no mantener almacenados este tipo de residuos por

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								mucho tiempo, se contratará una empresa autorizada para el manejo, traslado y disposición de estos residuos. Se deberá contar con los sistemas de seguridad y contraincendios necesarios.
Suelo	Calidad del terreno	Operación y Mantenimiento	Generación de residuos RSU, RME, RP	Operación y mantenimiento del camino eh instalaciones	Alteración de la calidad del suelo y agua	Almacén temporal de residuos urbanos. de manejo especial y peligrosos.	P, R-	Para los residuos urbanos se colocan contenedores de residuos en las áreas de trabajo, los cuales están debidamente etiquetados
Medio Biótico	Fauna		Número de especies faunísticas que crucen el área de proyecto		Riesgo de atropellamiento a fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Señalética restrictiva indicando límites de velocidad para evitar atropellamiento de fauna.	P	Se instalará señalética de tipo restrictiva en diferentes puntos a lo largo del camino, señalando el límite de velocidad máxima permitida (30 km/h).

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
Aire	Calidad del aire		Índice de calidad del aire		Aumento de las emisiones de ruido por tránsito vehicular	Buenas prácticas ambientales	P	Se instalarán señalamientos y reductores de velocidad a fin de evitar afectaciones elevadas al confort sonoro que pueda derivar en el ahuyentamiento de la fauna
					Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del tránsito vehicular			No se permitirá el acceso a vehículos en mal estado o que emitan una gran cantidad de humo, en su defecto se ofrecerá la opción de renta de vehículos propios de la reserva
Agua	Disponibilidad del agua		Volúmenes de Infiltración y Escurrimiento superficial		Extracción de agua de pozo para instalaciones y servicios		P, R-	Se vigilará en todo momento el uso correcto y moderado del agua que se extraiga, mediante la instalación de equipos (lavamanos y

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								sanitarios) de bajo consumo de agua
	Calidad del agua		Volumen de agua residual		Agua sanitaria generada en los servicios	Envío de agua a PTAR		El agua que se produzca en los servicios será enviada a las PTAR que se instalarán en la estación de transferencia y en la zona de playa, el agua tratada será utilizada únicamente en el riego de las áreas verdees de las instalaciones, el resto del agua será envida mediante pipas a otros proyectos que la requieran
Paisaje	Paisajística		Calidad escénica del paisaje		Contaminación visual por presencia de infraestructura vial eléctrica y de servicios	Buenas prácticas ambientales	P, R-	Toda la instalación eléctrica que será parte de la granja solar para el abastecimiento de energía en las estaciones de transferencia y

Factor	Subfactores	Etapa	Indicadores ambientales	Generador de cambio	Efecto/impacto	Medida	Tipo de medida	Descripción de la medida
								playa, será subterránea únicamente se construirá en una cepa dentro del camino artesanal



La ejecución de todas y cada una de las medidas de control, prevención y mitigación presentes en la MIA-R, se engloban en los siguientes programas.

- Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria.
- Programa de Ahuyentamiento, Manejo, Rescate, Reubicación y Protección de Fauna.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora
- Programa de Conservación de Suelo y Agua.
- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Restauración.
- Programa de Educación Ambiental y Buenas Prácticas Ambientales

CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez realizada la revisión de los escenarios con y sin Proyecto, así como los capítulos precedentes de este documento, se espera que no exista un cambio substancial de las condiciones ambientales con el Proyecto o sin él, partiendo del hecho de que le trazo sobre el cual se construirá el camino, existe ala fecha y corresponde al trazo de vías y terraplén del antiguo tren militar. Así mismo, el proyecto comprende la construcción de las obras complementarias servirá para el mejoramiento de la infraestructura vial y de servicios no sólo del municipio, sino, de la ANP, dotando a esta última de las obras necesarias para recibir una mayor cantidad de visitantes, tanto académicos como turistas nacionales y extranjeros, así como una mayor capacidad de vigilancia dentro de la Reserva.

Por otra parte, el mejoramiento y modernización del camino representa beneficios a diferentes niveles, facilitando el acceso, trasportación y comercialización de los productos generados por las poblaciones de la región, así como la vigilancia dentro del área natural protegida.

A niveles más básicos, este Proyecto representa un beneficio a la economía local abriendo puestos laborales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como la derrama económica que traerá este camino a las localidades cercanas.

La construcción y operación del proyecto, no derivará en una disminución de la calidad en el ecosistema, debido a el área donde se implantará, las actividades del Proyecto elevarán la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de éstos; además de que el Proyecto implica la ejecución de obras de conservación, mitigación y compensación, que mejorarán la calidad ambiental actual, incluso una vez terminadas las obras. Otro beneficio será la generación de empleos, nuevos ingresos para los pobladores de la zona y la conectividad y acercamiento con obras turísticas importantes en la región.

Desde el punto de vista ambiental, los impactos que generará este Proyecto serán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción los cuales serán de manera puntual, por lo que no se espera que existan efectos fuera del área de influencia directa, no obstante, se han diseñado las medidas de mitigación y compensación necesarias para atenuar estos efectos a fin de volver el Proyecto ambientalmente viable.



Evaluación de alternativas

El AP se seleccionó como parte de los compromisos presidenciales que busca implementar infraestructura carretera para impulsar el desarrollo de los municipios y sus comunidades, así mismo, el trazo sobre el que se pretende implantar, ya ha sido impacto por ser el mismo correspondiente al del antiguo tren militar que viajaba hasta el faro de la playa del Vigía el Chico.

En este sentido y con base en la estructura de la vegetación la cual observa un continuo de vegetación sobre toda la zona que compone tanto los polígonos del ANP como su área de influencia, cualquier intento de apertura de una ruta distinta al trazo existente supondría en una serie de efectos e impactos de significancia mucho mayor en comparación al trazo seleccionado, el cual entre sus características resalta que el mismo cuenta con el ancho de corona necesario para el proyecto, así mismo, el camino aunque en malas condiciones ah sido utilizado por los pobladores y visitantes a la reserva así como por el área de vigilancia de la misma desde siempre en cuyo caso los impactos que este generó ya han sido disueltos por el paso del tiempo y la resiliencia de la zona, formando este parte del paisaje normal.

Aunado a lo anterior y con base en las necesidades tanto de los pobladores de la localidad de Felipe Carrillo Puerto de obtener una vía de salida al mar para mejorar la logística de transporte de productos a Punta Allen, así también en pos de mejorar la capacidad de vigilancia por parte de la dirección de la reserva y consolidar el turismo de bajo impacto dentro de la reserva lo cual incrementará la afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros, lo cual servirá para promover la conciencia pública y la educación de los visitantes, pero también como fuente de financiación para la conservación

Por estas causas, queda de manifiesto que no existe un área alternativa para el desarrollo de este Proyecto, toda vez que, la proyección de éste consiste en la construcción y modernización del camino ya existente.

Conclusiones

El Proyecto no representa una afectación mayor o significativa en el área debido a la localización que se propone. Todas las actividades se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de protección ambiental y equilibrio ecológico. De acuerdo con el análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el Proyecto, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia, se concluye que:

El proyecto nombrado “Camino Artesanal Puerta Al Mar” De Felipe Carrillo Puerto – Vigía Chico, Q. Roo” permitirá eficientizar el traslado de los productos que se originan en las comunidades aledañas al Proyecto hacía las poblaciones con actividades turísticas, agrícolas y comerciales, contribuyendo al desarrollo económico local y regional, conlleva únicamente el condicionamiento jurídico y técnico a través de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, hasta en tanto se cumplan con cabalidad las condiciones jurídicas para la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para su preparación y construcción.

Como resultado de la evaluación del SAR se concluye que:

- Lo principales impactos del Proyecto serán mitigados, de manera de que se mantenga la integridad funcional del SAR.



- Lo impactos significativos serán sujetos a la aplicación de medidas de mitigación y compensación, diseñadas para atenuar o eliminar el efecto de estos sobre el medio ambiente.
- Los impactos de significancia baja que se generen durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán mitigados mediante la utilización de las medidas planteadas en el capítulo 6 del presente estudio y con la implementación de buenas prácticas ambientales, las cuales garantizarán el buen desempeño ambiental del Proyecto.

Se estima que se podrán generar 100 empleos directos, en la etapa de preparación del sitio y construcción, los cuales beneficiarán a las poblaciones aledañas al AP y una derrama económica por servicios: como son hospedaje y comida (entre otros).

Considerando el análisis realizado del escenario ambiental con el Proyecto y de acuerdo con los pronósticos realizados, la condición esperada para la mayoría de los componentes del SAR no presenta diferencias a lo que se esperaría en un futuro sin la construcción del Proyecto.

El tamaño del Proyecto no representa una afectación significativa, ya que, por ser un proyecto local, ésta no modificará la estructura o funcionamiento del SAR.

- La instalación de señalética y las medidas de diseño seleccionadas permitirán prevenir y disminuir las afectaciones a las especies de fauna silvestre durante la operación de este, además de que se aplicarán acciones de rescate y reubicación de la misma, durante la preparación del sitio y construcción.

El resultado de la evaluación indica que la mayoría de los impactos identificados para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación son de significancia media y baja.

El Proyecto cumple con la legislación que rigen los niveles federal, estatal y municipal. Es compatible con lo establecido por los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables; el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel federal, así como con las Normas Oficiales Mexicanas y los Reglamentos de las Leyes aplicables. Adicionalmente no representa un efecto negativo para áreas de importancia ecológica.

Por lo tanto, la preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento puede llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de control y mitigación particulares a cada impacto identificado. Con base en los estudios y análisis realizados para el medio físico y biótico del área, se puede afirmar que el Proyecto no representa una afectación directa para el SAR, el cual ha sido modificado previamente por actividades humanas.