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 Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo I: Datos generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental.

Del Proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

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

I.1 Datos Generales del proyecto 3
I.1.1 Nombre del proyecto 4

I.2 Promovente 8
I.2.1 Nombre o razón social. 8
I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del Promovente. 8
I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal. 8
I.2.4 Dirección del Promovente o de su Representante Legal. 8

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 9
I.3.1 Nombre o Razón social. 9
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP. 9
I.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio. 9
I.3.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio. 9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1: Etapas del proyecto. 5
Tabla I.2: Programa de Trabajo. 7

Consulta Pública

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

I.1 Datos Generales del proyecto.

El presente Proyecto contempla la construcción de una nueva infraestructura vial que funcionará como prolongación de la Avenida Huayacán, con el propósito de establecer una conexión estratégica entre el ramal Cancún–Aeropuerto de la carretera federal 180 y la carretera federal 307 en su tramo Cancún–Playa del Carmen. Esta obra se localiza en una zona con alta dinámica logística, en inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Cancún, lo cual le confiere un valor funcional prioritario dentro del sistema de movilidad regional.

La implementación del Proyecto permitirá optimizar los flujos vehiculares mediante la descongestión de vialidades existentes, la reducción sustancial en los tiempos de traslado, así como la mejora en la eficiencia operativa del tránsito interurbano. De manera particular, facilitará el acceso directo a la Nueva Terminal de Carga (FF.CC.), fortaleciendo los eslabones logísticos clave de la región.

Adicionalmente, el Proyecto actuará como detonador del crecimiento económico local, al fomentar la movilidad de bienes y personas, incentivar la inversión en sectores logísticos, comerciales y turísticos, y consolidar el posicionamiento de la región como un nodo clave de conectividad en el sureste mexicano.

El Proyecto se desarrollará en tres etapas operativas estrechamente vinculadas entre sí: la primera corresponde a la preparación del sitio, que contempla el acondicionamiento inicial del área de intervención, la segunda etapa corresponde a la fase de construcción, en la que se llevarán a cabo las obras civiles e infraestructura vial proyectada, considerando la ejecución de excavaciones, conformación del cuerpo del camino, instalación de drenajes, señalética definitiva y dispositivos de control vehicular, todo ello con la incorporación de medidas de mitigación ambiental aplicables; finalmente, la tercera etapa es la de operación y mantenimiento, en la cual la vialidad entrará en funcionamiento y se establecerán labores programadas de conservación, tales como el mantenimiento de superficies, limpieza de obras de drenaje y reposición de elementos de señalización, con el fin de garantizar la seguridad, funcionalidad y durabilidad del tramo a largo plazo.

Consulta Pública

El Derecho de Vía (DDV) tendrá una longitud total de 15.394 kilómetros, abarcando una superficie proyectada de 115.023 hectáreas (equivalentes a 1,150,230.00 m²).

La vialidad proyectada ha sido diseñada con una sección transversal que optimiza tanto la circulación vehicular como peatonal, asegurando la fluidez del tránsito y la seguridad de los usuarios. Cuenta con un ancho de corona de 39.00 metros e incorpora tres carriles por sentido, lo cual permite el tránsito eficiente de vehículos de distintos tamaños. Entre ambos sentidos se ubica una faja separadora central de 2.00 metros, que actúa como barrera física para mejorar la seguridad vial. A los costados, se contemplan acotamientos internos de 1.00 metro y acotamientos externos de 3.00 metros, que facilitan el estacionamiento de unidades de emergencia o la detención segura de vehículos en casos excepcionales. La pavimentación del área de rodamiento se realizará mediante la aplicación de mezcla asfáltica en caliente, y el proyecto contempla adicionalmente la construcción de obras de drenaje pluvial. Asimismo, se ejecutarán obras y actividades orientadas a la prevención, minimización y compensación de los impactos ambientales que pudieran derivarse de su desarrollo, en cumplimiento con la normativa ambiental aplicable.

I.1.1 Nombre del proyecto

Libramiento Vial Cancún Sur.

I.1.1 Ubicación del proyecto.

El Libramiento Vial Cancún Sur es una obra estratégica de infraestructura en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, cuyo objetivo principal es mejorar la conectividad vial y optimizar la movilidad regional. Este libramiento funcionará como prolongación de la Avenida Huayacán, enlazando de manera directa la carretera federal 180 (ramal Cancún–Aeropuerto) con la carretera federal 307 (Cancún–Playa del Carmen) y con la nueva Estación Multimodal de Carga Ferroviaria.

La obra se justifica en la necesidad de descongestionar vialidades urbanas, facilitar los accesos hacia el aeropuerto y la terminal de carga, e impulsar el desarrollo logístico, turístico y comercial de la región. Sus objetivos incluyen:

- Reducir los tiempos de traslado y fortalecer la logística de transporte.
- Incrementar la competitividad regional y generar empleos directos e indirectos.
- Promover un modelo de desarrollo ordenado, con reducción de emisiones vehiculares y huella de carbono, alineado con políticas de sustentabilidad

Consulta Pública

El proyecto se ubica al sur de Cancún y contempla una longitud de **15.394 km de derecho de vía**, abarcando una superficie aproximada de **115.023 ha**. La traza inicia en la intersección con la Avenida Kabah y concluye en la conexión con la carretera 180D, integrando un ramal hacia la Estación Multimodal de Carga.

El desarrollo del Libramiento comprende tres fases:

1. **Preparación del sitio**: incluye desmonte, despalme, salvamento arqueológico, habilitación de caminos y rescate/reubicación de flora y fauna.
2. **Construcción**: ejecución de cortes, excavaciones, rellenos, conformación de terraplén, estructuras mayores (puentes, viaductos, pasos vehiculares), así como obras complementarias y señalización.
3. **Operación y mantenimiento**: funcionamiento de la vialidad y mantenimiento periódico de la infraestructura.

El proyecto se apega al marco jurídico ambiental aplicable, entre ellos la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (artículos 1, 4, 25, 27, 28 y 73), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental, la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), así como disposiciones estatales y municipales de Quintana Roo. Adicionalmente, se vincula con programas de ordenamiento ecológico territorial y planes de desarrollo nacional y estatal, garantizando congruencia normativa y ambiental.

I.1.2 Tiempo de vida útil del proyecto.

El proyecto se estima en 18 meses de construcción, así como una vida útil de 50 años, el desarrollo del proyecto Libramiento Vial Cancún Sur contempla tres etapas que se encuentran estrechamente vinculadas y que garantizan la correcta planeación, ejecución y operación de la obra:

Tabla I.1: Etapas del proyecto.

Etapas del proyecto	Meses/Años																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	50 Años
Preparación del Sitio																			
Construcción																			
Operación y mantenimiento																			

Consulta Pública

1.Preparación del sitio

Esta etapa incluye el acondicionamiento inicial del área de intervención. Comprende la habilitación de caminos de acceso, la instalación de campamentos, almacenes y patios de maquinaria, así como las actividades de desmonte, despalme y excavación con fines de salvamento arqueológico. Asimismo, en esta fase se realizarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, con el fin de minimizar los impactos sobre los ecosistemas presentes en el área del proyecto.

2. Construcción

En esta fase se llevarán a cabo las obras civiles necesarias para conformar la vialidad proyectada. Se contemplan cortes al terreno natural, excavaciones, rellenos y nivelaciones, escarificación y compactación, así como la conformación del pedraplén y terraplén. Posteriormente se ejecutarán las capas de base, subbase y concreto hidráulico. Adicionalmente, se desarrollará la construcción de estructuras mayores como puentes, viaductos y pasos vehiculares, incluyendo la perforación de pilas de cimentación, colocación de acero de refuerzo y colado de pilas. Finalmente, se incorporarán obras complementarias como cunetas, bordillos, contracunetas, instalación de señalización definitiva y acabados. Una vez concluidos los trabajos, se procederá al desmantelamiento de las obras provisionales y al retiro de la maquinaria.

3. Operación y mantenimiento

En esta etapa la vialidad entrará en funcionamiento y será utilizada por el tránsito vehicular, favoreciendo la conectividad regional. Para garantizar la seguridad y durabilidad del tramo se implementarán labores periódicas de conservación, que incluyen el mantenimiento de la superficie de rodamiento, limpieza de obras de drenaje, reparación de cunetas, así como la reposición de elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial. El mantenimiento preventivo y correctivo será esencial para asegurar la eficiencia operativa y la prolongación de la vida útil del proyecto.

4. Aplicación de medidas de prevención y mitigación

El Programa de Vigilancia Ambiental se implementará de manera transversal a todas las etapas del proyecto, con el propósito de dar seguimiento puntual al cumplimiento de la normativa ambiental aplicable y verificar la correcta ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Capítulo VI.

Consulta Pública

Este programa contempla:

- **Monitoreo continuo** de los factores bióticos y abióticos susceptibles de afectación.
- **Supervisión periódica** de las actividades de obra, particularmente en lo relacionado con la vegetación, movimiento de suelos, emisiones atmosféricas, generación de residuos y ruido.
- **Reportes técnicos** que serán presentados ante la autoridad ambiental, a fin de documentar el grado de cumplimiento de las obligaciones ambientales.

El Programa de Vigilancia Ambiental se constituye, así como una herramienta de control y seguimiento que permitirá identificar oportunamente desviaciones, aplicar medidas correctivas y garantizar que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo bajo criterios de sustentabilidad.

Tabla I.2: Programa de Trabajo.

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto		Meses																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	50 años
PREPARACIÓN DEL SITIO	Contratación de personal y adquisición de insumos																				
	Actividades de Ahuyentado, Rescate y reubicación de Flora y Fauna silvestre																				
	Habilitación de caminos de acceso existentes.																				
	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria)																				
	Desmonte																				
	Despalme																				
	Excavación y salvamento arqueológico																				
CONSTRUCCIÓN	Movimiento de materiales	Cortes al terreno natural																			
		Cortes no aprovechables																			
		Excavaciones																			
		Rellenos y nivelaciones																			
		Escarificación y compactación																			
		Acarreo de materiales																			
	Terraplén a nivel	Conformación del pedraplén y terraplén (base, subbase, base hidráulica)																			

Consulta pública

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto		Meses																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	50 años
		Base y concreto hidráulico																			
	Construcción de Puentes, viaductos y pasos vehiculares	Perforación para pilas de cimentación																			
		Colocación de acero de refuerzo																			
		Colado de pilas con concreto																			
		Construcción de superestructuras																			
	Obras complementarias	Cunetas, bordillos y contracunetas																			
		Instalación de señalamientos y acabados																			
	Desmantelamiento de obras provisionales y retiro de maquinaria																				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación																				
	Mantenimiento																				
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Programa de Vigilancia ambiental																				

I.2 Promovente.

I.2.1 Nombre o razón social.

Tren Maya S. A. de C. V.

I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del Promovente.

TMA220603D80.

I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal.

C. Gral [redacted]

Titular de la Unidad de Estrategia Corporativa y Comercial de "Tren Maya S.A. de C.V."

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

Consulta Pú

El C. [redacted]
La C[redacted]
[redacted]
Yucatán. Correo electrónico: dgambiental.tm@sedena.gob.mx
Teléfono[redacted]

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o Razón social.

ECOSFERA Consultoría, Desarrollo y Supervisión Ambiental.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

[redacted]

I.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

Ing. [redacted]
Cedula Profesional: [redacted]
Cap. 1/o. I.C. [redacted]

I.3.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio.

Campo Militar No. 37-D. Carretera Federal 85 México-Pachuca Km 42.5. Santa Lucía, Zumpango, Edomex. Cp. 55640.

I.3.5 Participantes de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

Nombre	Responsabilidad	No. de cédula
[redacted]	Coordinador del estudio Medio Físico y Biótico	[redacted]
Ing. [redacted]	Jefe de Análisis de flora y fauna	[redacted]

Consulta Pública

Nombre	Responsabilidad	No. de cédula
Ing. Sist. [redacted]	Jefe de Vinculación Jurídica	[redacted]
Biol. [redacted]	Jefe de Sistemas de Información Geográfica	[redacted]
Biol [redacted]	Jefe de Campo flora y fauna	[redacted]
Ing. For. [redacted]	Técnico de Impacto Ambiental, Análisis Forestales	[redacted]
Ing. [redacted]	Técnico de Impacto Ambiental	[redacted]
Biol. [redacted]	Técnico de Impacto Ambiental	[redacted]
Lic. [redacted]	Maestría en Derecho Penal	[redacted]
[redacted]	TSU Química Área Tecnológica Ambiental	[redacted]

Conforme a los convenios interinstitucionales entre Tren Maya y el Agrupamiento de Ingenieros Felipe Ángeles, el Agrupamiento asume, además de la ejecución de obra y la implementación de medidas de mitigación y prevención, la carga financiera correspondiente al pago de derechos y fianza ambiental, operando ambos bajo la estructura de la SEDENA.

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo II: Descripción del Proyecto.

Del Proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5

II.1 Información General del Proyecto.....5
II.1.1 Objetivos y Justificación.....6
II.1.2 Antecedentes.....7
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.....8
II.1.4 Inversión requerida..... 19
II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos..... 20

II.2 Características particulares del proyecto. 22
II.2.1 Programa de trabajo. 38
II.2.2 Representación gráfica regional 41
II.2.3 Representación gráfica local 42
II.2.4 Dimensiones del proyecto 43
II.2.5 Características del área del proyecto..... 45
II.2.6 Programación..... 46
II.2.7 Estudios de campo y gabinete. 46
II.2.8 Etapa de Preparación del sitio y construcción..... 47
II.2.9 Etapa de Operación y Mantenimiento..... 77
II.2.10 Etapa de Abandono del Sitio. 79
II.2.11 Utilización de explosivos..... 80
II.2.12 Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones A La Atmósfera. 80
II.2.13 Infraestructura para la minimización de residuos. 84
II.2.14 Generación de Gases Efecto Invernadero..... 85

II.3 Referencias bibliográficas. 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1: Ejes principales del Libramiento a Cancún 10
Tabla II.2: Eje 0, ubicación del eje de proyecto. 10
Tabla II.3: Nomenclatura utilizada en los ejes 0 y 20. 13
Tabla II.4: Inversión requerida. 19
Tabla II.5: Servicios requeridos y forma de suministro para el Proyecto. 20
Tabla II.6: Longitudes del viaducto. 26
Tabla II.7 Longitudes del Puente Huayacán. 30
Tabla II.8: Programa de trabajo. 39
Tabla II.9: Áreas de construcción: “Libramiento Vial Cancún Sur”..... 43

Consulta Pública

Tabla II.10: Ejes principales del proyecto. 45
Tabla II.11: Análisis del sitio del Proyecto. 45
Tabla II.12: Personal considerado para el proyecto 47
Tabla II.13: Personal considerado para el proyecto. 48
Tabla II.14: Tipos de residuos y su disposición final. 81
Tabla II.15: Generación de residuos por tipo. 82
Tabla II.16: Infraestructura para el manejo y almacenamiento de Residuos. 84
Tabla II.17: Consumo diario por tipo de equipo y/o maquinaria. 86
Tabla II.18: Gases de Efecto Invernadero etapa de preparación del sitio y construcción. 86
Tabla II.19: Gases de Efecto Invernadero etapa de operación y mantenimiento. 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1: Ubicación libramiento Vial Cancún Sur político-administrativo del proyecto. 9
Figura II.2: Uso de Suelo y vegetación dentro del AP. 14
Figura II.3: Riesgo por ciclones tropicales. 16
Figura II.4: Riesgo por sismo. 17
Figura II.5: Riesgo por sequías. 18
FiguraII.6: Vista conceptual del EJE 0 con dos cuerpos con tres carriles y franja separadora de carriles al centro. 23
Figura II.7 Sección tipo, dos cuerpos de 15 metros unidos por una franja separadora de 2 m. 23
Figura II.8: Primera separación de uno a dos cuerpos del Eje 0; km 0+238.32 – km 0+992.40. 24
Figura II.9 Segunda separación de uno a dos cuerpos del km 1+342.28 – km 2+149.98. 24
Figura II.10 Vista conceptual del Eje 0 con dos carriles separados por un camellón central de ancho variable. 25
Figura II.11 Sección transversal del km 1+342.28 – km 2+149.98, en la separación de los cuerpos. 25
Figura II.12: Vista conceptual de la aproximación a la rampa del viaducto. 26
Figura II.13: Inicio de rampa de accesos al viaducto. 26
Figura II.14: Vista conceptual de la superestructura y los dos cuerpos del viaducto. 27
Figura II.15: Sección transversal de la rampa y carriles laterales del Viaducto. 27
Figura II.16: Sección transversal del viaducto librando el paso del Tren Maya. 28
Figura II.17 Vista conceptual donde termina la estructura e inicia la rampa de descenso del Eje 0. 28
Figura II.18: km 3+180 Separación de cuerpos por presencia de torres de CFE. 29
Figura II.19: Vista conceptual del Eje 0 pasando el Puente Kulkaná y la línea de conducción eléctrica. 29
Figura II.20: Vista conceptual del Eje 0 con los dos cuerpos separados por un camellón central y la línea de conducción eléctrica al centro. 30

Consulta Pública

Figura II.21: Unión de los dos cuerpos e inicio del Puente Huayacán, km 5+511.86 y km 5+626 respectivamente. 31
Figura II.22: Terminación del Puente Huayacán km 6+826. 31
Figura II.23: Sección transversal de la Avenida Huayacán II con un ancho de corona de 44 m. 32
Figura II.24: km 7+000 al km 8+000 Geometría del Eje 0, con dirección a la carretera federal 307 Cancún - Playa del Carmen. 32
Figura II.25: km 8+000 al km 9+000 Geometría del Eje 0 con dirección a la carretera federal 307 Cancún - Playa del Carmen. 33
Figura II.26: km 9+628.12 Fin del Eje 0 entronque con la carretera federal 307 Cancún – Playa del Carmen. 33
Figura II.27: Sección transversal del Eje 20: Dos cuerpos y la franja separadora central con 25 m de corona. 34
Figura II.28: Inicio y separación del Eje 20, km 20+000 y km 20+692.65. 34
Figura II.29: Sección transversal del Cuerpo separado con dirección a la Estación Multimodal Cancún. 35
Figura II.30: Unión de los cuerpos separados en el km 21+347.78. 35
Figura II.31: Geometría de la primera separación a dos cuerpos del Eje 20, km 20+692.65 al km 21+347.78. 36
Figura II.32: Geometría del Eje 20, del km 22+000 al 23+000. 36
Figura II.33: Geometría del Eje 20, del km 23+000 al km 24+000. 37
Figura II.34: Geometría de la segunda separación de los cuerpos km 24+015.03 - km 24+794.43. 37
Figura II.35: Fin del Eje 20, km 24+794.43 al km 25+765.63 Entronque Huayacán. 38
Figura II.36: Limites Políticos Administrativos del proyecto. 41
Figura II.37: Ubicación local del proyecto. 42
Figura II.38: Ejemplificación de remoción vegetal, mediante el uso de motosierra. 55
Figura II.39: Ejemplo de maquinaria para el despalme. 58
Figura II.40: Ejemplos de maquinaria para los cortes. 59
Figura II.41: Ejemplos de maquinaria para la construcción de cortes. 61
Figura II.42: Ejemplo de maquinaria para la construcción de terraplenes. 64
Figura II.43: Tractocamión con Góndola. 66

Consulta Pública

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información General del Proyecto

El desarrollo del proyecto **"Libramiento Vial Cancún Sur"** constituirá una infraestructura destinada a mejorar la movilidad en el municipio Benito Juárez, Q. Roo., así también facilitar un acceso más fluido y directo enlazando con carreteras recurridas como lo son la Carretera Federal 180D y la Carretera Federal 307, también permitirá la conectividad a la Estación Multimodal de Carga Ferroviaria. Este plan implica la construcción de un Libramiento que garantice y alivie el tráfico innecesario a la Estación de Pasajeros Cancún (Carretera 180D) y posteriormente permitirá atender el tráfico generado por la Terminal Multimodal de Carga.

La premisa fundamental de este proyecto es la accesibilidad, asegurando que personas y vehículos puedan acceder fácilmente a la carretera 307, desahogar dicha vialidad. Además, se considera crucial el funcionamiento eficiente para la integración fluida de diferentes medios de transporte, incluyendo la convivencia armoniosa con peatones y ciclistas. Esto garantiza un servicio seguro e inclusivo para todos los usuarios de Cancún.

Al priorizar la accesibilidad y la integración multimodal, este proyecto no solo mejora la conectividad y la movilidad en la región, sino que también promueve un enfoque inclusivo que tiene en cuenta las necesidades de todos los usuarios, independientemente de su modo de transporte preferido.

La ejecución de este proyecto está estructurada en tres fases clave: la preparación del sitio, la construcción, y la operación y mantenimiento. Durante la primera etapa se realizan actividades preliminares como el desmonte, limpieza del terreno, instalación de señalética, adecuación de accesos y delimitación de áreas operativas, asegurando condiciones seguras para el inicio de obras. En la fase de construcción se ejecutan las labores físicas que dan forma a la infraestructura proyectada, incluyendo el movimiento de tierras, edificación de estructuras, instalación de sistemas técnicos. Finalmente, la etapa de operación y mantenimiento contempla la puesta en marcha del proyecto, su funcionamiento conforme a los parámetros técnicos establecidos.

Consulta Pública

II.1.1 Objetivos y Justificación

II.1.1.1 Justificación.

La implementación del proyecto denominado **"Libramiento Vial Cancún Sur"** se justifica por diversas razones que abordan tanto necesidades económicas como sociales y ambientales en la región sureste de México.

En primer lugar, este libramiento mejorará la conectividad y la logística en la región, integrándose al contexto del Tren Maya, un proyecto clave para el desarrollo regional que busca conectar áreas productivas y turísticas en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La construcción de este libramiento busca un acceso más eficiente a mercados nacionales e internacionales, permitiendo el transporte de mercancías de manera más ágil y reduciendo los tiempos de entrega con el destinatario final. Este aspecto es crucial para la competitividad de las empresas locales, que podrán operar de manera más eficaz y mejorar su posicionamiento en el mercado e incrementando el flujo comercial de proveedor a usuario final.

Asimismo, se espera que la ejecución operacional de este libramiento impulse significativamente la economía local y regional. Al convertirse en un distribuidor vehicular el cual favorezca la conectividad entre proveedor y usuario creando con ello nuevos empleos, tanto directos como indirectos, lo que está estrictamente relacionado con la calidad de vida de la población local al ofrecer nuevas oportunidades laborales a corto, mediano y largo plazo.

Desde un punto de vista enfocado específicamente en materia ambiental el proyecto **"Libramiento Vial Cancún Sur",** se llevará a cabo sobre una vialidad ya existente y su ampliación y modernización contribuirá a la sostenibilidad así como a la reducción del impacto ambiental, pues al incrementar la eficiencia vehicular con una vialidad completamente renovada el flujo vehicular será constante y con ello se disminuirán los tiempos de traslado resultando un menor uso de vehículos impulsados por combustibles fósiles, mitigando el impacto por huella de carbono. El diseño del proyecto priorizará la sustentabilidad, alineándose con las políticas ambientales tanto nacionales como internacionales.

Además de sus beneficios económicos y ambientales, este proyecto beneficiará tanto a empresas y comercio como a la población local ya que la calidad de vida mejorará de manera significativa ya que, la creación de infraestructura moderna y servicios aduanales eficientes facilitará el acceso a productos y materias primas, beneficiando tanto a consumidores como a pequeños y medianos empresarios que dependen de un sistema logístico confiable y accesible.

Consulta Pública

Finalmente, este proyecto busca promover un desarrollo regional más equitativo. La región sureste de México ha enfrentado históricamente desafíos económicos y de infraestructura, y este proyecto se concibe como un medio para revertir desigualdades y fomentar un crecimiento más inclusivo. Al facilitar el acceso a mercados y mejorar la logística, se pretende beneficiar a diversas comunidades y sectores.

II.1.1.2 Objetivos Generales y específicos.

II.1.1.2.1 Objetivo General.

Mejorar la conectividad y la circulación vehicular en la ciudad de Cancún, facilitando el acceso a las zonas de expansión urbana, comerciales y turísticas del sur de la ciudad. Esta obra busca reducir la congestión en arterias principales, y optimizar el tránsito hacia el Aeropuerto Internacional de Cancún. Además, contribuirá al desarrollo ordenado de nuevas áreas urbanas, impulsando el crecimiento económico y la calidad de vida de los residentes.

II.1.1.2.2 Objetivos Específicos.

1) Optimizar la logística de transporte: Reducir los tiempos de traslado desde el punto de vista mercantil, así como privado.
2) Reducir la huella de carbono propiciada por el incremento de flujo vehicular durante el crecimiento poblacional de la región.
3) Incrementar el flujo económico en la región contribuyendo a la generación de nuevos empleos directos e indirectos.
4) Conectar de manera segura y eficiente regiones de la localidad, así como incrementar el flujo turístico de la misma.

Estos objetivos buscan crear un impacto positivo en la región a través de la infraestructura de la terminal, impulsando un desarrollo integral y sustentable.

II.1.2 Antecedentes.

Como parte de los compromisos presidenciales establecidos al inicio del sexenio anterior, el Presidente de la República aprobó el presupuesto necesario para la construcción de la infraestructura. Además, instruyó que las obras fueran realizadas por Ingenieros Militares, garantizando así la finalización de los proyectos dentro del plazo establecido, con ahorros significativos y alta calidad en la ejecución.

Consulta Pública

Asimismo, el crecimiento poblacional a lo largo de la última década ha incrementado de manera exponencial, principalmente dentro del territorio nacional del estado de Quintana Roo es conocido por ser uno de los destinos turísticos más importantes del país y del mundo, gracias a sus hermosas playas caribeñas, resorts de lujo, vida nocturna y la cercanía a sitios arqueológicos.

Cancún funge actualmente como cabecera municipal del municipio de Benito Juárez, cuyo nombre honra al presidente Benito Juárez. Fue fundado en 1970 y, desde entonces, ha crecido de manera exponencial, convirtiéndose en un centro de desarrollo económico y turístico clave en la región. Además de su actividad turística, Cancún es un punto importante en la economía regional, con sectores como la construcción, el comercio y los servicios desempeñando un papel crucial. La ciudad tiene una infraestructura moderna, con centros comerciales, restaurantes, aeropuertos internacionales, y eventos de renombre internacional.

Cancún también cuenta con una población diversa, que incluye tanto residentes permanentes como turistas, y es conocida por su ambiente cosmopolita, donde se hablan varios idiomas y se mezclan diferentes culturas.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

II.1.3.1 Ubicación político-administrativa.

El libramiento a Cancún se localiza entre la carretera de cuota 180 D Mérida - Cancún y la carretera federal 307 Cancún – Playa del Carmen, a la altura del Aeropuerto Internacional de Cancún, la Estación del Tren Maya Cancún y la Estación Multimodal Cancún; este libramiento tendrá una longitud efectiva de 15.394 kilómetros y está integrado por dos ejes principales, el primer eje principal es el que denominaremos como EJE 0 , Cuerpo A Huayacán, con origen en el entronque de la Autopista de cuota 180 D Mérida – Cancún y la avenida Huayacán, con coordenadas UTM X= 509684.576, Y= 2327846.146, este eje recorre 6.882 kilómetros en dirección Sureste hasta entroncar con el camino que lleva a la Sub Estación SET 4 de la CFE, el entronque presenta las coordenadas UTM X= 511935.501, Y= 2321364.02. De este entronque, continua 2.745 kilómetros hacia el este, hasta entroncar con la carretera Federal 307 Cancún – Playa del Carmen; El Eje 0 corre paralelo y en ocasiones llega a cruzar la línea de conducción eléctrica de CFE.

El segundo eje principal se denomina EJE 20, Vialidad de Carga, el cual tiene su origen en el punto con coordenadas UTM X= 504747.886, Y=2324614.611, este eje tiene una longitud de 5.766 kilómetros con dirección al Este hasta entroncar en el km 2+940 del Eje 0 en las coordenadas UTM X= 510526.205, Y= 2325014.945, este eje corre paralelo a la vía del Tren Maya Mérida – Cancún.

Consulta Pública

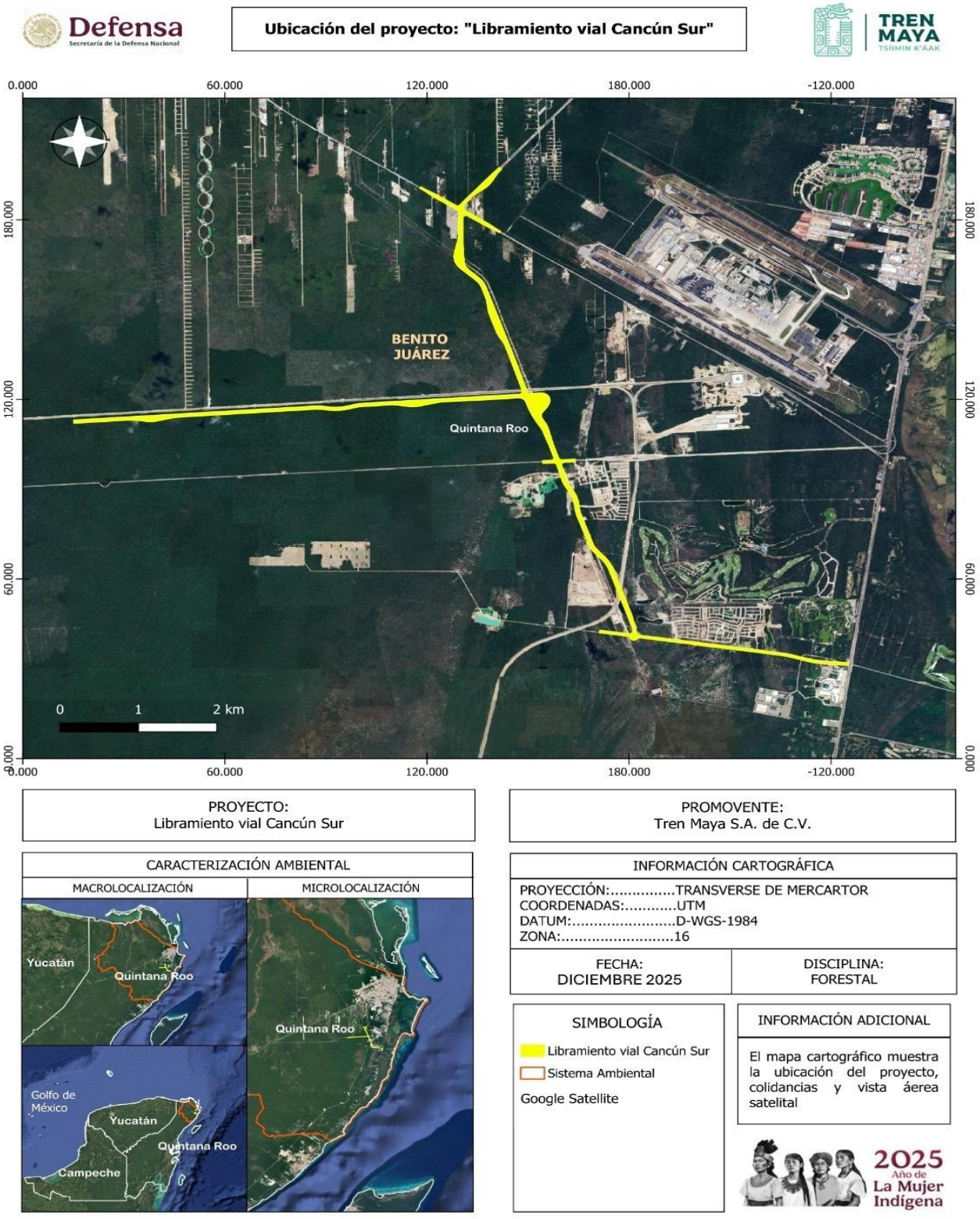


Figura II.1: Ubicación libramiento Vial Cancún Sur político-administrativo del proyecto.

Anexo 2. Vectoriales.

Esta vialidad está ubicada en una zona en pleno desarrollo, en donde el Libramiento se convierte en una conexión fluida y conveniente hacia distintos puntos de interés y servicios esenciales en la ciudad.

Para este caso, el proyecto implica prolongar la Avenida Huayacán desde su actual intersección con la carretera federal 180 hasta conectarse con la carretera federal 307. Esta ampliación mejorará significativamente la conectividad en el sur de Cancún, facilitando el acceso a áreas en desarrollo y optimizando el flujo vehicular. Las coordenadas geográficas extremas del trazo del proyecto son 20°59'19.17"N, 86°51'32.58"W entronque con carretera federal 307) y 21° 3'5.23"N, 86°54'24.26"W" (Entronque Av. Huayacán y Carretera Federal 180 D).

Así mismo, la Vialidad a la Nueva Terminal de Carga se ubica desde su intersección con este libramiento hasta entroncar con el polígono de la Terminal Multimodal de Carga FF. Las coordenadas geográficas extremas del trazo del proyecto son 21° 1'33.28”N, 86°53'54.17”W Zona 16Q (entronque con el Libramiento) y 21° 1'20.22”N, 86°57'15.46”W (acceso a la Terminal de Carga FF.CC.). Las coordenadas se encuentran disponibles en el anexo 2 en el apartado AP.

Tabla II.1: Ejes principales del Libramiento a Cancún

Eje No	Inicio km	Final km	Longitud Km
0	*0+000.00*	*9+628.12*	*9.628*
25	*20+000.00*	*25+765.63*	*5.766*
		Total	*15.394*

II.1.3.2 Ubicación y Eje del proyecto

El eje de proyecto para los ejes principales se muestra en las tablas siguientes

Tabla II.2: Eje 0, ubicación del eje de proyecto.

No	Punto	Estación	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	Inicio Punto sobre tangente	0+000.00	509682.473	2327721.950
2	PC	0+238.32	509682.003	2327483.633
3	PT	0+361.27	509668.621	2327361.648
4	TE	0+492.02	509640.526	2327233.952
5	EC	0+601.02	509626.501	2327126.192
6	CE	0+710.41	509659.233	2327023.132

Consulta Pública

No	Punto	Estación	Coordenadas UTM	
			X	Y
7	ET	0+819.41	509732.864	2326943.211
8	TE	0+992.40	509860.707	2326826.666
9	km Punto sobre espiral	1+000.00	509866.324	2326821.543
10	EC	1+091.40	509929.818	2326755.965
11	CE	1+137.53	509955.005	2326717.378
12	ET	1+236.53	509991.915	2326625.657
13	PC	1+342.28	510025.683	2326525.441
14	PT	1+435.21	510046.256	2326434.984
15	PC	1+525.73	510057.297	2326345.142
16	PT	1+618.65	510077.870	2326254.685
17	PC	1+880.79	510161.574	2326006.269
18	PT	1+982.84	510204.614	2325913.968
19	km Punto sobre tangente	2+000.00	510213.548	2325899.319
20	PC	2+047.93	510238.505	2325858.399
21	PT	2+149.99	510281.545	2325766.098
22	PI	2+237.73	510309.560	2325682.954
23	Inicio de la rampa del viaducto PST	2+300.01	510328.493	2325623.622
24	PI	2+733.99	510460.420	2325210.182
25	Termina rampa - Inicia estructura del viaducto	2+770.01	510471.922	2325176.046
26	km PST	3+000.00	510545.364	2324958.087
27	Termina estructura del viaducto - Inicia rampa	3+030.01	510554.943	2324929.657
28	PC	3+206.34	510611.246	2324762.562
29	PT	3+316.99	510658.838	2324662.953
30	PC	3+444.00	510726.996	2324555.777
31	Termina la rampa del viaducto PSC	3+460.07	510735.382	2324542.065
32	PT	3+558.69	510775.857	2324452.345
33	km PST	4+000.00	510913.091	2324032.918
34	PC	4+060.54	510931.919	2323975.375
35	PT	4+172.16	510964.033	2323868.485
36	TE	4+264.57	510988.459	2323779.366
37	EC	4+343.57	511011.728	2323703.903
38	CE	4+371.25	511022.390	2323678.368
39	ET	4+450.25	511059.688	2323608.763

Consulta Pública

No	Punto	Estación	Coordenadas UTM	
			X	Y
40	PC	4+536.88	511102.997	2323533.735
41	PT	4+707.68	511159.180	2323373.483
42	TE	4+793.90	511172.140	2323288.245
43	EC	4+872.90	511186.471	2323210.588
44	CE	4+873.35	511186.580	2323210.152
45	ET	4+952.35	511210.667	2323134.947
46	km PST	5+000.00	511226.628	2323090.047
47	TE	5+337.30	511335.989	2322770.978
48	EC	5+397.30	511357.062	2322714.831
49	CE	5+451.88	511384.335	2322667.65
50	ET	5+511.88	511422.471	2322621.368
51	PC	5+621.85	511495.324	2322538.988
52	Inicio de la rampa del Puente Huayacán, ya construido PSC	5+626.00	511498.060	2322535.872
53	Termina la rampa - Inicia la estructura Puente Huayacán PSC	5+791.28	511587.297	2322397.433
54	PT	5+849.72	511608.831	2322343.137
55	km PST	6+000.00	511657.018	2322200.79
56	Termina la estructura del Puente Huayacán ya construido, inicia la rampa PST	6+589.80	511846.131	2321642.133
57	PC	6+665.23	511870.319	2321570.678
58	PT	6+747.55	511893.892	2321491.826
59	TE	6+819.66	511912.052	2321422.037
60	Termina la rampa del Puente Huayacán ya construido PSE	6+826.00	511913.656	2321415.906
61	EC	6+882.65	511935.501	2321364.02
62	CE	6+914.27	511958.871	2321343.025
63	ET	6+977.27	512019.061	2321325.908
64	km PST	7+000.00	512041.532	2321322.568
65	km PST	8+000.00	513030.666	2321175.549
66	PC	8+698.20	513721.279	2321072.9
67	PT	8+901.31	513919.812	2321030.642
68	km PST	9+000.00	514014.875	2321004.138
69	PC	9+112.36	514123.111	2320973.962
70	PT	9+311.75	514319.139	2320939.272
71	PFIN	9+628.12	514634.535	2320914.491

Consulta Pública

Tabla II.3: Nomenclatura utilizada en los ejes 0 y 20.

Para curvas compuestas	
Nomenclatura	**Descripción**
TE	Inicia tramo en espiral
EC	Inicia curva circular
CE	Termina curva horizontal
ET	Termina tramo en espiral
PSE	Punto sobre tramo en espiral

Tramo en general	
Nomenclatura	**Descripción**
PC	Inicia curva horizontal
PT	Inicia tramo en tangente
Km	Estación serrada
PST	Punto sobre tangente
PSC	Punto sobre curva horizontal
PFIN	Punto final

a) Superficie total requerida y cobertura vegetal

El Proyecto se desarrollará en tres tramos consecutivos que, en conjunto, abarcan una longitud total de **15.394 kilómetros**. La superficie total prevista para ejecución es de **115.023 ha**, equivalente a **1,150,230.00 m²**, distribuidos estratégicamente a lo largo del trazo proyectado. Las obras principales consisten en la pavimentación del área de rodamiento mediante la aplicación de mezcla asfáltica en caliente, conforme a las especificaciones técnicas aplicables para garantizar la durabilidad, resistencia estructural y seguridad vial del trazo.

De manera complementaria, el Proyecto incluye la ejecución de medidas orientadas a la prevención, minimización y compensación de los impactos ambientales potenciales, mediante actividades específicas que serán detalladas en los apartados correspondientes. Estas medidas consideran acciones de restauración ecológica, control de emisiones, manejo responsable de residuos, protección de flora y fauna, así como esquemas de compensación en áreas ambientales vulnerables, todo ello en cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

La obra impactará **68.512 ha** (**685,120.00 m²**), pertenecientes a Selva Mediana Subperenifolia en sus estados sucesionales primarios y secundarios, de acuerdo con la carta vectorial de uso de suelo y vegetación serie VII (INEGI 2021).

Por lo que para llevar a cabo el proyecto será necesario un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, para lo cual se ingresará el estudio correspondiente para dar cumplimiento a lo especificado en la ley.

Consulta Pública

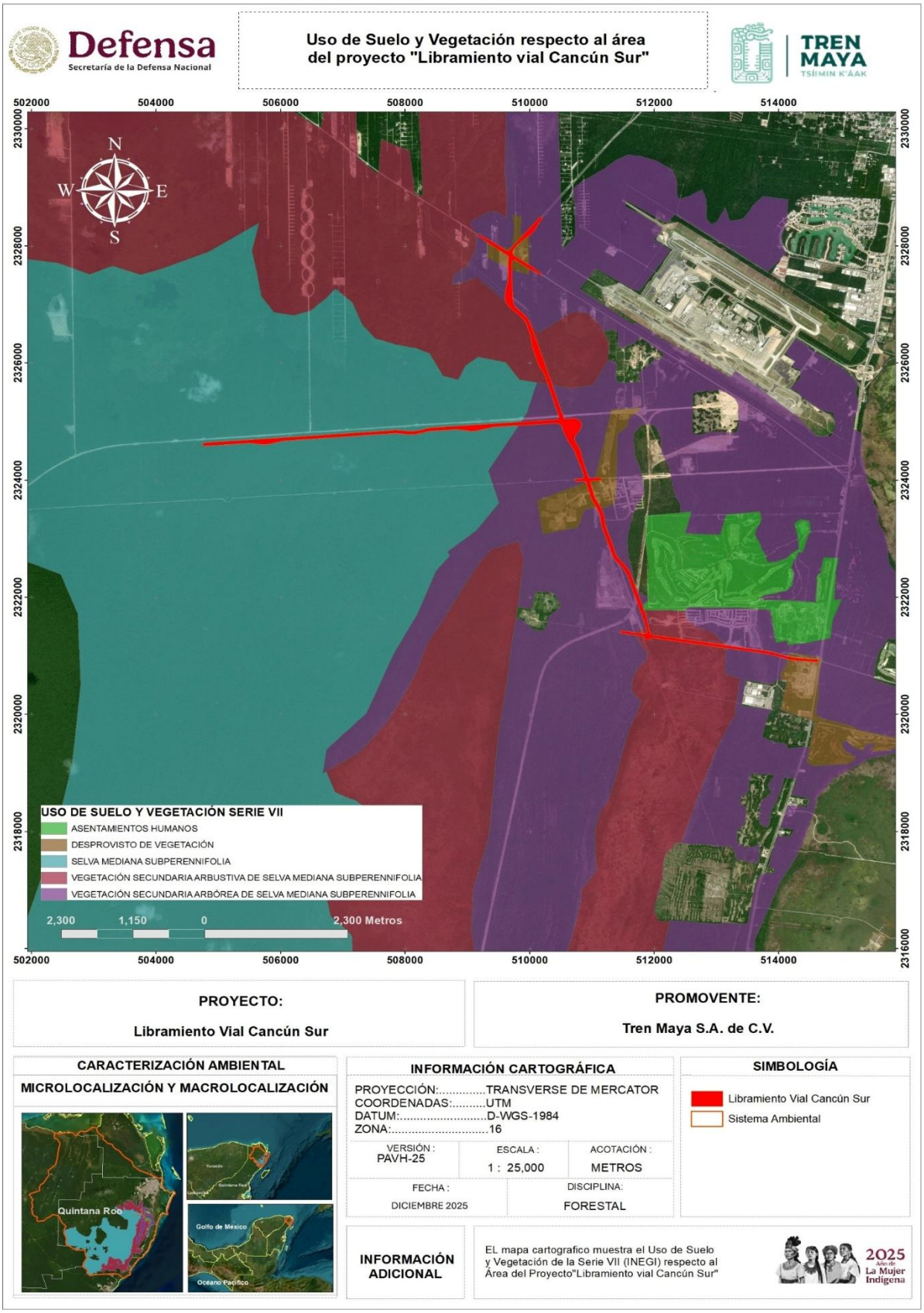


Figura II.2: Uso de Suelo y vegetación dentro del AP.

b) El Área del Proyecto se encuentra incluido el atlas de riesgo del Municipio de Benito Juárez, sin embargo, no se identificó ningún riesgo potencial directo, además se consultó el Atlas de Riesgo federal resultando en lo siguiente:

- De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el área del proyecto se localiza en una zona con alto riesgo de ciclones tropicales como puede apreciarse en la Figura II.3.
- Con base en el CENAPRED, el proyecto se localiza en un sitio con riesgo por sismos bajo como puede observarse a continuación en la Figura II.4.
- En cuanto a riesgo por sequía, en el conjunto de datos vectoriales del CENAPRED se reporta que el proyecto se encuentra con bajo riesgo como puede observarse a continuación en la Figura II.5.

Consulta Pública

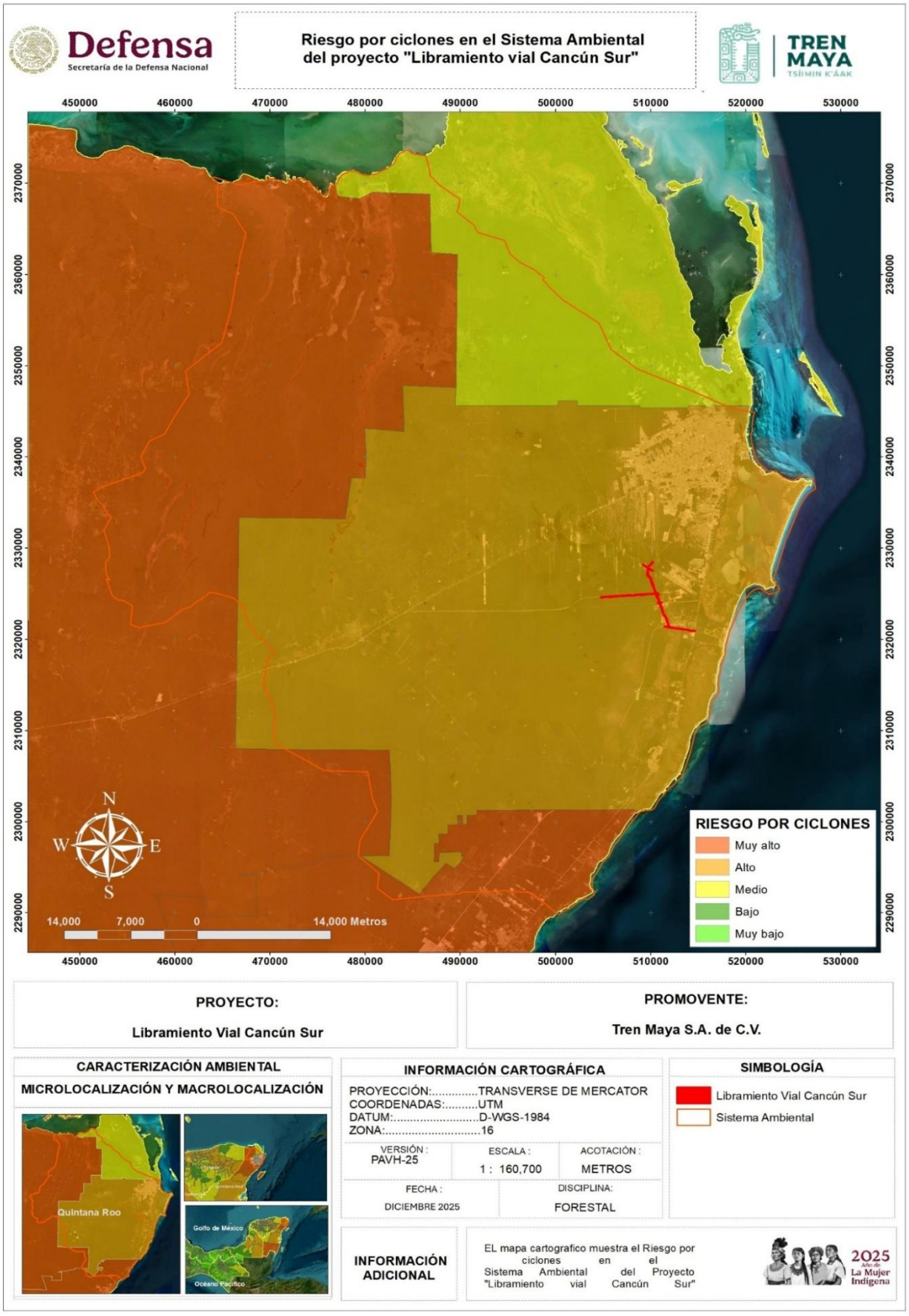


Figura II.3: Riesgo por ciclones tropicales.

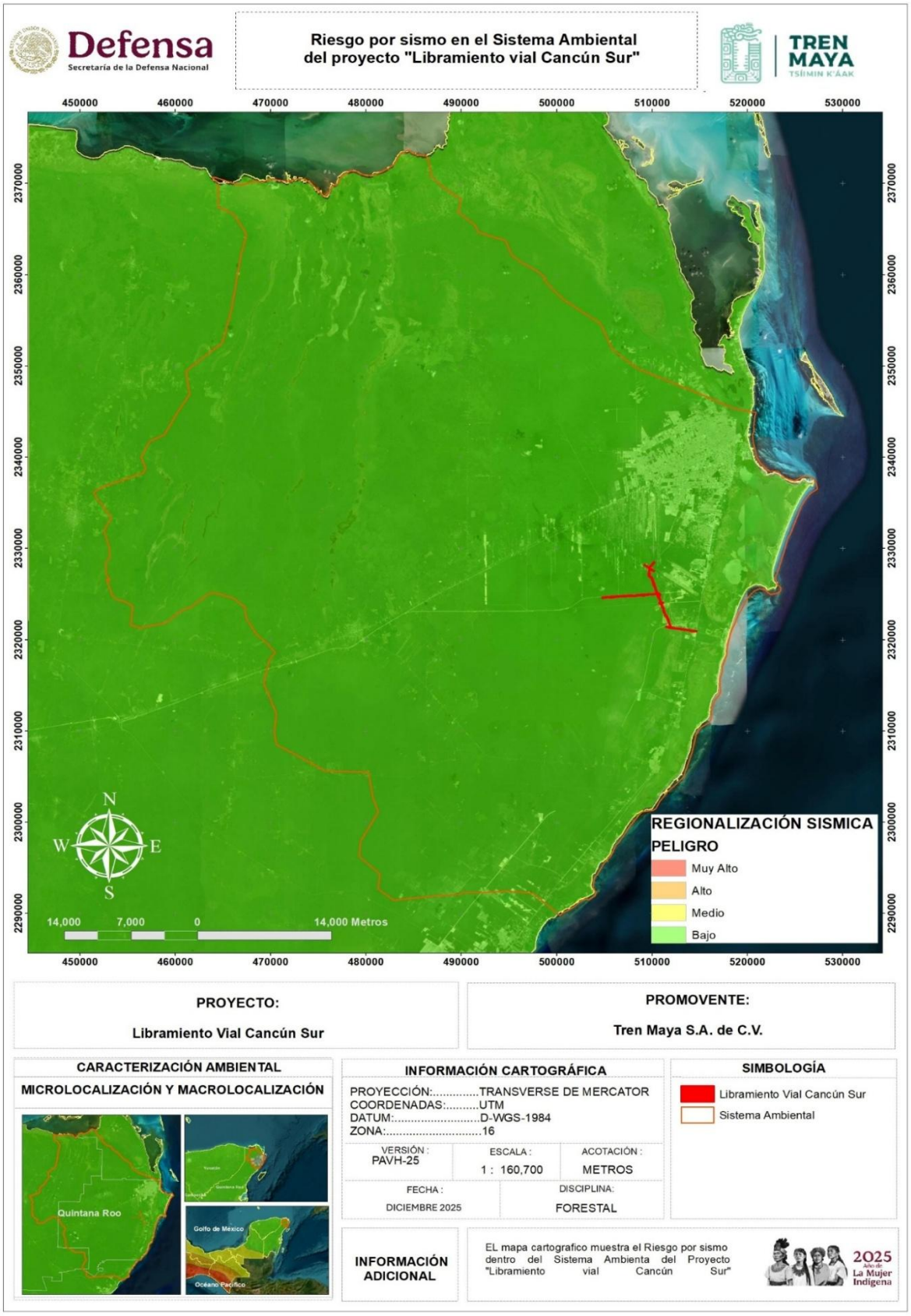


Figura II.4: Riesgo por sismo.

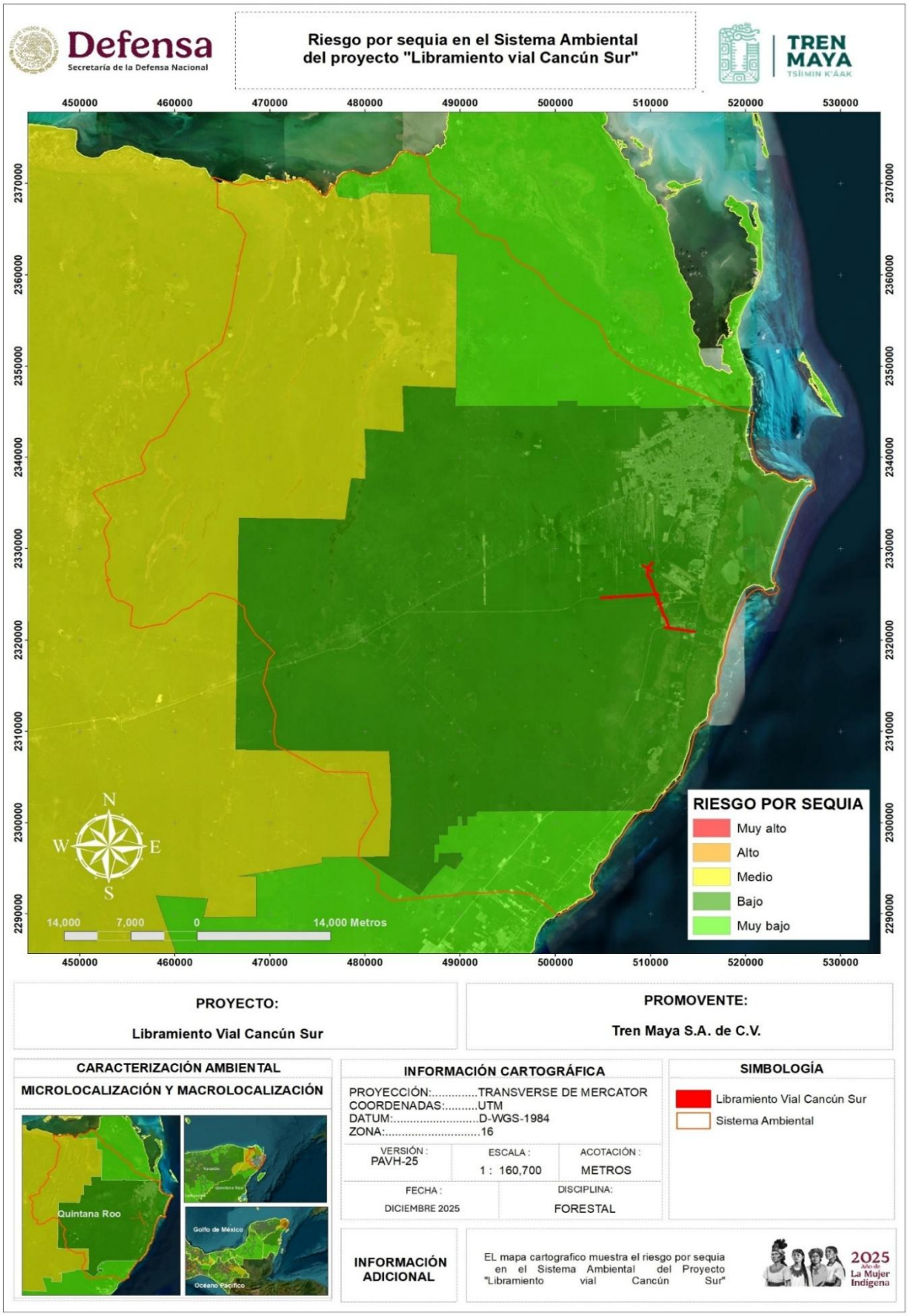


Figura II.5: Riesgo por sequías.

II.1.4 Inversión requerida

Se cuenta con un **presupuesto paramétrico integral,** destinado a la ejecución de los procesos constructivos del proyecto, el cual ha sido elaborado con base en rendimientos estándar de obra, costos unitarios de mercado y en los alcances técnicos definidos para cada una de las etapas del desarrollo. Dicho presupuesto contempla de manera ordenada y progresiva los recursos financieros necesarios para garantizar la correcta implementación del proyecto, desde su fase inicial hasta su conclusión, ver tabla II.4.

Tabla II.4: Inversión requerida.

Descripción del Requerimiento	Cantidad	Costo	Comentarios
OBRAS			
Obras inducidas CFE	1	$215,460,000.00	
Actividades constructivas	1	$2,750,000,000.00	
ESTUDIOS			
Pago de derechos estudios Impacto Ambiental y CUSTF, compensación ambiental	3	$11,130,053.90	A. Monto estimado Se obtendrá el monto exacto cuando se emita la resolución
Programas Ambientales	1	$66,914,594.00	
Prospección y Salvamento Arqueológico			Se considera prospección y rescate arqueológico
Fianza ambiental		$77,500,000.00	B. Monto estimado C. Se obtendrá el monto exacto cuando se emita la resolución
TOTAL, DE LA INVERSIÓN REQUERIDA		**$3,121,004,647.90**	

Este presupuesto considera, los costos asociados a las obras inducidas, particularmente aquellas vinculadas a la infraestructura eléctrica, las cuales resultan indispensables para la correcta operación del proyecto y cuya ejecución deberá coordinarse con las instancias correspondientes. De igual forma, se contemplan los montos requeridos para la ejecución de las actividades constructivas principales, que representan el mayor componente de la inversión total y abarcan la preparación del sitio, construcción, instalación de infraestructura.

En el rubro de estudios y obligaciones administrativas, el presupuesto incluye los pagos de derechos correspondientes a los estudios de Impacto Ambiental y, en su caso, al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), así como los montos destinados a la compensación ambiental, los cuales se consideran de manera estimada y podrán ajustarse una vez que la autoridad competente emita la resolución definitiva. Adicionalmente, se integran los recursos necesarios para la implementación y seguimiento

Consulta Pública

de los Programas Ambientales, los cuales son fundamentales para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales derivados del proyecto durante todas sus etapas.

De manera complementaria, se contempla la prospección y salvamento arqueológico, considerando que, previo y durante la ejecución de las obras, podrán llevarse a cabo actividades de identificación, registro y rescate de posibles vestigios arqueológicos, conforme a la normatividad aplicable y a las indicaciones de la autoridad competente en la materia.

Finalmente, se incluye la fianza ambiental, cuyo monto ha sido estimado de manera preliminar y que tiene como objetivo garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en las autorizaciones correspondientes. El monto definitivo de dicha fianza se determinará una vez que se emita la resolución oficial.

En conjunto, la inversión total requerida, estimada es de **$3,121,004,647.90**, la cual refleja el compromiso del promovente con una planeación financiera sólida, orientada a asegurar la viabilidad técnica, operativa y ambiental del proyecto, así como el estricto cumplimiento del marco normativo aplicable.

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

Tabla II.5: Servicios requeridos y forma de suministro para el Proyecto.

SERVICIO REQUERIDO	DESCRIPCIÓN
Combustibles.	Se requerirá combustible para la operación de maquinaria pesada, equipos de excavación, compactación, acarreo, perforación y construcción de obras mayores (terracerías, terraplenes, puentes, viaductos y pasos vehiculares). El suministro se realizará en áreas previamente definidas o en estaciones de servicio autorizadas. En caso de abastecimiento dentro del área del proyecto, este se llevará a cabo mediante camiones tipo orquesta, equipados con kits antiderrame, conforme a las actividades de preparación del sitio, construcción, desmantelamiento de obras provisionales y mantenimiento.
Agua	Los requerimientos de agua serán mínimos debido a la naturaleza del proyecto. Se utilizará agua tratada para el humedecimiento de las zonas de trabajo, con el objetivo de controlar la generación de partículas suspendidas. El suministro se realizará mediante una pipa con capacidad aproximada de 10,000 litros. Para el consumo del personal se empleará agua potable proveniente de garrafones retornables de 20 litros, adquiridos en establecimientos

Consulta Pública

SERVICIO REQUERIDO	DESCRIPCIÓN
	autorizados. Adicionalmente, se contratará una empresa especializada para la instalación, mantenimiento, limpieza y disposición final de residuos de sanitarios portátiles.
Energía Eléctrica	El suministro de energía eléctrica se realizará en baja tensión (220/127.5 volts), destinado al funcionamiento de equipos menores como cortadoras, taladros y revolvedoras, así como para la alimentación de señalamientos luminosos que garanticen condiciones de seguridad durante trabajos nocturnos o en zonas de circulación vehicular.
Materiales de construcción	Durante la etapa de construcción se requerirán insumos tales como material de relleno, material pétreo, grava, arena, subbase, base y base hidráulica para la conformación de terraplenes y pedraplenes, así como concreto hidráulico para cimentaciones, pilas, superestructuras, cunetas, bordillos y contracunetas. Se empleará acero de refuerzo para pilas de cimentación, puentes, viaductos y pasos vehiculares. Asimismo, se utilizarán prefabricados, aditivos, cemento y materiales estabilizados. Todos los insumos serán adquiridos de proveedores y bancos de materiales legalmente autorizados, sin aprovechamiento de materiales del sitio, salvo movimientos internos necesarios para cortes, excavaciones y rellenos conforme al proyecto.
Manejo de Residuos.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, los residuos generados serán almacenados temporalmente en tambos metálicos o de plástico con capacidad de 200 litros, debidamente rotulados y con tapa hermética. Posteriormente, serán recolectados, transportados y dispuestos por una empresa autorizada que cuente con los permisos vigentes para el manejo integral de residuos.
Médico asistencial.	La atención médica del personal asignado a las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y medidas de mitigación se brindará en clínicas y centros de salud cercanos al área de influencia del proyecto. En caso de requerirse atención especializada, los trabajadores serán trasladados a hospitales ubicados en el municipio de Benito Juárez, de acuerdo con los protocolos de seguridad y salud ocupacional.
Vías de acceso y comunicación	El acceso al sitio del proyecto para la movilización de personal, maquinaria, materiales de construcción e insumos se realizará a través de vialidades existentes, principalmente desde la Carretera Federal Cancún–Playa del Carmen. La habilitación de caminos se

Consulta Pública

SERVICIO REQUERIDO	DESCRIPCIÓN
	limitará a accesos existentes, sin apertura de nuevas vialidades, conforme a las actividades de preparación del sitio y construcción.
Insumos para medidas ambientales	Para la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental y las acciones de mitigación se requerirán insumos como señalética ambiental, equipo de protección personal, herramientas manuales, materiales para delimitación de áreas, kits antiderrame, contenedores para residuos y materiales de apoyo para actividades de rescate, reubicación y monitoreo de flora y fauna silvestre.

II.2 Características particulares del proyecto.

El proyecto tiene como objetivo principal aliviar el flujo vehicular conectando de manera eficiente las arterias principales con los distribuidores de manera más efectiva, además con ello fomentando el crecimiento económico ya que, al existir una vialidad tan fundamental como lo cita el proyecto, está favorecerá empleos directos e indirectos de la región y a la población local.

Eje 0, Cuerpo A Huayacán (km 0+000 – km 9+628.12)

El Eje 0 inicia su desarrollo en el km 0+000 (509682.473, Y= 2327721.95) y comprende la construcción de dos cuerpos (Cuerpo derecho y cuerpo izquierdo), ambos cuerpos presentan sección transversal de 15 metros de corona cada uno y una franja separadora central de 2.0 metros, cada cuerpo consta de tres carriles de 3.5 metros y un acotamiento de 2.5 metros, más una franja de 2.0 m destinada a colocar lámparas de iluminación para la vialidad, quedando así un ancho de corona de 32 metros, Este eje se denominara como *Eje 0, Avenida Huayacán, y va en dirección Noreste*.

Consulta Pública



FiguraII.6: Vista conceptual del EJE 0 con dos cuerpos con tres carriles y franja separadora de carriles al centro.

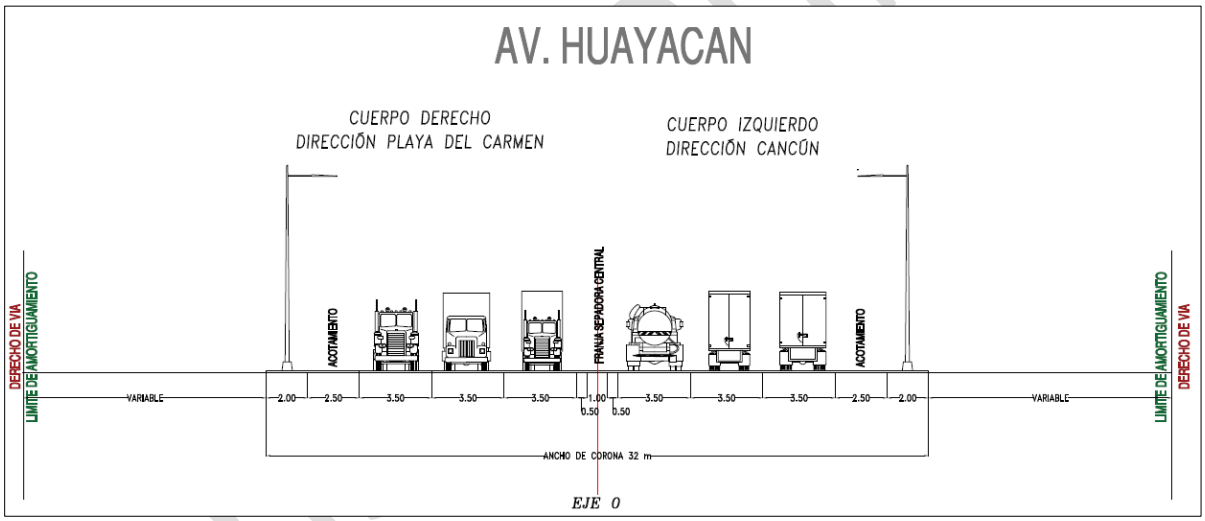


Figura II.7 Sección tipo, dos cuerpos de 15 metros unidos por una franja separadora de 2 m.

Esta sección se conserva hasta el km 0+238.32 (X= 509682.003, Y= 2327483.633) donde se separa en dos cuerpos (Cuerpo A y Cuerpo B) para librar las torres de la línea de conducción eléctrica de la CFE, volviendo a unirse en el km 0+992.40 (X= 509860.707, Y = 2326826.666), avanzando hasta el km 1+342.28 (X= 510025.683, Y= 2326525.441) donde se separa nuevamente, uniéndose en el km 2+149.98 (X= 510281.545, Y= 2325766.098); la geometría del Cuerpo B está dada por el EJE 100.

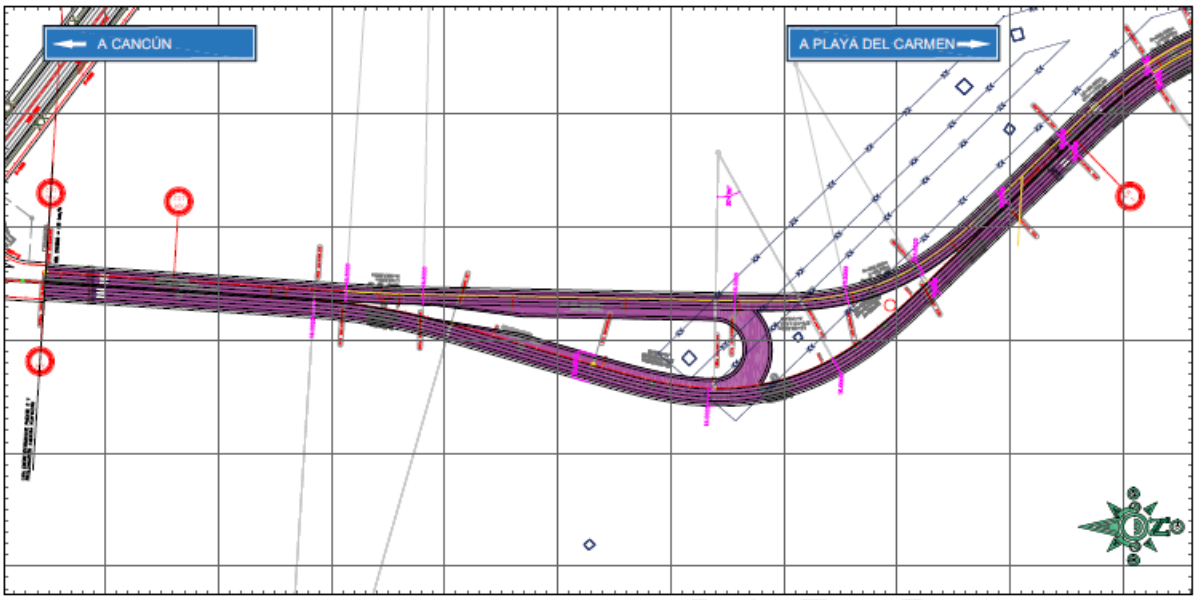


Figura II.8: Primera separación de uno a dos cuerpos del Eje 0; km 0+238.32 – km 0+992.40.

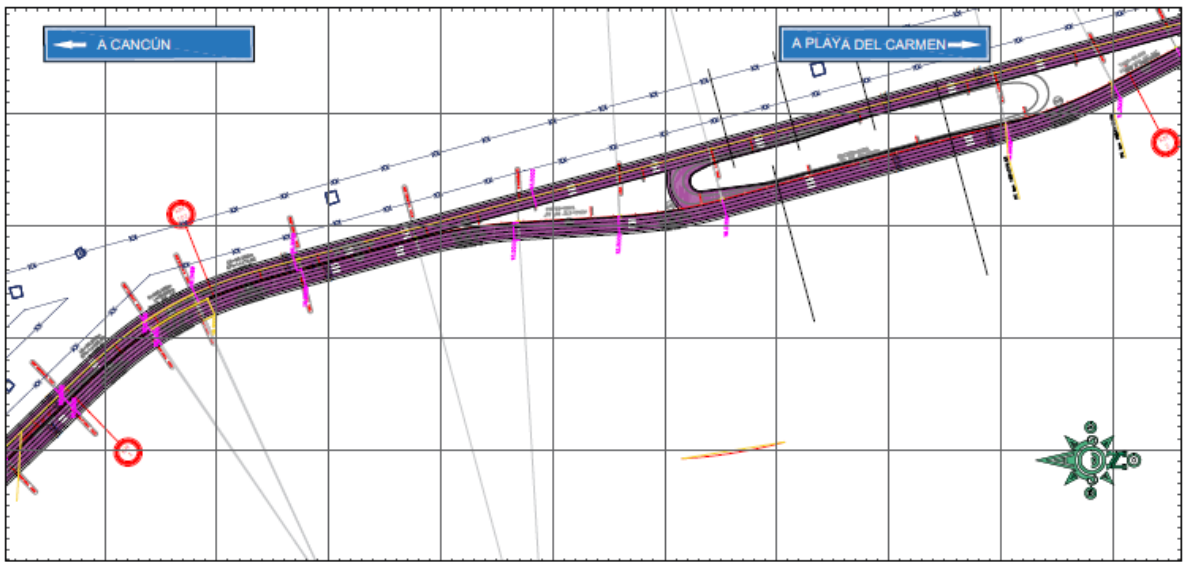


Figura II.9 Segunda separación de uno a dos cuerpos del km 1+342.28 – km 2+149.98

Como se observa en las figuras 8 y 9, se ha aprovechado la separación a dos cuerpos para colocar el sistema de retornos en ambos sentidos.



Figura II.10 Vista conceptual del Eje 0 con dos carriles separados por un camellón central de ancho variable.

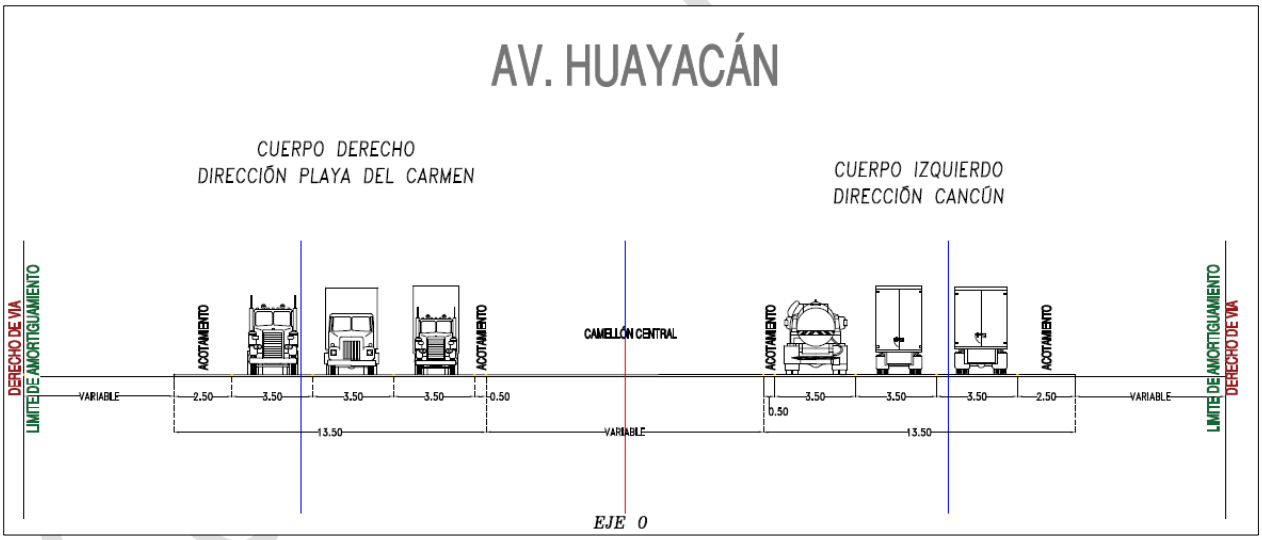


Figura II.11 Sección transversal del km 1+342.28 – km 2+149.98, en la separación de los cuerpos.

En el km 2+149.98 (X= 510281.545, Y= 2325766.098) inicia la rampa de acceso al viaducto que servirá para librar el paso de la línea del Tren Maya que viene de la ciudad de Mérida a la estación de Cancún. Este viaducto tiene una longitud de 1, 160 m junto con las rampas y estructura, terminando en el km 3+460 (X= 510735.382, Y =2324542.065) y entronca a la derecha con el Eje 20; este entronque se denomina como Entronque Huayacán y se describirá más adelante.

Tabla II.6: Longitudes del viaducto.

Elemento	Longitud [m]
Rampa de acceso	470.00
Estructura del viaducto	260.00
Rampa de salida	430.06
Longitud total [m]	1,60.06

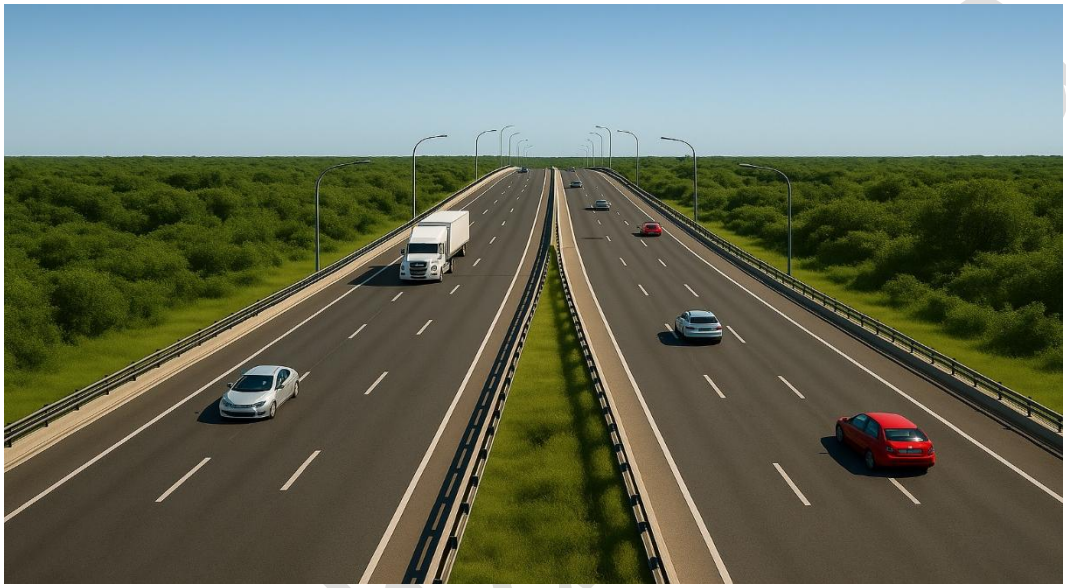


Figura II.12: Vista conceptual de la aproximación a la rampa del viaducto.

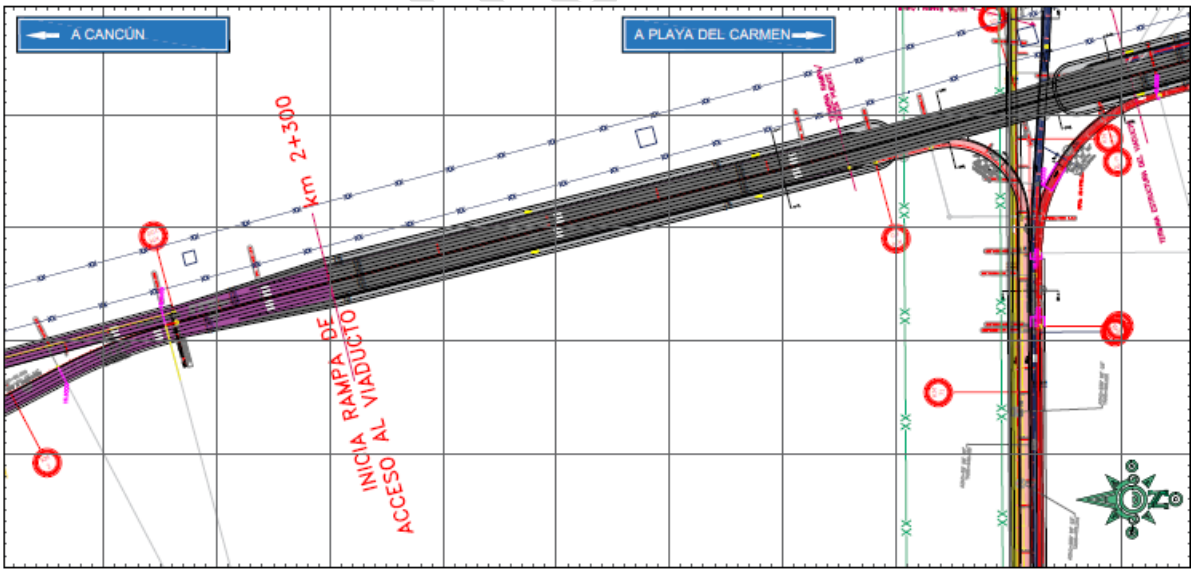


Figura II.13: Inicio de rampa de accesos al viaducto.



Figura II.14: Vista conceptual de la superestructura y los dos cuerpos del viaducto.

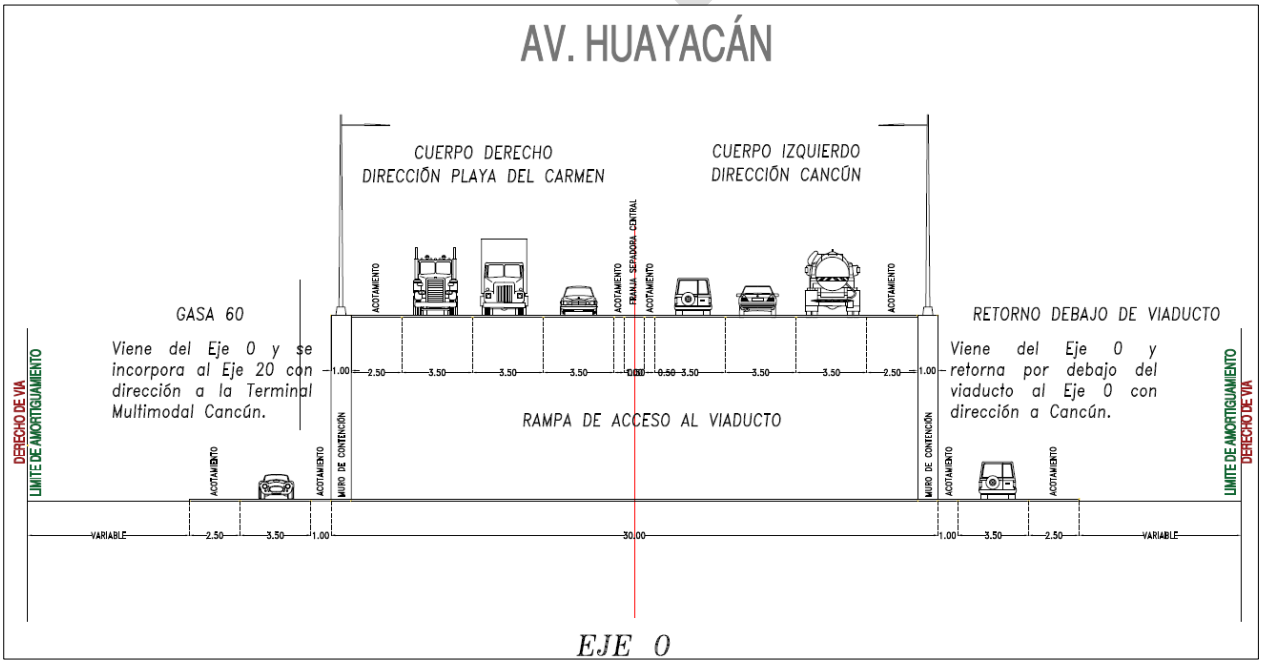


Figura II.15: Sección transversal de la rampa y carriles laterales del Viaducto.

Las rampas se construirán mediante terraplén confinado con muros de contención de un metro de espesor, la sección transversal se reduce de 32 a 31 metros, conservando los tres carriles de 3.5 m y acotamiento de 2.0 m en el cuerpo derecho y tres carriles de 3.5 m con un acotamiento de 2.0 m más un carril de 3.5 m por la gasa del eje 60 que se incorpora

a este eje con dirección a Cancún en el cuerpo izquierdo, este viaducto se construye para librar el paso del Tren Maya con dirección Mérida–Cancún.

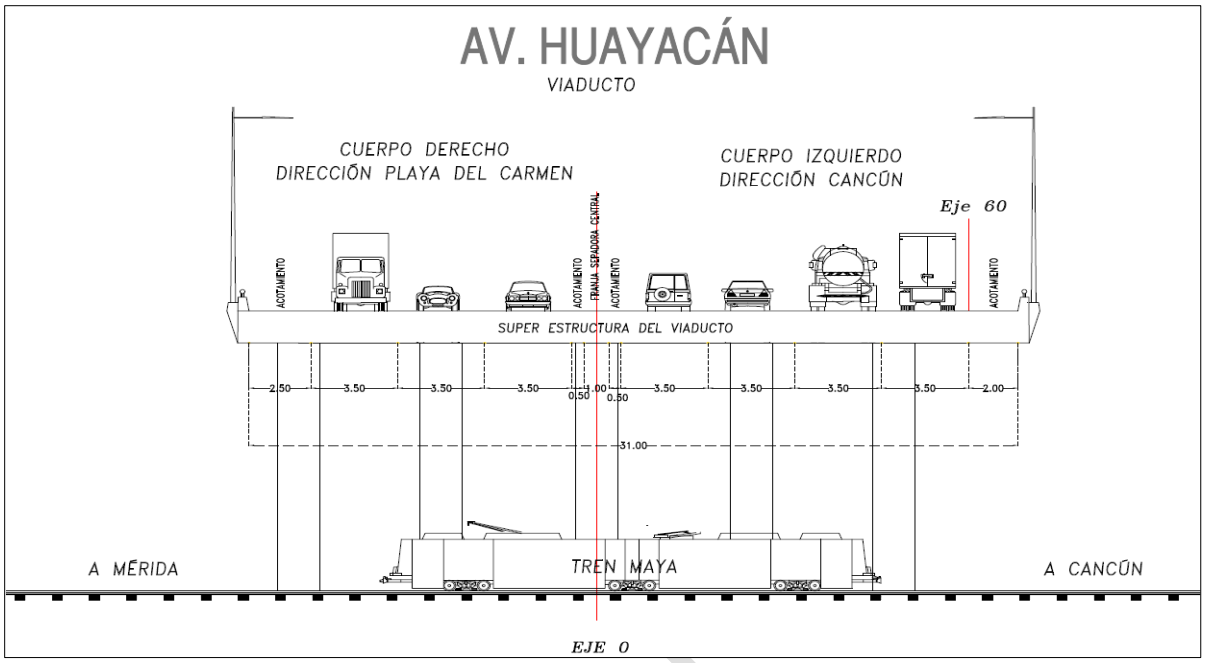


Figura II.16: Sección transversal del viaducto librando el paso del Tren Maya.



Figura II.17 Vista conceptual donde termina la estructura e inicia la rampa de descenso del Eje 0.

Para el caso de este componente los cuerpos se separan en el km 3+180 (X= 510602.840, Y= 2324787.510), quedando un camellón central de hasta 20 metros de ancho. En el km 4+025.89 (510921.215, 2324008.335) se localiza el Puente Kulkaná el cual pasa sobre el Eje 0.

Los cuerpos separados del eje 0 se juntan nuevamente en el km 5+511.88 (X= 511422.471, Y= 2322621.368), esta separación se realiza por la presencia de torres pertenecientes a la línea de transmisión eléctrica de CFE que impiden que ambos cuerpos permanezcan juntos.

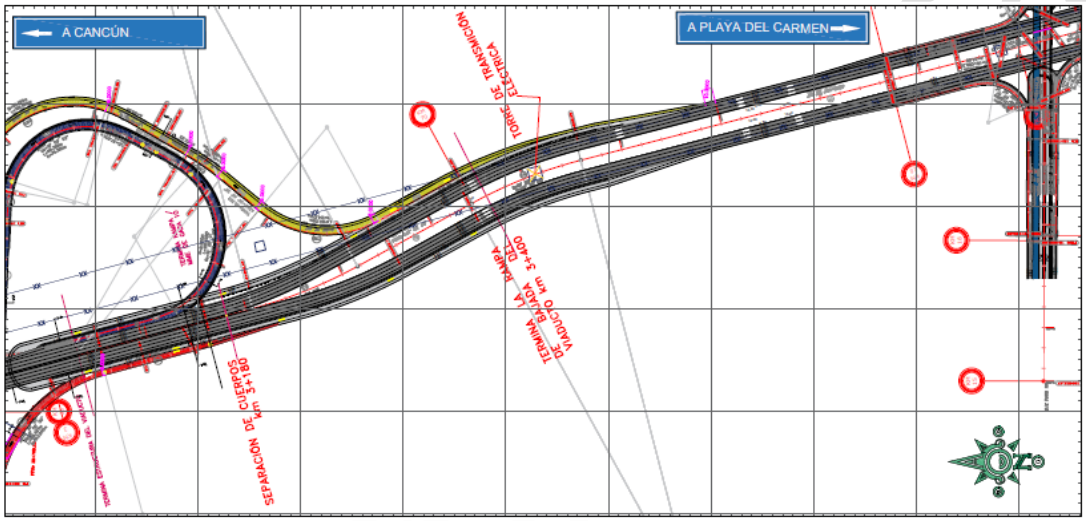


Figura II.18: km 3+180 Separación de cuerpos por presencia de torres de CFE.



Figura II.19: Vista conceptual del Eje 0 pasando el Puente Kulkaná y la línea de conducción eléctrica.



Figura II.20: Vista conceptual del Eje 0 con los dos cuerpos separados por un camellón central y la línea de conducción eléctrica al centro.

Se detalla que 114.12 metros después del punto de unión de ambos cuerpos (km 5+511.88), inicia la rampa de acceso al Puente Huayacán el cual ya se encuentra construido y va del km 5+620 (X= 511498.06, 2322535.872) al km 6+826 (511913.656, 2321415.906) con un desarrollo de 1,200 metros, incluidas las rampas de acceso y descenso a la estructura.

Tabla II.7 Longitudes del Puente Huayacán.

Elemento	Longitud [m]
Rampa de acceso	162.28
Estructura del viaducto	798.52
Rampa de salida	236.20
Longitud total [m]	1,200

Consulta Pública

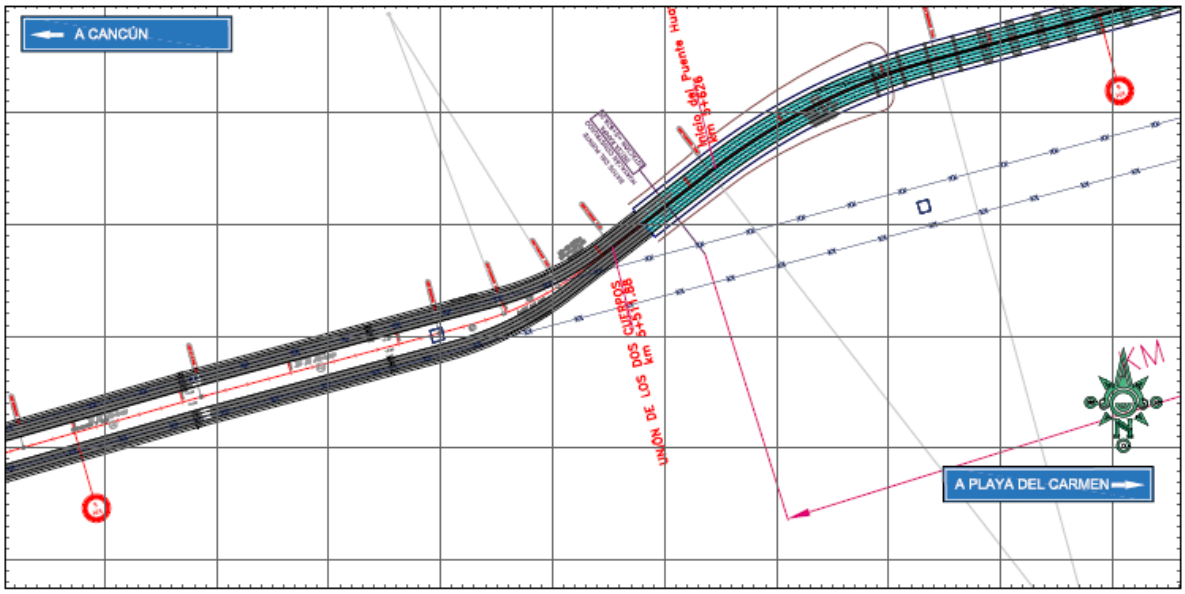


Figura II.21: Unión de los dos cuerpos e inicio del Puente Huayacán, km 5+511.86 y km 5+626 respectivamente.

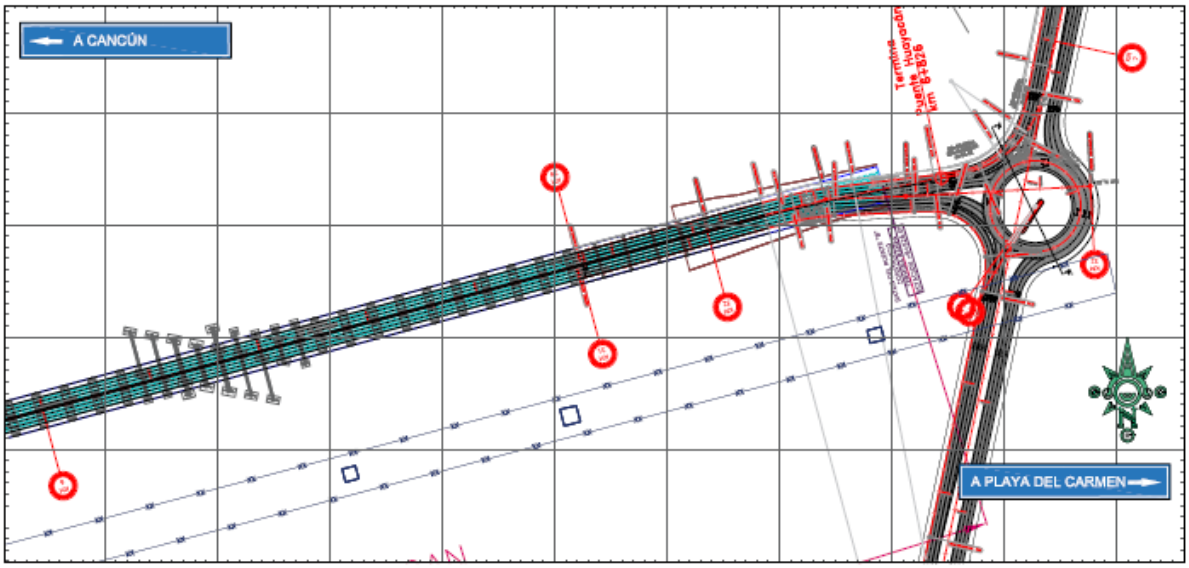


Figura II.22: Terminación del Puente Huayacán km 6+826.

Terminando el Puente Huayacán km 6+826 (511913.656, 2321415.906), la dirección de ambos cuerpos cambia al Noreste, hasta llegar a la carretera federal 307 Cancún – Playa del Carme km 9+628.12 (X= 514634.535, 2320914.491), en este tramo, la sección transversal cambia, ya que el cuerpo derecho ahora cuenta con una banqueta de 2.5m, área para jardín de 1.95 m y tres carriles de 3.5 m; el cuerpo izquierdo cuenta con tres carriles de 3.5 m, un camellón central de 6.1 m, área para jardín de 1.95 m y una ciclovía de 2.6 m, ambos cuerpos se encuentran separados por un camellón central de 6.1 m de ancho y en los bordes de cada cuerpo se construirá un guarnición de 40 cm de espeso. El ancho total de este tramo es de 44 m sin área de amortiguamiento.

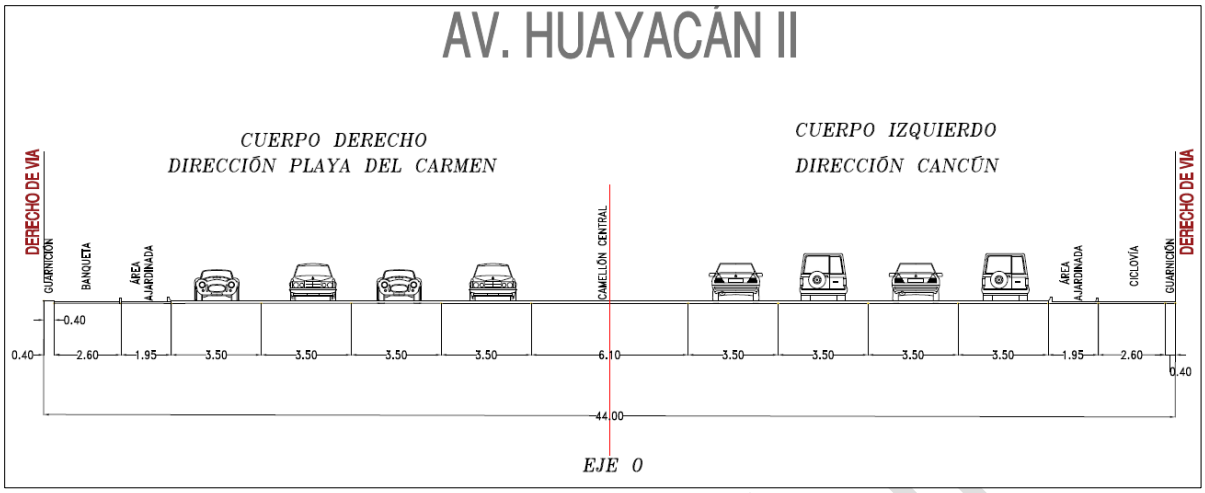


Figura II.23: Sección transversal de la Avenida Huayacán II con un ancho de corona de 44 m.

Se construirán dos cuerpos de conservando la sección inicial los 2.802 km faltantes.

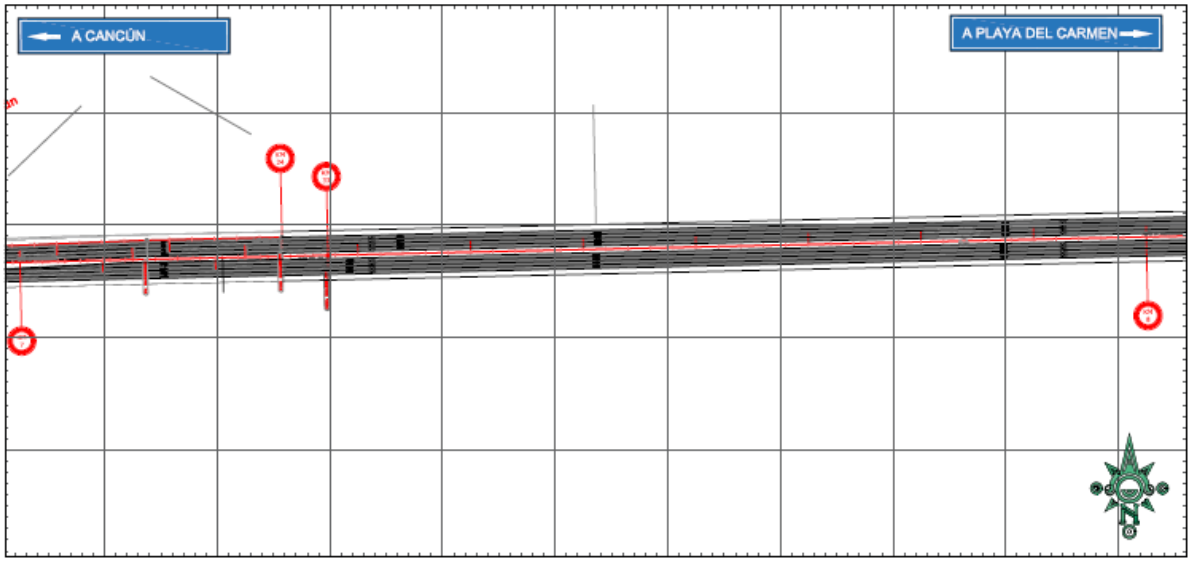


Figura II.24: km 7+000 al km 8+000 Geometría del Eje 0, con dirección a la carretera federal 307 Cancún - Playa del Carmen.

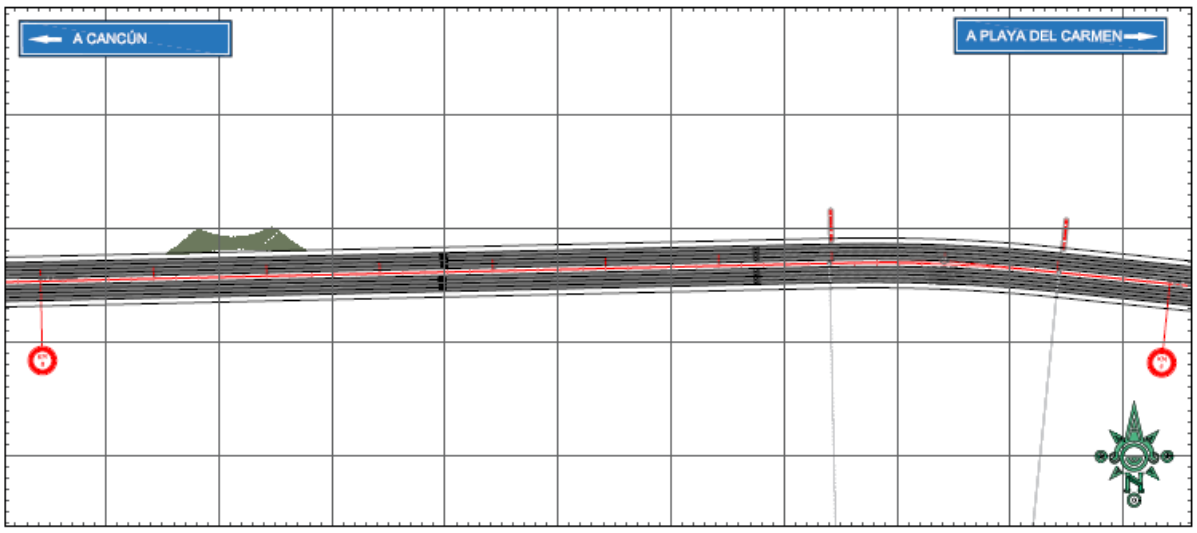


Figura II.25: km 8+000 al km 9+000 Geometría del Eje 0 con dirección a la carretera federal 307 Cancún - Playa del Carmen.

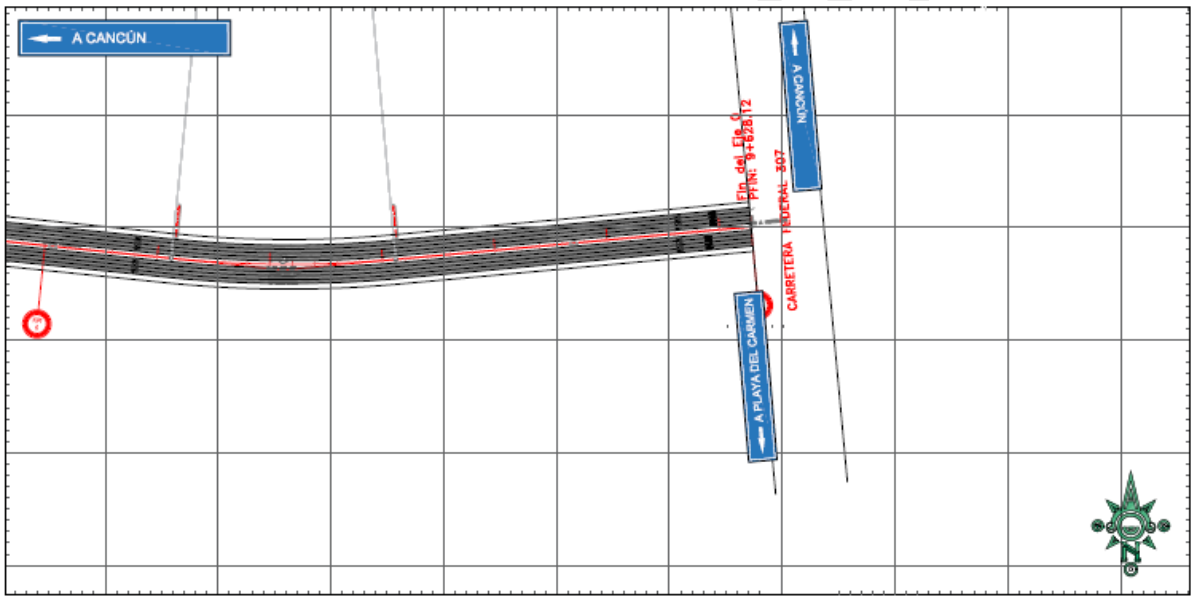


Figura II.26: km 9+628.12 Fin del Eje 0 entronque con la carretera federal 307 Cancún – Playa del Carmen.

Eje 20, Vialidad de-Carga (km 50+000 – km 25+765.63)

El Eje 20 tiene su origen junto a la Terminal Multimodal Cancún, en el km 20+000 (X= 504747.886, Y= 2324614.611) y comprende la construcción de dos cuerpos con sección transversal de 11.5 metros de corona cada uno y una franja separadora central de 2.0 metros, cada cuerpo consta de dos carriles de 3.5 metros y un acotamiento de 2.5 metros, más una franja de 2.0 m destinada a colocar lámparas de iluminación para la vialidad, quedando así un ancho de corona total de 25 metros, este eje se denominara como *Eje 20,*

Vialidad de Carga, y va con dirección Este – Oeste, en el tramo denominado Terminal Multimodal Cancún – Entronque Huayacán.

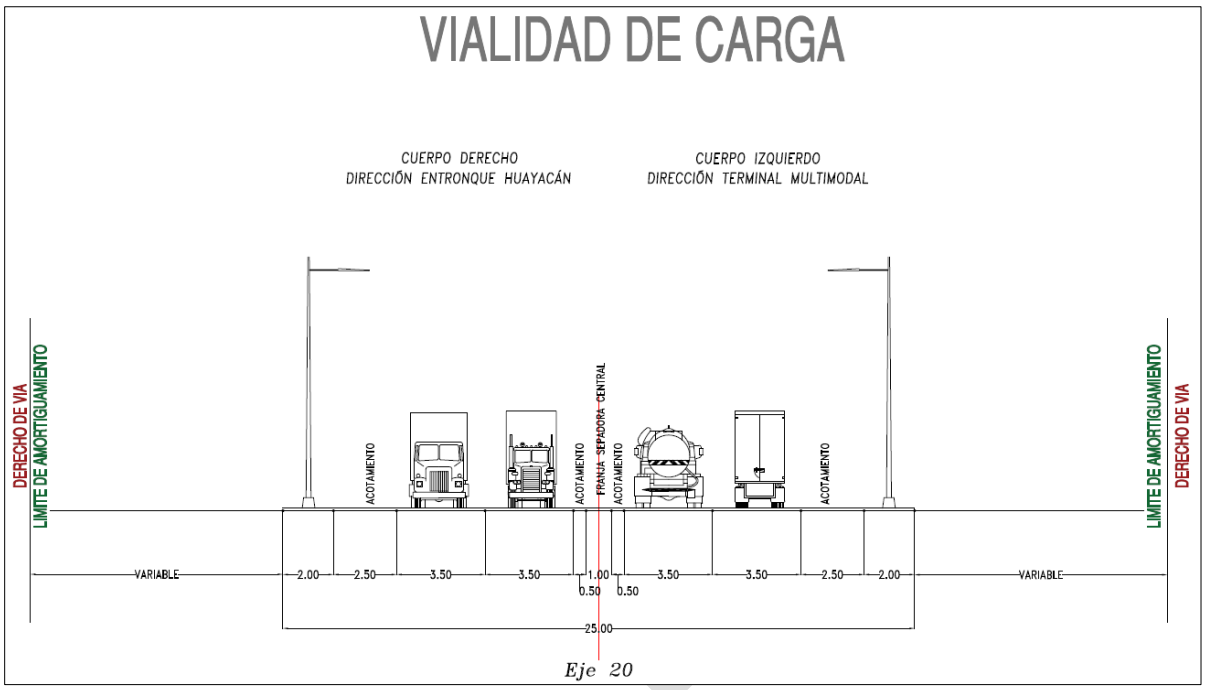


Figura II.27: Sección transversal del Eje 20: Dos cuerpos y la franja separadora central con 25 m de corona.

Esta sección permanece constante hasta el km 20+692.65 (X= 505438.831, Y= 2324663.118) donde se separa para formar dos cuerpos, los cuales vuelven a unirse 655.13 metros adelante, en el km 21+347.78 (X= 506092.252, Y= 2324708.990).

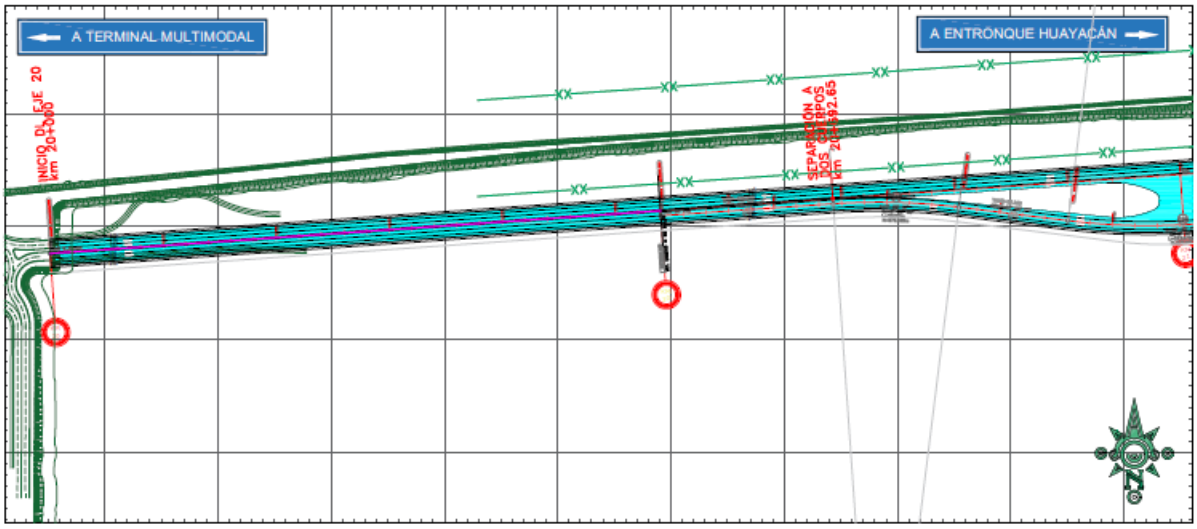


Figura II.28: Inicio y separación del Eje 20, km 20+000 y km 20+692.65.

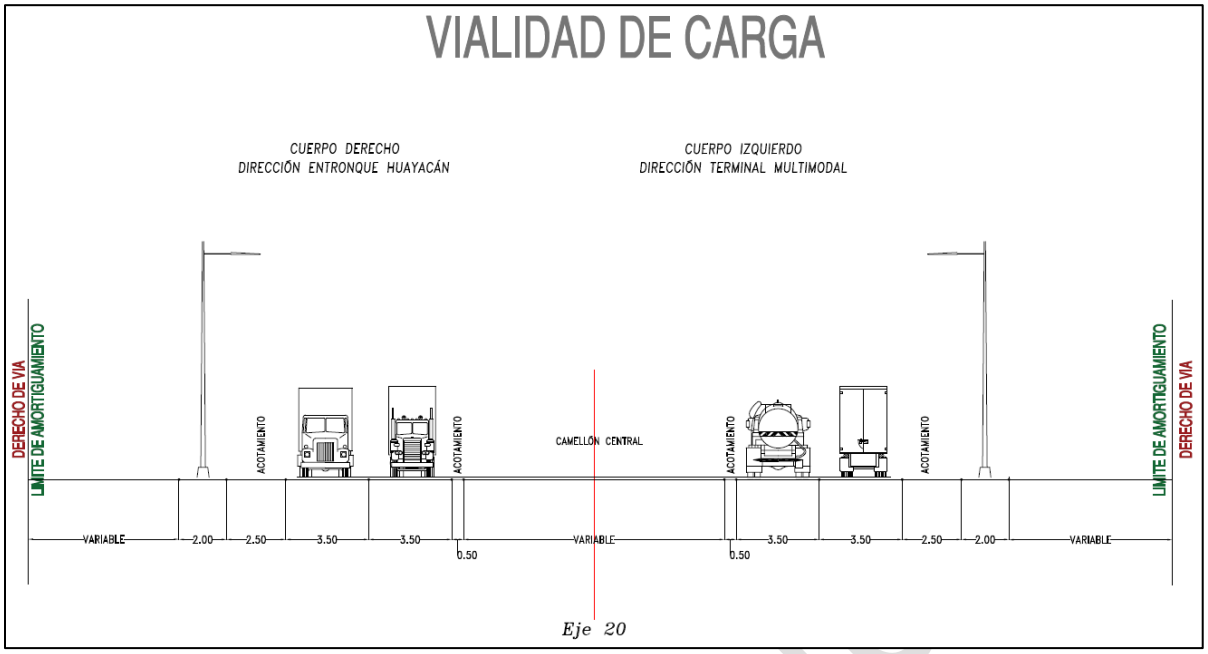


Figura II.29: Sección transversal del Cuerpo separado con dirección a la Estación Multimodal Cancún.

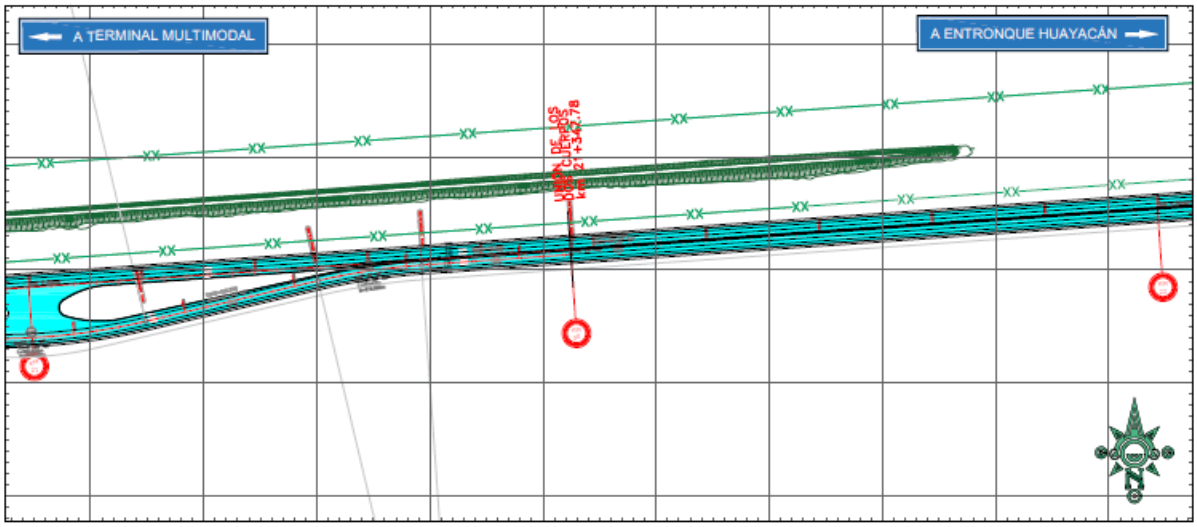


Figura II.30: Unión de los cuerpos separados en el km 21+347.78.

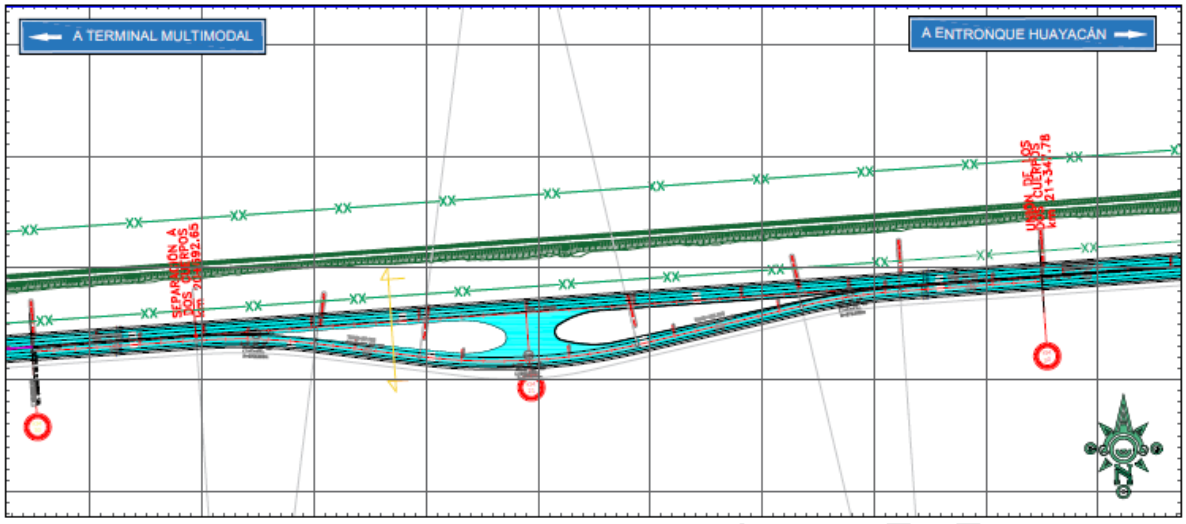


Figura II.31: Geometría de la primera separación a dos cuerpos del Eje 20, km 20+692.65 al km 21+347.78.

Ambos cuerpos permaneces unidos 3.322 kilómetros hasta llegar al km 24+015.03 (X= 508747.591, Y= 2324894.465) donde de nueva cuenta se separan 779.4 metros, llegando así al km 24+794.43 (X= 509525.065, Y= 2324949.290).

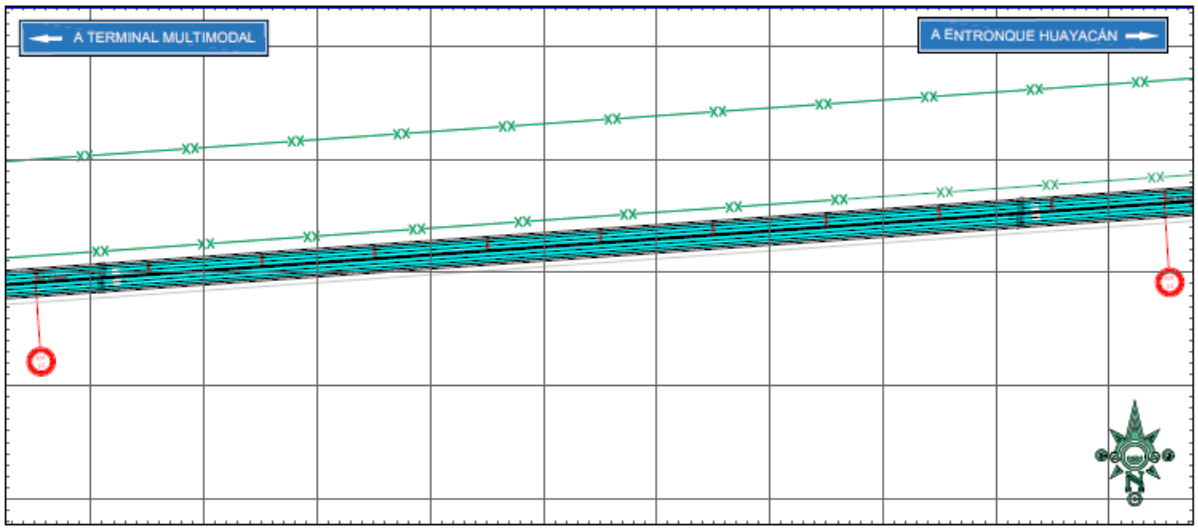


Figura II.32: Geometría del Eje 20, del km 22+000 al 23+000.

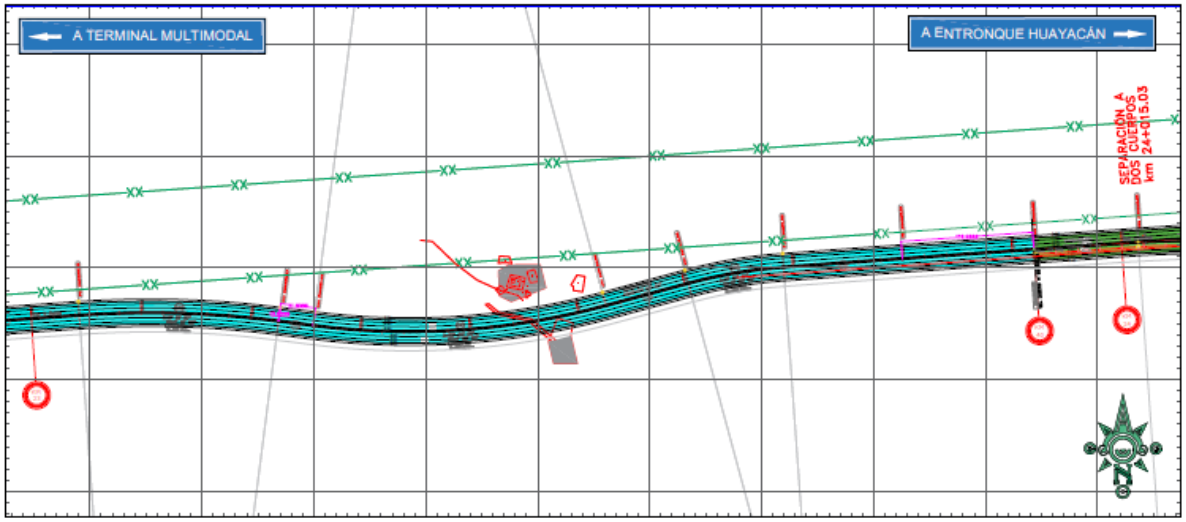


Figura II.33: Geometría del Eje 20, del km 23+000 al km 24+000.

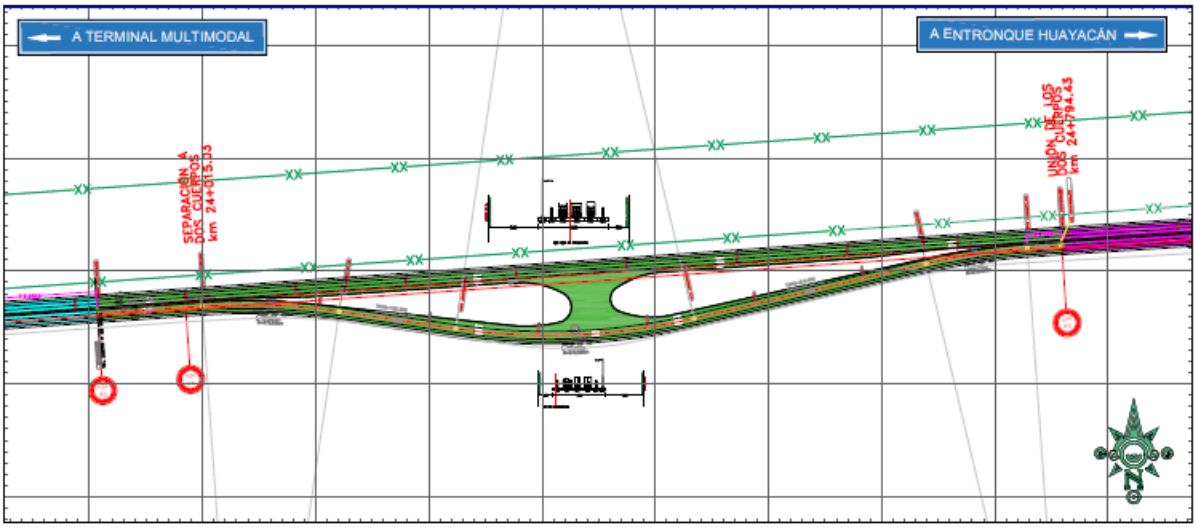


Figura II.34: Geometría de la segunda separación de los cuerpos km 24+015.03 - km 24+794.43.

Finalmente, en un tramo en tangente partiendo del km 24+794.43 (X= 509525.065, Y= 2324949.290). llega al fin del Eje 20 llegando al km 25+765.63 (X= 509954.956, Y= 2324976.796) que entronca con el Eje 0 (Entronque Huayacán).

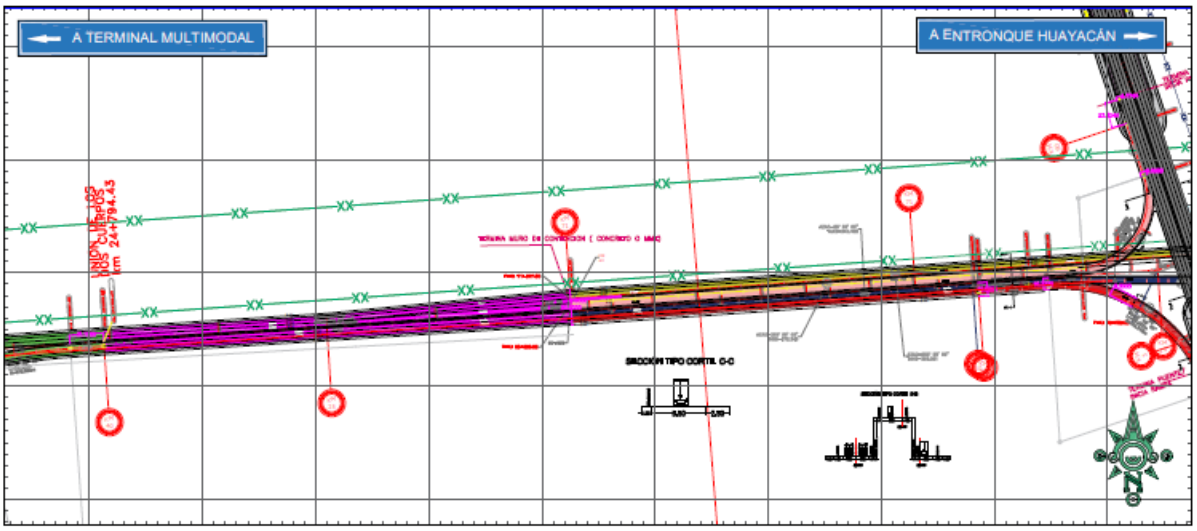


Figura II.35: Fin del Eje 20, km 24+794.43 al km 25+765.63 Entronque Huayacán.

En resumen, el proyecto contara con las características y obras asociadas siguientes:

Características particulares del proyecto

Secciones tipo

Sección tipo I
Sección tipo II
Sección tipo III
Sección tipo IV
Sección tipo V
Sección tipo VI

Obras asociadas

Viaductos
Obras de drenaje
Pasos inferiores ferroviarios y vehiculares
Puentes pluviales

Obras complementarias

II.2.1 Programa de trabajo.

El programa de trabajo tiene por objeto presentar las actividades que se realizarán durante la etapa de preparación del sitio y los periodos de tiempo considerados para su ejecución, con lo cual ha sido posible la optimización de recursos y rendimiento del avance de las actividades, previendo de esta manera necesidades de materiales, equipos y recursos

Consulta Pública

económicos. Por otro lado, se han realizado diferentes estrategias para lograr el mantenimiento de la estabilidad del resto de elementos ambientales que ocurren en el sitio, tales como la vegetación de los alrededores, y fauna silvestre.

El programa general de trabajo relativo a la preparación del sitio y la construcción fue proyectado para que se ejecute **durante 18 meses**, que consta de diferentes actividades. Se incluyen las actividades de reconocimiento del terreno (instalación de obras provisionales y delimitación del área del proyecto, monitoreo de flora y fauna, implementación de las acciones de rescate y reubicación de especies amenazadas). Así mismo, se plasman las actividades implementadas para la correcta modificación del terreno, destacando el uso medios mecánicos y programas enfocados al mantenimiento preventivo de los medios mecánicos utilizados.

Tabla II.8: Programa de trabajo.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES DEL PROYECTO		MESES																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	+19m Hasta 50 años
PREPARACIÓN DEL SITIO	Contratación de personal y adquisición de insumos																				
	Actividades de Ahuyentado, Rescate y reubicación de Flora y Fauna silvestre																				
	Habilitación de caminos de acceso existentes.																				
	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria)																				
	Desmonte																				
	Despalme																				
	Excavación y salvamento arqueológico																				
CONSTRUCCIÓN	Movimiento de materiales	Cortes al terreno natural																			
		Cortes no aprovechables																			
		Excavaciones																			
		Rellenos y nivelaciones																			
		Escarificación y compactación																			
		Acarreo de materiales																			
	Terraplén a nivel	Conformación del pedraplén y terraplén (base, subbase, base hidráulica)																			
		Base y concreto hidráulico																			
	Construcción de Puentes, viaductos y pasos vehiculares	Perforación para pilas de cimentación																			
		Colocación de acero de refuerzo																			

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES DEL PROYECTO		MESES																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	+19m Hasta 50 años
		Colado de pilas con concreto																			
		Construcción de superestructuras																			
	Obras complementarias	Cunetas, bordillos y contracunetas																			
		Instalación de señalamientos y acabados																			
	Desmantelamiento de obras provisionales y retiro de maquinaria																				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación																				
	Mantenimiento																				
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Programa de Vigilancia ambiental																				

- Se dará seguimiento a las especies Reforestadas durante 5 años en total (4 años después de su establecimiento).

Consulta Pública

II.2.2 Representación gráfica regional

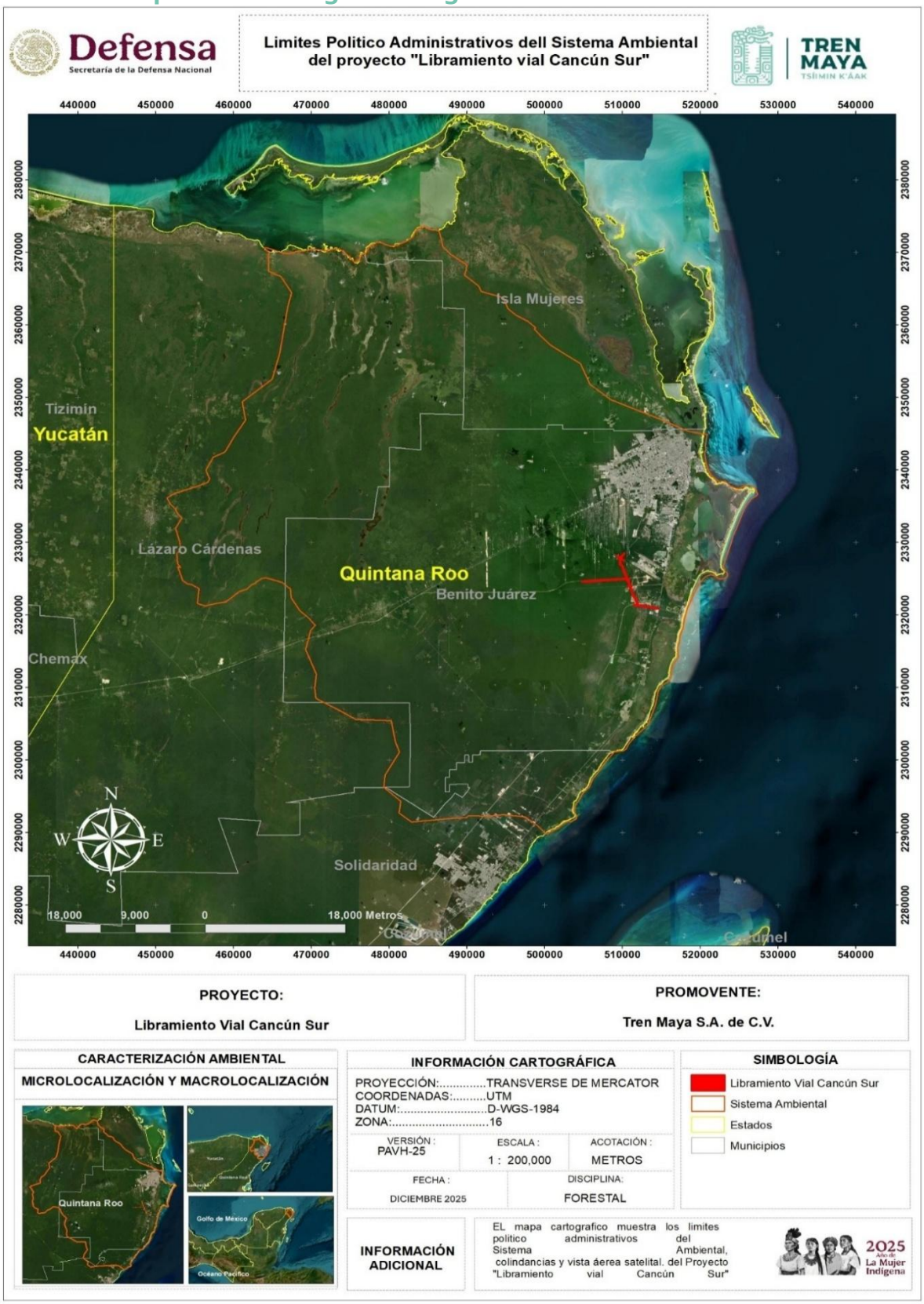


Figura II.36: Limites Políticos Administrativos del proyecto.

II.2.3 Representación gráfica local

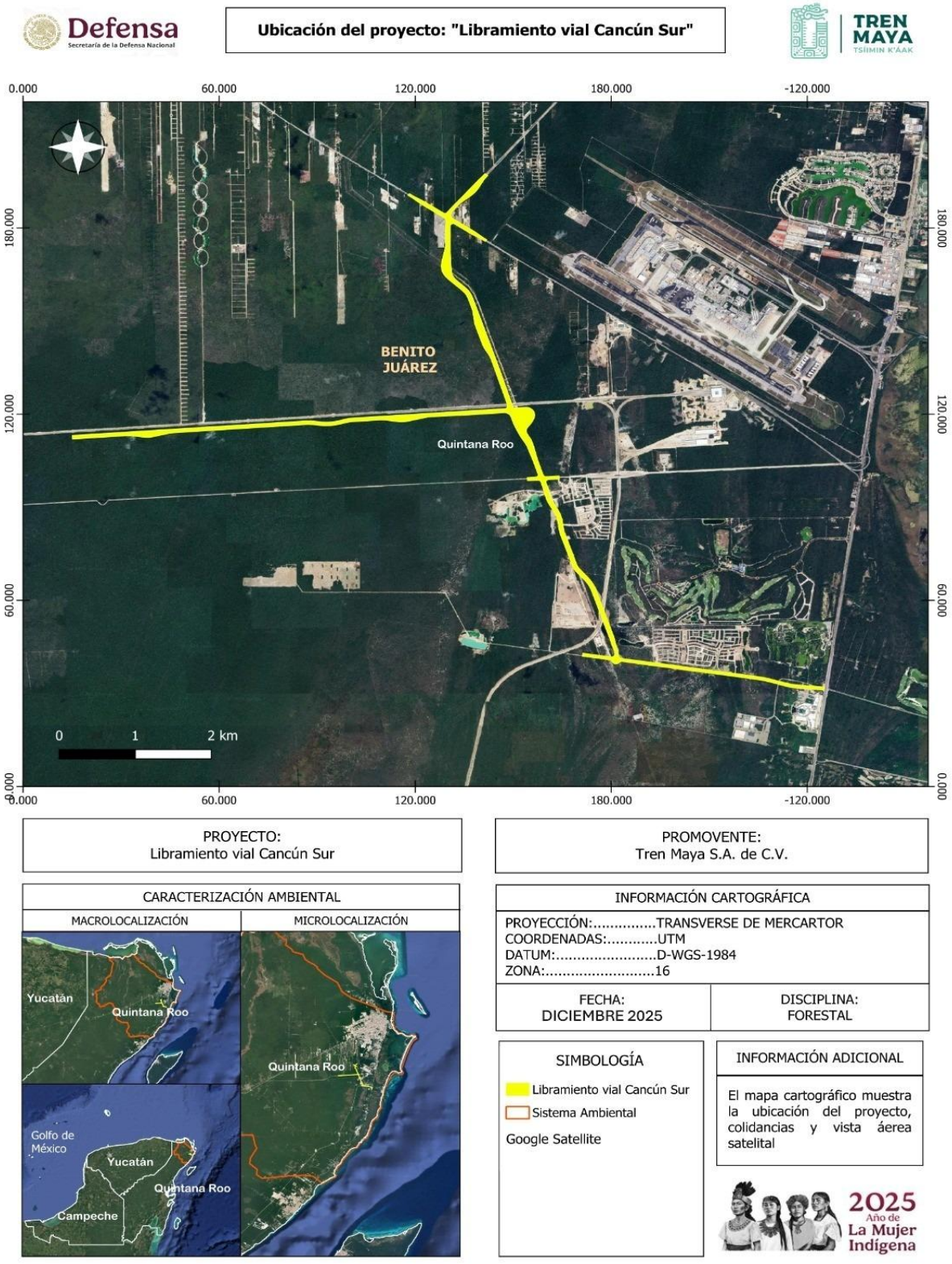


Figura II.37: Ubicación local del proyecto.

II.2.4 Dimensiones del proyecto

Dada la importancia de conectar de manera eficiente la Avenida Kabah con las principales carreteras federales de la región, particularmente la Carretera Federal 180D y la Carretera Federal 307, así como con vialidades aledañas, se ha tomado la decisión estratégica de desarrollar el Libramiento Vial Cancún Sur. La obra contempla la integración de diversos elementos de infraestructura vial y complementaria que garanticen su correcta funcionalidad, incluyendo terracerías, estructuras mayores (puentes, viaductos y pasos vehiculares), obras de drenaje y señalización, con el objetivo de optimizar la movilidad regional y reducir la saturación vehicular:

1.- Puente C (Entronque PSV Carretera 180D-Huayacán).
2.- Entronque Vialidad a terminal multimodal – Prol. Av. Huayacán.
3.- Libramiento Vial Cancún Sur
4.- Vialidad a terminal multimodal.
5.- Puente PSV Kulkana.
6.- Av. Lausana.

Tabla II.9: Áreas de construcción: "Libramiento Vial Cancún Sur".

SUPERFICIE/OBRA	SUPERFICIE (Ha)
Puente C (Entronque PSV Carretera 180D-Huayacán).	**0.06**
Entronque Vialidad a terminal multimodal – Prol. Av. Huayacán.	**6.49**
Libramiento Vial Cancún Sur	**66.55**
Vialidad a terminal multimodal	**29.5**
Puente PSV Kulkana	**6.2**
Av. Lausana	**6.2**
Total	**115.023**

El proyecto nace ante la necesidad de contar con infraestructura, que permita trabajar, mejorar y hacer más eficiente los tiempos de traslado, tanto para servicio particular como de carga, mejorando con ello la economía a nivel local e internacional.

Consulta Pública

II.2.4.1 Infraestructura de carreteras.

1. Características generales.

Categoría o clasificación del tipo de proyecto.

El proyecto de acuerdo a sus características geométricas (secciones amplias, carriles de 3.5 m, acotamientos y camellones), su conexión directa a la Terminal Multimodal Cancún y al Tren Maya, y el uso previsto para transporte de carga de gran volumen se clasifica como **Tipo "ET"**, en tramos donde el flujo principal es urbano–regional (como la prolongación de la Av. Huayacán hacia zonas habitacionales y comerciales), puede considerarse **Tipo "A"** contará con una longitud total de 15.394 km, distribuida en el Eje 0, correspondiente a la prolongación de la Avenida Huayacán, y el Eje 20, vialidad de carga hacia la nueva Terminal Multimodal. El trazo se desarrolla sobre una superficie de 115.023 ha, localizada entre la carretera de cuota 180D Mérida–Cancún y la carretera federal 307 Cancún–Playa del Carmen, en inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Cancún y la Estación del Tren Maya.

La vialidad se asienta sobre suelos tipo Redzina, Solonchak y Litosol, con presencia de sistemas kársticos, y se encuentra cubierta principalmente por selva mediana subperennifolia en distintos estados sucesionales. La sección transversal contempla cuerpos de tres carriles por sentido, acotamientos, camellón central y banquetas, con un ancho de corona de hasta 44 m en su tramo máximo. La pavimentación considera la aplicación de mezcla asfáltica en caliente sobre terracerías, garantizando resistencia estructural y durabilidad en la operación.

De manera complementaria, se incluyen obras mayores como viaductos, pasos vehiculares y ferroviarios, puentes y drenajes pluviales, además de señalización horizontal y vertical, sistemas de alumbrado, vialetas solares y áreas de reforestación. El diseño integral busca mejorar la movilidad regional, reducir tiempos de traslado y facilitar la conectividad hacia las zonas urbanas y logísticas de Cancún, incluyendo el enlace con el Tren Maya y la Terminal Multimodal.

Los requerimientos de seguridad e información, restrictiva, preventiva, de ubicación, origen y destino, que requiere el proyecto, conforme a la NOM-086-SCT2-2004 Señalamientos y Dispositivos para Protección en Zonas de Obras Viales y la norma de la S.C.T. N-CTR-CAR-1-07-016/00. Señalamientos y Dispositivos para Protección de Obras.

Consulta Pública

Tabla II.10: Ejes principales del proyecto.

Eje No	Inicio km	Final km	Longitud lm
0	*0+000.00*	*9+628.12*	*9.628*
25	*20+000.00*	*25+765.63*	*5.766*
		Total	*15.394*

El eje de proyecto y las características principales puede visualizarse en la Tabla II.2: Eje 0, ubicación del eje de proyecto.

II.2.5 Características del área del proyecto

Tabla II.11: Análisis del sitio del Proyecto.

ANALISIS DE SITIO DEL PROYECTO A ZONAS DE INTERÉS	
USO DE SUELO	
El Libramiento Vial Cancún Sur, se ubica en un predio que de acuerdo con el programa de desarrollo urbano municipal se localiza en zona "ZRN", el uso de suelo identificado es Zona de Conservación de los Recursos Naturales.	
CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	
El predio se encuentra cubierto por selva mediana subperennifolia en sus estratos arbustivos y arbóreos. La topografía de la ciudad y de su entorno inmediato es básicamente plana y cuenta con pendientes en todos los casos inferiores al 0.1%. Se localiza sobre un suelo de tipo Redzina, Solonchak y Litosol, con presencia de sistemas kársticos.	
ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD VIAL	
El predio cuenta con conectividad vial al este con las carreteras recurridas como son la Carretera Federal 180D y la Carretera Federal 307.	
SERVICIOS URBANOS	
El predio cuenta con los servicios urbanos básicos (agua potable, energía eléctrica y pavimentación) debido a la cercanía con la Zona Urbana de Cancún y el Aeropuerto Internacional de Cancún.	
DISTANCIA A ZONAS URBANAS	
Aeropuerto Internacional de Cancún	El proyecto se localiza a aproximadamente 6 km del acceso principal al Aeropuerto Internacional de Cancún, lo que indica su cercanía con zonas urbanas.
Cancún, Centro	El proyecto se encuentra a 20 km, sitio donde convergen diversos sitios de comercio y servicios primordiales para el desarrollo.
SUPERFICIE DEL PROYECTO	
115.023 ha – 1,150,230 m^2	
AFECTACIONES VIALES	

Consulta Pública

ANALISIS DE SITIO DEL PROYECTO A ZONAS DE INTERÉS
Sin afectaciones viales.

II.2.6 Programación.

Los trabajos iniciaron a principios del año 2025. La ejecución de las obras, incluyendo todas las pruebas de infraestructura y equipos, se estima que tomará aproximadamente 18 meses. Por lo tanto, se prevé que estas actividades culminen a mediados del año 2026.

Adicionalmente, durante este periodo, se llevarán a cabo inspecciones periódicas y evaluaciones para asegurar que todos los componentes del proyecto cumplan con los estándares de calidad y seguridad. Estas inspecciones incluirán la supervisión de las técnicas de construcción, la verificación de los materiales utilizados y la evaluación del progreso general del proyecto.

Es crucial mantener una comunicación constante con todas las partes involucradas, incluyendo contratistas, ingenieros y autoridades locales, para asegurar que el proyecto se ejecute de manera eficiente y dentro del cronograma establecido. También se implementarán medidas de mitigación ambiental para minimizar el impacto de la construcción en el entorno local.

En resumen, con un inicio previsto a principios del año 2025 y una duración estimada de 18 meses, se espera que las obras concluyan a mediados de 2026, abarcando tanto la construcción como las pruebas necesarias para garantizar la operatividad y seguridad del proyecto.

II.2.7 Estudios de campo y gabinete.

Los estudios que fueron empleados para la elaboración de esta Manifestación de Impacto Ambiental Sector Vías Generales de Comunicación modalidad Particular incluyeron la caracterización del sitio en (aspectos biológicos, físicos y socioeconómicos). Estos datos se obtuvieron mediante revisiones bibliográficas, prospección fotográfica y satelital, así como el uso de cartografía actualizada oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se llevaron a cabo visitas y reconocimientos de campo para corroborar y complementar la información obtenida, así como recabar datos que no estaban disponibles en la bibliografía.

Consulta Pública

En lo que se refiere a la descripción del predio, este se realizó mediante los trabajos de topografía, mecánica de suelos y reconocimiento general del área. Se realizaron inventarios de especies faunísticas y florísticas presentes en el sitio del proyecto. Para este último, se efectuó un recorrido completo de la superficie destinada al proyecto, identificando las especies vegetales encontradas durante los recorridos. Se registraron los nombres de las especies y se corroboró su identificación con la bibliografía especializada disponible, así como su estatus de protección conforme a la normatividad ambiental vigente.

Adicionalmente a estas acciones, se tomaron fotografías del área y de las especies identificadas, a la par se tomaron datos relevantes como cobertura vegetal promedio, alturas promedio, etc.

II.2.8 Etapa de Preparación del sitio y construcción

II.2.8.1 Preparación del sitio

Son todos aquellos análisis, estudios, exploraciones o trabajos de reconocimiento de terreno que deben realizarse para obtener todos los datos o antecedentes necesarios, ya sea para confeccionar el proyecto y los diseños de la obra como para el estudio del programa de trabajo, tal es el caso del estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y estudio geológico.

A. Contratación de personal y adquisición de insumos

Para el desarrollo del proyecto se necesitará de personal técnico calificado y mano de obra no calificada, lo que resulta en un beneficio a nivel local y regional, ya que el proyecto generará empleos temporales. Entre la contratación de personal se consideran:

Tabla II.12: Personal considerado para el proyecto

ESPECIALIDAD
Supervisor de obra
Sobrestante
Topógrafo
Operadores de máquinas
Ayudantes generales
Ambientales
Seguridad
Limpieza

Consulta Pública

Por otro lado, será necesaria la contratación de maquinaria y equipo de la región, por lo que el proyecto, además de reducir tiempos de traslado y reducir el tráfico, tendrá una derrama económica en la región de manera temporal. La maquinaria y equipo necesario son:

Tabla II.13: Personal considerado para el proyecto.

MAQUINARIA Y/O EQUIPO
Equipo de topografía
Retroexcavadzoras
Vibrocompactadores
Bulldócer
Grúa
Motoniveladora
Camiones de volteo
Camiones pipa
Camionetas Pick up
Pavimentadora
Compactador neumático
Compactadora de plancha
Barredora

Se iniciarán los trabajos con sistema de posicionamiento global, de poligonales y ejes con la finalidad de corroborar características y trabajos de diseño, teniendo especial cuidado de contar en todo momento con el personal necesario y las referencias físicas para verificar y evitar errores.

B. Descripción de los insumos

El proyecto requerirá diversos **insumos y materiales** para la ejecución de las actividades correspondientes a las **etapas de preparación del sitio, construcción, habilitación de la vialidad, operación y mantenimiento**, conforme a lo establecido en el programa de actividades. A continuación, se describen los principales insumos, su origen y el uso previsto dentro del área de influencia del proyecto.

- Material de relleno

  Para las actividades de relleno, nivelación, conformación de terraplenes y ajuste de cotas derivadas de los cortes, excavaciones y escarificación del terreno, se emplearán materiales pétreos de banco, principalmente grava, arena y sascab. Estos materiales permitirán garantizar la estabilidad estructural de las superficies

Consulta Pública

de trabajo y de la estructura vial. Todos los insumos serán adquiridos exclusivamente de bancos de materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental, contando con la documentación que acrediten su legal procedencia.

- Materiales para la base y subbase

  Para la conformación de pedraplenes, terraplenes, subbase y base hidráulica, se utilizarán agregados pétreos calizos triturados y compactables, adecuados a las condiciones geológicas de la región. Estos materiales serán colocados y compactados mecánicamente de acuerdo con los procedimientos y especificaciones técnicas SCT vigente.

- Concreto hidráulico

  El concreto hidráulico se empleará en la construcción de cimentaciones, pilas, superestructuras, losas, cunetas, bordillos, contracunetas y demás obras complementarias, así como en los tramos donde se requiera como acabado estructural de la vialidad. Este material será suministrado por plantas proveedoras autorizadas, bajo especificaciones de resistencia y calidad definidas en el proyecto. En determinados frentes de obra se podrá utilizar concreto hidráulico premezclado, garantizando la correcta dosificación y control de calidad.

- Agua

  El uso de agua será limitado y controlado, destinándose principalmente a las actividades de humectación de caminos, control de emisiones de polvo, compactación de capas estructurales y elaboración de mezclas. El suministro se realizará mediante pipas con capacidad aproximada de 10,000 litros, abastecidas con agua tratada proveniente de fuentes autorizadas, evitando el uso de cuerpos de agua naturales dentro del área del proyecto.

- Combustibles y lubricantes

  La maquinaria y equipo utilizados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, desmantelamiento de obras provisionales y mantenimiento (retroexcavadoras, excavadoras, motoconformadoras, compactadores, camiones de volteo, perforadoras, entre otros) operarán principalmente con diésel automotriz, así como con lubricantes industriales. El abastecimiento se realizará en estaciones de servicio autorizadas o, cuando sea necesario dentro del área del

Consulta Pública

proyecto, mediante camiones tipo orquesta equipados con kit antiderrame, aplicando medidas preventivas para evitar afectaciones al suelo o al medio ambiente.

- Materiales para señalización y seguridad vial
  Durante la etapa de construcción y en la fase operativa se emplearán materiales para señalización y seguridad vial, tales como pintura termoplástica, boyas reflejantes, lámparas de advertencia, barreras de protección, cintas reflejantes, conos y señalética metálica. Estos insumos permitirán el control del tránsito, la delimitación de frentes de obra y la seguridad del personal y de los usuarios de la vialidad.

- Otros materiales y consumibles
  De manera complementaria, se utilizarán cemento, varilla, acero estructural, madera, clavos, prefabricados, aditivos, herramientas manuales y equipo de protección personal (EPP), necesarios para la correcta ejecución de las distintas actividades constructivas y para el cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental.

C. Actividades de Ahuyentado, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre

El ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna presentes dentro de la zona destinada al Área del Proyecto (AP), con el fin de asegurar su conservación y permanencia dentro de los ecosistemas intervenidos.

Fauna: Los brigadistas deberán contar con experiencia en la manipulación de fauna, se deberán impartir capacitaciones a sus ayudantes para que tengan un buen desempeño. Como mínimo, uno de los brigadistas deberá contar con experiencia para el manejo de reptiles venenosos. Asimismo, se impartirán pláticas de concientización ambiental enfocadas en el manejo y conservación de fauna antes, durante y después de la ejecución de las actividades.

Con la finalidad de propiciar la migración de individuos de especies de fauna silvestre, es necesario recurrir a técnicas de ahuyentamiento y modificación al hábitat (Hawthorne, 1987), encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de rápido desplazamiento o alta movilidad como lo son: aves, murciélagos y mamíferos de hábitos cursoriales, dada

Consulta Pública

su elevada capacidad de desplazamiento. El ahuyentamiento será mediante 2 técnicas diferentes:

1. Auditiva. Esta metodología consiste en la generación de ruidos intensos mediante el empleo de sonidos de diferentes frecuencias. Se utilizarán silbatos, sirenas, matracas o megáfonos, y se encuentren puestos en lugares estratégicos para abarcar la totalidad del área del proyecto o bien, se generará ruido intenso en tramos cortos de recorrido para ahuyentar a la fauna presente o bien, reproducción de sonidos de posibles depredadores. Se utilizarán los repelentes auditivos 1 h previo al inicio de actividades de despalme para lograr la dispersión y repulsión de la fauna, con el fin de que la mayor cantidad de individuos abandonen el sitio del proyecto.
2. Visual. Esta metodología consiste en ubicar de manera estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados en diferentes materiales. Se recomienda utilizar siluetas de depredadores dependiendo del grupo de individuos que se quiere ahuyentar, por ejemplo, las siluetas de águilas y de búhos (aves rapaces) generan gran estímulo en todos los grupos de individuos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

El rescate de fauna por manejo se entiende a la aplicación de conocimiento técnico necesario para la resolución de problemas y objetivos humanos concretos donde se involucra a la fauna. De manera general el manejo de fauna tiene tres categorías: el aprovechamiento, la conservación y el control (Mandujano Rodríguez, 2011). Con el objetivo de realizar estudios de manejo y gestión a veces es necesario realizar captura temporal de animales silvestres. Dichas capturas temporales se realizan con medidas específicas según los grupos que se vayan a manejar, algunas de las técnicas utilizadas son:

1. Métodos directos: la captura temporal manual de los individuos utilizando herramientas como redes con mango, la utilización de guantes, etc.
2. Métodos indirectos: con aparatos mecánicos (trampas).

Flora: Las brigadas de flora tendrán como finalidad establecer las acciones de rescate de las especies de flora representativas de la vegetación de selva mediana subperennifolia que serán afectadas por el desarrollo del Proyecto (AP), para llevar a cabo su reubicación en un área propuesta dentro del SA que cumpla con las condiciones adecuadas para su establecimiento.

Los organismos susceptibles para rescatar, conservar y reubicar serán todas las

Consulta Pública

especies de plantas en sus cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y/o epífito-trepador) con o sin estatus de protección y en cualquier etapa de desarrollo; con la condicionante de incidir dentro del área de las obras asociadas al proyecto, y en riesgo de ser afectado por alguna de las actividades de preparación del sitio y construcción. En este sentido, se tendrá especial cuidado sobre las especies que se encuentren listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo, o bien con alguna otra categoría de riesgo a nivel internacional.

1. Rescate. se realizará un recorrido de reconocimiento para identificar de manera puntal los sitios que alberguen a las especies en este estado susceptible para ser rescatadas, y así focalizar las actividades de rescate hacia esa zona.
2. Los individuos serán transportados al vivero temporal destinado para este proyecto donde se establecerán y dará mantenimiento a los individuos, tal como lo estipula el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.
3. Reubicación. Plantación de individuos que deberán estar adaptadas a las condiciones que imperan dentro de la zona destinada a la reubicación.

D. Habilitación de caminos de acceso existentes.

En referencia a los caminos de acceso necesarios para la construcción del proyecto, se tiene considerada la utilización de los caminos ya existentes, los cuales cuentan con un ancho que oscila entre los 5 y 10 m, cabe mencionar que en caso de ser necesario se llevarán a cabo acciones de mejoramiento del rodado de camino permitiendo de tal manera el tránsito seguro de los vehículos, la maquinaria y del personal, evitando con ello que se pudiera presentar algún accidente.

E. Instalación de obras provisionales

Estas instalaciones serán temporales, y se emplazarán dentro del polígono de constricción del Libramiento Vial Cancún Sur.

Campamento. Dentro de los trabajos considerados preliminares se contempla la adecuación del campamento y caseta de obra para el establecimiento de las brigadas que estarán realizando trabajos directamente en campo, cabe mencionar que el personal que se aloje en estas instalaciones será rotativo. El Promovente, a través de contratitas instalará en el sitio de la obra una caseta o construcción provisional, que reunirá los mínimos requisitos de higiene, comodidad, ventilación y ofrezca protección y seguridad contra los

Consulta Pública

agentes atmosféricos, así como también se contempla el uso de elementos ahorradores de energía en el caso de la luminaria y aires acondicionados.

Campamento móvil. Se instalarán estructuras modulares, o remolques adaptados, con la finalidad de tener un centro operativo temporal durante la ejecución de la obra, en el cual se llevarán a cabo acciones de gestión, supervisión, administración y apoyo logístico.

Baños. Se instalarán baños portátiles ubicados a razón de una por cada 15 trabajadores para atender higiénicamente las necesidades de los trabajadores. Estos se ubicarán en los frentes de trabajo a 50 m de estos, las aguas residuales producto de estas instalaciones se canalizarán a la PTAR, las aguas tratadas y lodos serán manejadas y colectadas por medio de una empresa contratista autorizada la cual contará con los permisos ambientales vigentes.

Comedor. Se instalará un comedor provisional el cual será un espacio destinado para que el personal rotativo consuma sus alimentos, cabe mencionar que este no contará con servicio de cocina.

Almacén y bodega general. Para la guarda de materiales de construcción que requieran cuidado y protección ante las inclemencias del clima o ante el valor de los elementos a resguarda, que permitan el alojo de estos materiales sin problema. De igual manera, se requiere la guarda y cuidado de la herramienta de los trabajadores, misma que deberá estar aparte de la de los materiales de construcción.

Almacén Temporal de Residuos Peligrosos. Para la guarda temporal de residuos provenientes de del maquinarias y equipo, contará con especificaciones que marca el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su Artículo 71 fracción I, que habla sobre las características que debe de llevar una bitácora de almacén temporal que deben acatar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos.

Este almacén se construirá en un área delimitada y señalizada que corresponda a la legislación y normatividad aplicable, este contará con contenedores debidamente identificados, con tapa hermética y ventilación adecuada. Para proteger el suelo de posibles derrames de sustancias nocivas, se ubicará una plancha de concreto que no permitirá

infiltraciones al suelo, esta será ubicada en toda el área donde se encuentre este almacén, las características descriptivas de los componentes del almacén se detallan en el Programa

Consulta Pública

de Manejo Integral de residuos.

Vivero temporal o CAT (Centro de acopio temporal) Este servirá para alojar las plantas rescatadas en el área de construcción de la Libramiento Vial Cancún Sur. El vivero contará con los espacios suficientes para el mantenimiento de las plantas hasta su reubicación, por lo que tendrá por lo menos con área destinada para la recepción de los vehículos que transportarán las plantas rescatadas, una bodega para el almacenamiento de los materiales empleados en las actividades dentro del vivero, una zona de recepción de planta, en donde arribarán los individuos recién rescatados, una zona de elaboración de sustrato y llenado de contenedores, en donde se prepararán los sustratos de acuerdo con el tipo de germoplasma por establecer o propagar, cabe mencionar que las especificaciones de superficie y ubicación de este vivero se encuentran en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

F. Desmonte

El desmonte se refiere a la remoción de la capa vegetal y esta deberá apegarse a la Norma N·CTR·CAR·1·01·001/11 Desmonte en su Cláusula F tomando en cuenta todas sus Fracciones. El equipo que se utilice para los trabajos será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, estos podrán ser manuales o mecánicos, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

La remoción de vegetación forestal se llevará a cabo en una superficie de selva mediana subperennifolia (SQM) de 68.5120 ha (685,120 m^2). Para el derribo del arbolado se utilizará motosierra a gasolina, realizando cortes direccionados y controlados, principalmente las especies con mayor desarrollo de copa y ramas con volumen importante de masa maderable se derribarán desramando el árbol. Cada rama se amarrará mediante cuerda y una vez que se realice el corte esta rama será bajada en forma guiada, una vez en el suelo se desata y trocea en troncos de un metro, esta actividad se realiza con todas las ramas hasta que solo quede el fuste que será cortado en tres partes o más, además será direccionado mediante las muescas de corte y jalado mediante cuerdas, después de trocear el material arbóreo se acumula de forma que sea práctico para ser transportado por los usuarios finales. La finalidad de este procedimiento es que no se permita rodar libremente las ramas y troncos producto de esta actividad evitando que se afecten otras especies vegetales, animales o suelo, este procedimiento podrá modificarse o adecuarse a criterio de la supervisión ambiental

Los residuos generados por las labores de desmonte serán acamellonados, en una zona debidamente delimitada, o en su caso deberán ser recolectados y transportados

Consulta Pública

exclusivamente a bancos de tiro o escombreras debidamente autorizadas, mediante el uso de vehículos adecuados, preferentemente camiones tipo góndola o volteo con cajas cerradas o cubiertas con lonas impermeables, que minimicen la emisión de partículas suspendidas al entorno. Para los residuos forestales voluminosos, como ramas y troncos, se recomienda su troceo previo y uso de maquinaria especializada (por ejemplo, cargadores frontales o grúas tipo pulpo) que facilite su manipulación eficiente y segura. Tanto el transporte como la disposición final de estos residuos se llevarán a cabo conforme a la normativa ambiental vigente en materia de protección ecológica y manejo de residuos sólidos.

Los trabajos se realizarán asegurando que toda la vegetación quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto. Se realizarán todos los trabajos topográficos relacionados con el traslado de niveles y ejes para fines de construcción.

El equipo que se utilice para el desmonte será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Se recomienda maquinaria para estos trabajos. Por ejemplo: se emplearán motosierras, herramienta menor, machetes, sierras manuales.



Figura II.38: Ejemplificación de remoción vegetal, mediante el uso de motosierra.

2025 Año de la Mujer Indígena

G. Excavación y salvamento arqueológico

Se realizarán los estudios preliminares en coordinación con las instancias competentes en cada rubro. Por lo tanto, para el desarrollo del Proyecto, se realizarán coordinaciones con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), con el objeto de salvaguardar el patrimonio cultural de la Nación, atendiendo a lo señalado en el artículo 18 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos:

> *"El Gobierno Federal, los Organismos Descentralizados y el Gobierno de la Ciudad de México, cuando realicen obras, estarán obligados, con cargo a las mismas, a utilizar los servicios de antropólogos titulados, que asesoren y dirijan los rescates de arqueología bajo la dirección del Instituto Nacional de Antropología e Historia y asimismo entreguen las piezas y estudios correspondientes a este Instituto".*

Lo anterior, se solventa en el artículo 1° de los Lineamientos para la investigación arqueológica en México:

> *"La investigación arqueológica en México es de interés social y causa de utilidad pública y corresponde al Estado su regulación por conducto del Instituto Nacional de Antropología e Historia".*

El INAH es el único ente facultado para realizar trabajos referentes a la arqueología, en este caso Salvamento Arqueológico. La participación y ejecución de trabajos de esta índole por parte de personas ajenas o sin autorización de mencionado Instituto, constituyen un delito a la Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos.

El personal designado por el INAH para el desarrollo del proyecto de Salvamento Arqueológico definirá las herramientas, técnicas y metodología que ayuden al pleno desarrollo de la fase de prospección arqueológica.

De acuerdo con el Pérez-Rivas, et al., (2023), el método de trabajo aplicado en el salvamento se basa en tres aspectos primordiales: la prospección, la excavación arqueológica y el apoyo de disciplinas que usan las tecnologías para generar, procesar y sistematizar información geográfica. Estas tecnologías facilitan la programación y toma de decisiones para realizar la prospección y la excavación, así como estimar tiempos de ejecución.

Consulta Pública

Toda esta labor, además de repercutir positivamente en las actividades de investigación, constituye el fundamento para la emisión de dictámenes oficiales por parte del INAH, en respuesta al trámite legal INAH-05-001, "Visto bueno de obra en zona de monumentos o donde se presuma su existencia".

El punto base y de partida es la prospección y el reconocimiento arqueológico. En esta etapa se implementa el uso de tecnología LIDAR (Ligth Detection and Ranging) y equipos de precisión para el registro y levantamiento de monumentos arqueológicos en campo. Previo al trabajo de recorrido se realiza la identificación de los rasgos arqueológicos potenciales.

El levantamiento mediante LIDAR ayuda a visualizar imágenes del terreno sin vegetación y detectar formas que probablemente corresponden a edificaciones prehispánicas. Éstas se digitalizan en computadora para generar datos vectoriales llamados "premarcajes", los cuales agilizan el proceso de identificación de monumentos y rasgos arqueológicos en campo.

H. Despalme

Consiste en retirar la capa superficial de suelo (suelo fértil) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de las obras civiles ya que estas podrían causar demormaciones. El despalme se ejecutará solo en los límites del proyecto. El espesor de la capa a despalmar tendrá un promedio de 20 cm.

Previo a la ejecución del despalme se seccionará la superficie a cada 30 m como máximo. Los trabajos de desmonte y despalme se ejecutarán con maquinaria oruga Terex 82-40, siempre y cuando la topografía y las condiciones del terreno así lo permitan.

El retiro de tierra vegetal consiste en extraer toda la capa de esta que contenga material orgánico la cual se considera utilizar en las obras de reforestación, para su remoción se empleará el tractor de oruga Terex 82-40 o similar; este último procederá a mover el material en sitios fuera de los frentes de trabajo para su resguardo en sitios de almacenamiento temporal de suelo orgánico previamente delimitados y con las señalizaciones pertinentes.

Consulta Pública



Figura II.39: Ejemplo de maquinaria para el despalme.

II.2.8.2 Etapa de Construcción.

II.2.8.2.1 Movimiento de materiales.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del promovente, el cual asignará a un supervisor externo para dar cumplimiento y realizar las actividades de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N.CMT.1.01/21, Materiales para Terraplén. N.CMT.1.02/21, Materiales para Subyacente y N.CMT.1.03/21, Materiales para Subrasante. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N.CTR.CAR.1.01.013/00, Acarreos.

A. Cortes al terreno natural

Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, indicados por las líneas de ceros en el proyecto o aprobados por el promovente.

Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte. Los mismos se ejecutarán con el talud establecido en el proyecto aprobado por el Promovente. En caso de que los materiales de los taludes resulten fragmentados o la superficie irregular o inestable, el material en estas condiciones será removido, se evitará aflojar el material de los taludes más allá de la superficie teórica establecida en el proyecto o aprobado por el Promovente.

Si así lo indica el proyecto o lo ordena el Promovente, los materiales producto al corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes.

Los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos recientes se retirarán del sitio de los trabajos para aprovecharse en el abatimiento de taludes o se depositarán al igual que el material sobrante de los cortes.

Las cunetas se construirán de forma que su desagüe no cause prejuicio a los cortes ni a los terraplenes.

Al menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Promovente las contracunetas se harán antes o simultáneamente con los cortes.

Los daños originados por derrumbes, deslizamientos, agrietamiento y oquedades, entre otros causados por negligencia, serán reparados por el promovente.





Figura II.40: Ejemplos de maquinaria para los cortes.

Consulta Pública

Ejecución.

El corte se deberá apegarse a la Norma N·CTR·CAR·1·01·003/11 Cortes en su Cláusula G tomando en cuenta todas sus Fracciones. El material retirado de corte se llevará a cabo mediante maquinaria o manualmente, pudiendo combinar cualquiera de estos procedimientos.

La zona de corte debe contar con la señalización apropiada que debe rodearse con elementos que delimiten el área de trabajo, así también contar con el equipo de seguridad necesario para llevar a cabo la ejecución del mismo.

B. Cortes no aprovechables.

Se refiere a las excavaciones que se realizarán en el terreno natural a cielo abierto con la finalidad de formar y preparar la sección de la obra en algunas actividades como lo son rebajes en la corona de cortes, derrumbes y ampliación de taludes con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo señalado por el Promovente.

Equipo.

El equipo que se utilice para la construcción de cortes será el adecuado para obtener la geometría y selección de los materiales especificados en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del promovente su operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado.

Barrenadoras. De operación manual o mecanizada, con la versatilidad suficiente para que se adapten fácilmente al patrón de barrenación.

Tractores. Montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatible con el frente de ataque.

Moto escrepas. Autopropulsadas, reversibles y auto cargables, con capacidad de (8,4) metros cúbicos (11 yd^3) como mínimo.

Consulta Pública

Cargadores frontales. Autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque, para la excavación y carga de los materiales producto del corte.



Figura II.41: Ejemplos de maquinaria para la construcción de cortes.

Transporte y almacenamiento.

Los materiales producto de los cortes se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe el Promovente. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

C. Excavaciones

Las excavaciones son el acto de remover tierra, rocas o otros materiales del suelo. Esto se hace para crear espacios vacíos. Las excavaciones para estructuras serán ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje, entre otras, según los requerimientos del proyecto.

- Excavaciones para obra vial: se preparan caminos y puentes. Estas excavaciones requieren técnicas específicas para ser seguras y duraderas. Es importante elegir los materiales y la profundidad adecuados.

- Excavaciones para drenaje: ayudan a manejar el agua en las obras. Esto evita inundaciones y humedad. Se crean zanjas y tuberías para llevar el agua lejos.

Consulta Pública

- Excavaciones para cimentación: son clave para la seguridad de las estructuras. Se realizan para crear una base sólida. Esta base debe soportar el peso del edificio y resistir el clima.

D. Rellenos y nivelaciones

Relleno. Después de realizar el despalme y desmonte del área correspondiente a los edificios; se realizará el trazo con apoyo del equipo topográfico para determinar los puntos de referencia donde se excavará. La altura de la excavación será determinada por los estudios previos que se realicen de acuerdo con la capacidad de carga del terreno. Esta misma altura determinará el volumen de relleno de material mejorado que se requerirá para dar la estabilidad requerida de la cimentación.

Nivelación y compactación del terreno natural. Los terraplenes son estructuras que se construirán con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto ejecutivo y los estudios de mecánica de suelos.

Mediante este proceso constructivo se aplicará energía al suelo para eliminar espacios vacíos aumentando su peso específico y consiguiendo así, aumentar las propiedades mecánicas del material, como la resistencia y estabilidad; y se realizará de acuerdo con lo expresado en la norma: N-CTR-CAR-1-01-009/16.

Para obtener un máximo desarrollo de consistencia y estabilidad el material debe compactarse al 95 % con respecto a su MVSM. La compactación se puede realizar usando rodillos neumáticos pesados o vibratorios, o una combinación de rodillo pata de cabra y rodillo neumático ligero. Dicho porcentaje deberá verificarse mediante pruebas de laboratorio.

Para realizar la compactación se utilizará para la construcción de terraplenes es el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria siendo la responsabilidad del contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado.

E. Escarificación y compactación

Consulta Pública

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el promovente, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tener taludes.

Mediante este proceso constructivo se aplica energía al suelo para eliminar espacios vacíos aumentando su peso específico y consiguiendo así, aumentar las propiedades mecánicas del material, como la resistencia y estabilidad; y se realizará de acuerdo con lo expresado en la norma: N-CTR-CAR-1-01-009/16.

Ejecución.

Para la realización de este concepto se deberán ejecutar los siguientes trabajos:

Escarificación: La escarificación del material in situ se efectuará por medio de un arado de discos (Ripper de motoconformadora), con el objeto de pulverizar los grumos mayores de 5 cm de diámetro y al mismo tiempo uniformizar el material. El escarificado se realizará en una capa de 30 cm de espesor. Se deberá homogeneizar el material incorporando agua para lograr la humedad óptima. Una vez incorporada el agua al material, se debe iniciar su movimiento y acomodo mediante moto conformadora y dejarlo preparado para iniciar el proceso de compactación.

Compactación: Para obtener un máximo desarrollo de consistencia y estabilidad el material debe compactarse al 95 % con respecto a su MVSM. La compactación se puede realizar usando rodillos neumáticos pesados o vibratorios, o una combinación de rodillo pata de cabra y rodillo neumático ligero. Dicho porcentaje debe verificarse mediante pruebas de laboratorio.

Equipo.

El equipo que se utiliza para la construcción de terraplenes será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria siendo la responsabilidad del promovente su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado.

Moto conformadoras. Las moto-conformadoras que se utilizan para el extendido y conformación de terraplenes, se harán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de (5,18) metros.

Consulta Pública

Tractores. Montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatible con el frente de ataque.

Moto escrepas. Autopropulsadas, reversibles y auto cargables, con capacidad de (8,4) metros cúbicos (11 yd^3) como mínimo.

Cargadores frontales. Autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque, para la excavación y carga de los materiales producto del corte.

Compactadores. Los compactadores serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración.



Figura II.42: Ejemplo de maquinaria para la construcción de terraplenes.

Transporte y almacenamiento.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son de responsabilidad exclusiva de la promovente y lo realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de obra.

Materiales.

Los materiales para la construcción del cuerpo del terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, cuando procedan de cortes,

2025 Año de la Mujer Indígena

pueden ser compactables o no compactables, cuando provengan de bancos o se utilicen en la construcción de las capas subyacentes y subrasantes, siempre serán compactables.

F. Acarreo de materiales

Los acarreos o retiros son todas las actividades necesarias para el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto o apruebe el Promovente. Así mismo debe cumplir con todo lo indicado en la norma N·CTR·CAR·1·01·013/00 Acarreos. De acuerdo con la distancia de transporte, los acarreos pueden ser:

- ACARREO LIBRE: El que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte (20) metros o hasta la distancia que establezca el proyecto como acarreo libre.

- ACARREO HASTA UN (1) KILÓMETRO: El que se efectúa hasta una distancia entre ciento uno (101) y mil (1.000) metros, es decir, hasta diez (10) hectómetros, medida desde el término del acarreo libre.

- CARREO MAYOR DE UN (1) KILÓMETRO: El que se efectúa hasta una distancia mayor de mil (1 000) metros, es decir, un (1) kilómetro, medida desde el término del acarreo libre.

Consulta Pública



Figura II.43: Tractocamión con Góndola.

Ejecución.

El acarreo deberá apegarse a la Norma N·CTR·CAR·1·01-001/11 Acarreo en su Cláusula E tomando en cuenta todas sus Fracciones. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los acarreos se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto. Cuando la ruta del acarreo incluya carreteras o vialidades en operación, o cruce zonas habitadas y se acarren materiales finos o granulares, su transporte se hará en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas o cualquier material similar, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando los acarreos crucen áreas urbanas, los vehículos se sujetarán a los reglamentos de tránsito locales, siendo que el Promovente asignará un supervisor exterior para registrar y cualquier infracción que cometan los operadores.

II.2.8.3 Terraplén a nivel

A. Conformación del pedraplén y terraplén (base, sub base y base hidráulica)

1. Terraplén.

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,

2025 AÑO DE LA Mujer Indígena

se rellenarán los huecos provocados que pudiera tener el terreno natural, se escarificará y compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante.

El conjunto de actividades necesarias para suministrar colocar material en obra como; tepetate, grava, arena etc. De calidad y cantidad requerida en el proyecto para la ejecución adecuada de los trabajos de, formación y compactación de terraplenes, y sus capas: subrasante, subyacente o en su caso el sub-balasto. Y debe cumplir con todo lo indicado en la norma N·CTR·CAR·1·01·009/16 Terraplenes.

2. Pavimentos.

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.

A. Capa Subrasante. Se compactará 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.

B. Capa de Subbase hidráulica: Capa formada con material de grava – arena, se compactará esta capa a 95% de su P.V.S.M. Es la capa de material pétreo seleccionado que se construye 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 colocará 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.

C. Capa de Base hidráulica: Capa formada con material de grava – arena, se compactará esta capa a 100% de su P.V.S.M. extraída de los Bancos de materiales existentes en la zona y recomendados en este estudio que se describe a continuación: Es la capa de material pétreo seleccionado que se

Consulta Pública

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 construirá 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 deberán alojarse en su composición granulométrica en la Zona 1.

B. Carpeta de concreto hidráulico

1. Concreto hidráulico.

Para llevar a cabo esta actividad, se tomarán en cuenta los aspectos de fabricación y utilización de este compuesto para elementos que lo requieran de acuerdo con lo indicado por proyecto, este se utilizará respecto a su clasificación: concreto normal, concreto ligero, concreto lanzado y concreto ciclópeo de acuerdo con lo establecido a la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/04. Se harán las siguientes consideraciones para esta actividad:

El cemento debe ser Portland o Portland Puzolana y cumplirá con los requisitos especificados en la norma NMX-C-414-ONNCCE. Se deben verificar los resultados de los ensayos que se describen a continuación, cumplan con lo establecido en las normas correspondientes.

- Análisis químico, incluyendo álcalis, conforme a la NMX-C-131.
- Superficie específica y finura, conforme a la NMX-C-56.
- Tiempo de fraguado, conforme a la NMX-C-59.
- Resistencia a la compresión a los 3 días, conforme a la NMX-C-61.
- Sanidad en autoclave, conforme a la NMX-C-62.

Las estipulaciones y requisitos contenidos en las Normas NOM C-1 y ASTM C-150 serán aplicables al cemento en lo concerniente a calidad, almacenamiento, manejo, inspección y muestreo. Cuando no se especifique determinado tipo de cemento en el

Consulta Pública

proyecto deberá entenderse que se usará cemento portland tipo 1. El cemento que se utilice deberá ser de una marca de reconocida calidad previamente aprobada por la PROMOVENTE.

Los agregados finos y gruesos se obtendrán de los bancos o depósitos fijados por el Promovente, o bien de los propuestos por la SEDENA y aprobados por el Promovente deberán proporcionar muestras de los materiales que van a utilizar, cuando menos quince días antes de la fecha fijada para dar principio al colado. Los agregados (materiales pétreos, grava y arena) deberán cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111-ONNCCE.

El agregado grueso será grava proveniente de la trituración de roca sana densa de origen calizo o basáltico, su peso específico será mayor que 2.6 t/m³, y no tendrá forma lajar. Su tamaño máximo será 19 mm.

Los concretos se designarán de acuerdo con la carga unitaria de ruptura a la compresión (f'c), determinada a la edad de 28 días. La Promovente obtendrá las probetas de ensaye con la frecuencia que considere necesaria, pero llenando los siguientes requerimientos mínimo

2. 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 deberá tomaren cuenta si se requiere de 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/m2), aproximadamente.

Consulta Pública

3. Carpeta de Concreto Asfáltico

Capa formada con material de material traído de planta productora de concreto asfaltico, se compactará 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 colocará estará 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 construirá con 5 centímetros de espesor una base de concreto asfáltico, compactándola hasta alcanzar el 95 % de su Peso Volumétrico Máximo determinado en laboratorio por el Método Marshall. En la elaboración del concreto asfáltico deberá utilizarse 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 deberán cumplir 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 proyectará por el procedimiento Marshall. La construcción de la carpeta se deberá apegar a los lineamientos indicados en el Capítulo 006 del Libro CTR, parte 01, Título 04.

II.1.1.1 Construcción de puentes, viaductos o pasas vehiculares

A. Perforación para pilas de cimentación

Se deberá ubicar con exactitud mediante estacas en campo con equipo topográfico los sitios en donde se construirán las pilas que constituirán la cimentación profunda de acuerdo

Consulta Pública

con los planos de construcción. Antes de iniciar la perforación, se deberá verificar la variación del eje de las pilas y de las zapatas respecto a su ubicación de proyecto. Dicha posición no podrá ser mayor al 2% del diámetro de la pila además de haber ubicado en planta la trayectoria de las tuberías de drenaje para no romperlas cuando se esté realizando la perforación de las pilas.

Ubicada en campo la posición de las pilas, se procederá a colocar el equipo de perforación en el sitio indicado para cada pila.

El equipo deberá tener la capacidad suficiente y la herramienta tendrá que ser la adecuada para garantizar la verticalidad del barreno, minimizar la alteración del suelo adyacente a la excavación, obtener una perforación limpia y conservar las dimensiones de proyecto en toda la profundidad, evitando la sobreexcavación lateral y vertical del terreno.

Durante la realización de los trabajos se llevará un registro de la localización de las pilas, las dimensiones de perforaciones, las fechas de perforación y de colado, la profundidad y espesores de los estratos y las características de los materiales de apoyo.

Una vez instalado el equipo, se iniciará la perforación a partir del nivel de plataforma hasta el nivel de desplante especificado en los planos estructurales el cual deberá ser aprobado por un ingeniero especialista en geotecnia. Durante los trabajos de perforación se deberá verificar en forma continua la verticalidad de la barra kelly o barretón empleando equipo topográfico, especialmente después de haber pasado algún obstáculo que pudiera desviar la perforación. La desviación de la verticalidad con la que será aceptable construir la pila será del 2% máxima tolerable de su longitud.

B. Colocación de acero de refuerzo

Se dispondrá de un área especial para habilitar y armar el acero de refuerzo de acuerdo con las especificaciones estructurales del proyecto.

El recubrimiento del armado se garantizará mediante la colocación de separadores de concreto con forma de roles (donas) cuyos ejes deberán ser los estribos o zunchos de armado.

Una vez alcanzada y verificada la profundidad de desplante de la pila, se procederá a bajar, mediante el empleo de una grúa el acero de refuerzo previamente armado según lo indicado en el proyecto estructural correspondiente.

Una vez colocado el acero de refuerzo se colocará la tubería Tremie o trompa de elefante mediante de la cual se colocará el concreto.

C. Colado de pilas con concreto

El tamaño máximo del agregado será de ½" y el revenimiento de 18 a 20 cm. debiendo mantenerse fluido durante todo el proceso de colocado, lo que puede implicar el uso de un retardante de fraguado.

La tubería se introducirá por tramos antes de bajar el primer tramo de tubo Tremie; se deberá sellar por medio de un balón de látex o una esfera de poliestireno (diablo) cuya función será evitar la segregación del concreto al iniciarse el colado; el balón flota hasta la superficie al salir del extremo inferior de la tubería.

La tubería deberá ser perfectamente lisa por dentro y por fuera acoplada en toda su longitud a fin de facilitar el flujo continuo y uniforme del colado y así evitar que dicha tubería atore en el armado previamente instalado. El tramo que sobresalga en superficie se conectará a la tolva o embudo.

La boca de esta tolva deberá quedar a una altura conveniente para que se pueda descargar directamente el concreto desde las ollas revolvedoras. Todo el conjunto se subirá o bajará durante el colado, por lo tanto, deberá contarse con el equipo necesario para efectuar esos movimientos. Los tramos de tubo deberán ser lo suficientemente resistentes y pesados para soportar el manejo de ésta.

El extremo inferior de la tubería deberá quedar apoyado en el fondo de la excavación antes de iniciar el colado para evitar que el bolón salga antes de empezar el colado.

Una vez colocada la tubería tremie, se procederá a vaciar el concreto de la pila. Conforme se vaya llenando la perforación con concreto, se irá sacando la tubería tremie hasta concluir el colado de la pila.

El colado de la pila deberá quedar al nivel de plataforma existente para posteriormente descabezar la pila y ligarla a la zapata de cimentación de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales correspondientes.

D. Construcción de superestructuras

1. Puente C (Entronque PSV Carretera 180D-Huayacán

Una longitud aproximada de 1.22 km formada por 3 claros con un ancho de sección variable con paso vehicular sentido a la Federal 180D, retornos bajo la estructura, vueltas indirectas a la izquierda y vueltas directas a la derecha.

Se compone de 3 tipos de secciones:

- S-1 sección de 1 carril por sentido de 3.5m con acotamiento de 2.5m.
- S-2 sección con Estructura en rampas de ascenso mediante muros mecánicamente estabilizado con dos carriles de 3.5m por sentido y 2.5m de acotamiento, con faja separadora central de 0.80m en distancia de 2m, así como parapetos de 0.40m, además de dos secciones laterales con dos carriles con 3.50m y acotamiento externo de 2.5m y 1.50m de acotamiento interno colindante con la estructura en ambos lados, con un total de 43.80m de sección.
- S-3 sección con dos carriles de 3.5m por sentido y 2.5m de acotamiento, con faja separadora central de 0.80m en distancia de 2m, así como parapetos de 0.40m, formado de una estructura de rampas de ascenso mediante muros mecánicamente estabilizados, dando una longitud total de 21.80m de sección.

2. Distribuidor Av. Huayacán – Vialidad a terminal multimodal

La estructura “Distribuidor Av. Huayacán” esta cuenta con:

- Longitud aproximada de 1.29km formada por estructura de 8 claros con un ancho total de sección de 38.50 metros para alojar 6 carrieles de circulación 3 por cada sentido con acotamientos externos de 3 metros e interno de 2m, separados por una barrera central de 0.8 metros, con 0.75m de parapeto, 2m de andador peatonal y 1m entre el acotamiento y estructura, así como rampas con muros mecánicamente estabilizados.
- Carriles laterales para incorporaciones y retornos de 3.5m por carril, 2.5m de andador peatonal y acotamiento interno de 1m, dando un derecho de vía total de 60m.

- Cuenta con paso superior ferroviario, retornos debajo de la estructura, incorporaciones a nivel, así como acceso y salida hacia la vialidad a Terminal de Carga.

3. Puente Kulkana

- Paso superior que permite el cruce por encima de la Prol. Huayacán con una longitud aproximada de 0.48km que incluye incorporaciones y salidas.
- Cuenta con sección de 38m compuesto por la parte del puente con 2 carriles por sentido de 3.5m, así como acotamiento interno de 2m que aloja faja separadora y andadores peatonales laterales de 3m, cumplimento así una sección de 23m, a nivel cuenta con secciones laterales conformadas por dos carriles en cada lado de 3.50m.

II.2.8.4 Obras complementarias

A. Cunetas, bordillos y contracunetas

Con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de las terracerías y el pavimento, una vez terminadas las obras de construcción; es necesario 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/cm2 y 10 centímetros de espesor según se indica en el Proyecto utilizando los agregados grava y arena de bancos de material con operación comercial.

B. Instalación de señalamientos y acabados

De acuerdo con el análisis del proyecto ejecutivo se procederá a implementar un Plan de Señalamiento y Seguridad Vial integral en los diferentes frentes de Obra que permitan informar la presencia de actividades de obras y ordenar la circulación en las zonas afectadas para garantizar la accesibilidad en condiciones de seguridad a todos los usuarios independientemente del modo de transporte, utilizando la NOM-034-SCT2-2011 y la NOM-086-SCT-2023.

Consulta Pública

1. Señalización Vertical.

Las señales se podrán colocar mediante trípodes o elementos de sustentación similares, a alturas inferiores a 1 m cuando se trate de trabajos de mantenimiento y pequeña obra civil. En los casos de obras de larga duración la señalización será fija. Para el caso de obras temporales será necesario valorar otras características de la obra, además de la duración, como intensidades de tráfico, tipo de ocupación, etc. No se permitirán señales de plástico en ningún caso. El color amarillo que distingue las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con "fondo blanco", las de advertencia de peligro, prioridad, prohibición y fin de prohibición, así como en el fondo de las señales de carriles y las de, dentro de, dentro del apartado de orientación, de preseñalización y dirección. Por tanto, las señales como dirección obligatoria, cuyo fondo es azul, STOP o dirección prohibida, cuyo fondo es rojo, etc.., serán iguales que las normales. Los paneles complementarios deberán tener el fondo amarillo. En los textos deberán emplear ambas lenguas oficiales en todos los elementos de rotulación y señalización que sean expuestos en la obra, tanto en el recinto interno como en los paneles informativos a pie de calle.

2. Señalización Horizontal.

Las obras que tengan una duración superior a 15 días deberán pintar con marcas viales en color amarillo o naranja, aquellas que se tengan que ser eliminadas se realizará mediante fresado y no con pintado de negro, al igual que la eliminación de la pintura provisional. Será por cuenta de la empresa solicitante la instalación y mantenimiento durante la obra de la señalización horizontal adecuada a la configuración de la circulación en cada momento, siempre con el consentimiento escrito del Área de Circulación y Transportes.

3. Vallado de Obra.

El vallado de obra que se encuentre en calzada tendrá que ser con barreras new jersey en el caso de obras de larga duración. En el resto se realizarán con conos homologados, separados como mínimo 0,5 metros.

Material: Concreto reforzado.
Diseño: Prefabricadas, generalmente de una o dos caras.
Dimensiones: Longitud de 275 cm, anchura de 63 cm y altura de 80 cm.
Usos principales: Separar carriles, proteger zonas de construcción, controlar el flujo de peatones y vehículos en eventos masivos, y proteger contra choques.

Consulta Pública

Ventajas: Alta resistencia a impactos y ocupación de un espacio pequeño

4. Semáforos

En México, la colocación de semáforos y señalización vial está regulada por la **Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011**. Esta norma establece los requisitos generales para el señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. Su objetivo es garantizar la seguridad vial y facilitar la comprensión de las indicaciones por parte de los usuarios.

Además, las actividades se regularán de acuerdo a lo estipulado por la **Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)**, en coordinación con la **Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT)**, en el **Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras**, que contiene los lineamientos, criterios y procedimientos para la adecuada aplicación de la normativa.

Será por cuenta del promovente las modificaciones necesarias debidas a la obra del sistema de semaforización, incluyendo canalizaciones, reguladores, semáforos, etc., adecuadas a la configuración de la circulación en cada momento, siempre con el consentimiento escrito del Área de Circulación y Transportes. Las modificaciones serán realizadas por la empresa adjudicataria del mantenimiento de semáforos, para garantizar la coherencia y fiabilidad de un sistema de seguridad como éste, así como su inclusión en el inventario informático disponible en el Área de Circulación y Transportes a efectos de control.

5. Señalistas.

Los señalistas encargados de la regulación del tránsito deberán estar debidamente identificados y portar una vestimenta de alta visibilidad homologada. Este equipo de protección personal debe cumplir con los estándares de seguridad vigentes para asegurar que sean fácilmente reconocibles por los conductores. Además, deberán estar equipados con señales manuales de "STOP" y "DIRECCIÓN OBLIGATORIA" claramente visibles y de tamaño adecuado, las cuales utilizarán para gestionar el flujo vehicular de manera eficiente y segura.

Estos señalistas tendrán la responsabilidad de dar paso alternativo a la circulación en zonas de obras, accidentes, o cualquier otra situación que requiera la interrupción o desvío

Consulta Pública

temporal del tránsito. Su función es crucial para minimizar riesgos y garantizar la seguridad tanto de los conductores como de los trabajadores en el área.

6. Balizamiento.

La obra contempla el balizamiento, en el caso de que la afección sea en horario nocturno, el promovente deberá implantar balizamiento luminoso.

- **Señalización horizontal**: Líneas y marcas pintadas en la superficie de la carretera, como líneas de carril, pasos de peatones, y flechas de dirección.
- **Señalización vertical**: Señales montadas en postes o estructuras, como señales de alto, de límite de velocidad, y señales informativas.
- **Dispositivos de protección**: Barreras, conos, y otros elementos que desvían o controlan el flujo de tráfico.
- **Balizas luminosas**: Dispositivos que emiten luz para mejorar la visibilidad de las señales y marcas, especialmente en condiciones de baja visibilidad o durante la noche.

II.2.8.5 Desmantelamiento de obras provisionales y retiro de maquinaria

Una vez concluida la realización de la obra, todo tipo de infraestructura de apoyo que se encuentre en el sitio del proyecto como los almacenes temporales de residuos peligrosos y no peligrosos, almacén de herramientas, etc., será desmantelada y removida en su totalidad, 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.

II.2.9 Etapa de Operación y Mantenimiento.

Para asegurar la durabilidad y el funcionamiento óptimo de una carretera, es esencial seguir un programa riguroso de operación y mantenimiento. Aquí tienes una serie de pasos recomendados:

II.2.9.1 Operación

A. Monitoreo y Supervisión Regular:

Consulta Pública

- Realizar inspecciones periódicas para detectar daños, desgaste o cualquier otra anomalía.
- Implementar sistemas de monitoreo electrónico para el control del tráfico y la detección de problemas en tiempo real.

B. Gestión del Tráfico:

- Establecer y mantener señalización adecuada para guiar a los conductores.
- Implementar sistemas de gestión del tráfico para optimizar el flujo vehicular y reducir congestiones.

C. Seguridad Vial:

- Instalación y mantener dispositivos de seguridad como barandas, señales luminosas, y marcadores de pavimento.
- Realizar campañas de sensibilización sobre seguridad vial para los usuarios.

II.2.9.2 Mantenimiento

A. Mantenimiento preventivo

1. Limpieza y Desbroce:
   - Retirar basura, escombros y vegetación que pueda obstruir la carretera o sus alrededores.

2. Reparación de Baches y Grietas:
   - Identificar y reparar baches y grietas de manera oportuna para prevenir su expansión y mayores daños.
   - Utilizar materiales de calidad y técnicas adecuadas para asegurar la durabilidad de las reparaciones.

3. Mantenimiento de la Superficie de Rodadura:
   - Se aplicarán selladores y recubrimientos protectores periódicamente para extender la vida útil de la superficie.
   - Se realizarán repavimentaciones y tratamientos de rejuvenecimiento cuando sea necesario.

Consulta Pública

B. Mantenimiento Correctivo.

1. Reparaciones Estructurales:
   - Atención de cualquier daño estructural significativo en puentes, viaductos o pasos elevados.
   - Se contratarán especialistas para evaluar y reparar problemas complejos.
   - Se reemplazarán señales, barandas, y otros elementos de seguridad que estén dañados o deteriorados.
   - Asegurar que todos los reemplazos cumplan con las normativas y estándares vigentes.

C. Mantenimiento Predictivo.

1. Análisis de Datos y Predicción de Fallas:
   - Utilizar tecnologías avanzadas y análisis de datos para predecir posibles fallas y planificar intervenciones preventivas.
   - Implementar sistemas de mantenimiento predictivo basados en la condición real de la infraestructura.

2. Programación de Intervenciones:
   - Planificar y programar intervenciones basadas en las predicciones de fallas para minimizar interrupciones y costos.
   - Asegurar la disponibilidad de recursos y materiales para intervenciones rápidas y eficaces.

D. Gestión y Evaluación Continua

1. Registro y Documentación:
   - Mantener registros detallados de todas las actividades de mantenimiento y reparación realizadas.
   - Evaluar regularmente la efectividad de las estrategias de mantenimiento y ajustar según sea necesario.

II.2.10 Etapa de Abandono del Sitio.

Debido a la naturaleza del Proyecto carretero resulta difícil contemplar la posibilidad del desmantelamiento y abandono de este tipo de obras, toda vez que son obras permanentes y parte de los activos del país. En estos casos lo más probable es que este tipo

Consulta Pública

de Proyectos sean considerados después de un cierto periodo de vida útil como susceptibles de ampliación y modernización, pero nunca del desmantelamiento y abandono.

II.2.11 Utilización de explosivos.

El uso de explosivos no está previsto en la ejecución del proyecto.

II.2.12 Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones A La Atmósfera.

Los residuos sólidos urbanos que generará el proyecto serán basura (envolturas y residuos orgánicos) producto de los trabajadores, será almacenada en contenedores debidamente identificados para su posterior recolección por los servicios de limpia del municipio.

Los residuos de manejo especial tales como materiales pétreos; productos de las excavaciones y cortes, serán enviados a disposición final a bancos de tiro debidamente autorizados; el papel, plásticos, cartón, sacos de material, pedacería de madera y acero, serán depositados en contenedores debidamente identificados para posteriormente disponerlos conforme la legislación ambiental vigente.

De esta manera, se requiere del servicio de limpia del municipio de Benito Juárez para la adecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial generados durante la construcción del proyecto.

No se contempla la generación de residuos peligrosos. Los mantenimientos de maquinaría se realizarán en sitios ex profesos al área del proyecto, los cuales contarán con todos los lineamientos dispuestos en la NOM-052-SEMARNAT-2005. En caso de algún contratiempo, falla o emergencia que conlleve a generar Residuos peligrosos, se contará en todo momento con kits antiderrames, se deberá disponer en un tambo de 200 L debidamente rotulado y con una persona especialista para la atención y manejo de este tipo de residuo, la disposición final será en lugares autorizados por la SEMARNAT mediante una empresa transportista autorizada para tal fin.

El manejo para cada uno de estos apartados se detalla en:

- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Prevención, Mitigación y Manejo de Contingencias Ambientales

Consulta Pública

En la siguiente tabla se describen los residuos generados durante la preparación del sitio del proyecto, así como de la disposición de estos:

Tabla II.14: Tipos de residuos y su disposición final.

TIPO DE RESIDUOS	ETAPA DE GENERACIÓN	ESTADO	CLASIFICACIÓN	RECICLABLE Y NO RECICLABLE	DISPOSICIÓN FINAL
Residuos Sólidos Urbanos	**Preparación del sitio y construcción**	Sólido	Orgánicos e Inorgánicos	Si	Se tramitarán los permisos correspondientes para depositar estos residuos en sitios con condiciones adecuadas (rellenos sanitarios) para evitar el daño al medio ambiente. La separación y el reciclaje de los materiales reciclables presentes en los RSU, ayudará a conservar recursos, reducir la contaminación y disminuir la necesidad de nuevos materiales.
Residuos Peligrosos		Sólido y Líquido	Aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, pinturas, etc.	No reciclable	Los residuos están correctamente señalados y almacenados por un máximo de cinco meses. La empresa contratada se encarga del transporte de los residuos y los lleva a depósitos de seguridad autorizados por la SEMARNAT. Además, se conservan los manifiestos de entrega, transporte y disposición de los residuos peligrosos, los cuales son proporcionados por la empresa

Consulta Pública

TIPO DE RESIDUOS	ETAPA DE GENERACIÓN	ESTADO	CLASIFICACIÓN	RECICLABLE Y NO RECICLABLE	DISPOSICIÓN FINAL
					contratada para esta tarea.
Residuos de Manejo Especial		Sólido	Escombros, sobrantes de concretos y materiales pétreos, fragmentos de pavimento, maderas de cimbra, sacos vacíos, etc.	Si	Se tramitarán los permisos correspondientes para depositar estos residuos en sitios con condiciones adecuadas para evitar el daño al medio ambiente.
Aguas residuales		Líquido	Sanitarios	No reciclable	Se realizará la contratación de empresa especializada para el retiro de aguas residuales.

Tabla II.15: Generación de residuos por tipo.

TIPO DE RESIDUO	PARÁMETRO DE DISEÑO	GENERACIÓN DIARIA APROX.	GENERACIÓN MENSUAL APROX.	GENERACIÓN TOTAL (18 MESES) APROX.
Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	1.0 kg/hab-día; 80 trabajadores	80 kg/día (0.40 m^3/día)	2.08 t/mes (10.4 m^3/mes)	37.44 t (187.2 m^3)
Residuos de Manejo Especial (RME)	0.01 m^3/m^2; 1,150,230 m^2 de superficie	—	—	11,502.3 m^3 (≈20,700 t)
Residuos peligrosos (RP, contingencia)	Derrame contenido en tambos de 200 L	0 (operación normal)	0 (operación normal)	≤300 L en 1–2 tambos
Aguas residuales sanitarias	30 L/hab-día; 80 trabajadores	2,400 L/día (2.4 m^3/día)	62.4 m^3/mes	1,123.2 m^3

a). **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Estos residuos se almacenarán de forma temporal en contenedores de 200 L con tapa, diferenciando residuos orgánicos e inorgánicos, y serán manejados a través del servicio de limpia municipal y/o una empresa autorizada, según lo previsto en el manejo de residuos del proyecto.

Consulta Pública

b). **Residuos de Manejo Especial (RME):** Los residuos de manejo especial se asocian principalmente a:

- Escombros de demoliciones, cortes y ajustes de elementos de concreto.
- Sobrantes de concretos hidráulicos y morteros.
- Fragmentos de materiales pétreos, mezclas asfálticas, bases y subbases.
- Maderas de cimbra, tarimas, sacos de cemento vacíos y otros acondicionamientos temporales.
- **Metales provenientes de la construcción**, tales como varilla, perfiles metálicos, alambre recocido, elementos de acero estructural y otros desperdicios ferrosos generados por cortes y ajustes en obra.

Este volumen se distribuirá a lo largo de todo el periodo de construcción y se manejará mediante:

- Áreas de acopio temporal de escombro y materiales no aprovechables dentro del derecho de vía o en zonas previamente definidas.
- Reaprovechamiento en rellenos y conformación de terraplenes cuando la normatividad técnica lo permita.
- Envío de sobrantes finales a sitios de disposición o bancos de tiro autorizados.

c). **Residuos Peligrosos (RP):** los mantenimientos de maquinaria se realizarán fuera del área de proyecto, en talleres ex profeso que cumplen con la NOM-052-SEMARNAT-2005, por lo que no se contempla la generación ordinaria de residuos peligrosos en el sitio de obra.

No obstante, se considera un escenario de contingencia en caso de derrames o fallas en equipos de combustibles y lubricantes:

- Cada evento de derrame será contenido en un tambo de 200 L debidamente rotulado.

d). **Aguas residuales sanitarias:** El personal utilizará sanitarios portátiles cuyo servicio, limpieza y disposición de residuos estará a cargo de una empresa especializada. Los volúmenes se manejarán en los tanques de almacenamiento de los sanitarios portátiles, los cuales serán vaciados con la periodicidad establecida por la empresa prestadora del servicio, disponiendo las aguas residuales en plantas de tratamiento o sitios autorizados por la autoridad competente.

Consulta Pública

II.2.13 Infraestructura para la minimización de residuos.

Para cada tipo de residuos, en su caso, describir la infraestructura con la que se contará para su manejo y tratamiento:

Tabla II.16: Infraestructura para el manejo y almacenamiento de Residuos.

TIPO DE RESIDUO	INFRAESTRUCTURA
a) Aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, pinturas, etc.	Se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos, provisto de techo, base de concreto, fosa de retención, canaletas y provisto de extintor, apegándose en todo momento al Art. 82 del Reglamento de la LGPGIR. Tendrá una capacidad para almacenar temporalmente tambos de 200 litros.
b) Residuos sólidos urbanos	Se habilitará un almacén temporal, el cual contará con las siguientes especificaciones: Contar con piso de concreto con pendiente, o algún material que evite la filtración de lixiviados al suelo para impedir la contaminación del manto freático, canaleta, dique perimetral, fosa de retención para lixiviados, barrera física, puerta de acceso, ventilación natural, techo de material inflamable, letrero de tamaño visible y equipo extintor en el exterior. Los residuos almacenados no podrán permanecer por un periodo mayor a dos semanas hábiles, lo anterior con la finalidad de evitar la presencia de fauna nociva. Los contenedores para los residuos orgánicos deberán ser de color verde, y en el caso de los residuos inorgánicos deberán ser de color gris según el reglamento estatal. Deberán contar con tapas, estar en buen estado, pintados y con letreros alusivos a su contenido
c) Residuos de Manejo Especial	Se habilitará un almacén temporal, el cual contará con las siguientes especificaciones: Contar con piso de concreto con pendiente, canaleta, dique perimetral, barrera física, puerta de acceso,

Consulta Pública

TIPO DE RESIDUO	INFRAESTRUCTURA
	ventilación natural, techo de material inflamable, letrero de tamaño visible y equipo extintor en el exterior.
d) Emisiones de partículas suspendidas	Para el caso de dispersión de polvos se supervisará que se riegue en forma periódica los accesos. Así mismo, se verificará que los camiones materialistas lleven consigo lonas para cubrir las cajas y evitar la dispersión de partículas.

NOTA: Los residuos serán segregados y almacenados de acuerdo al Programa de Manejo Integral de los Residuos de este proyecto, el cual se adjunta al presente documento.

II.2.14 Generación de Gases Efecto Invernadero.

Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento se generarán gases de efecto invernadero (GEI), estos serán generados por la quema de combustible en los vehículos automotores, para las dos primeras etapas, estos vehículos serán propiedad de las empresas subcontratistas y en la etapa de operación corresponderá a los vehículos automotores que circulen sobre el proyecto.

Emisiones de Combustión: Consecuencia de las actividades de movimientos de vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diésel respectivamente, produciendo gases contaminantes (COx, NOx, HCś) y partículas suspendidas como resultado de la combustión interna de los motores, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en las NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM- 045-SEMARNAT-2006.

Emisiones de CO_2. Las emisiones de Dióxido de Carbono proceden de la oxidación del carbono de los combustibles durante la combustión. En condiciones de combustión óptimas, el contenido total de carbono de los combustibles debería convertirse en CO_2.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son gases de efecto invernadero indirecto, precursores de ozono. Las actividades de quema de combustible son las fuentes antropogénicas más significativas de NOx. En el ámbito de la quema de combustibles, las fuentes más importantes son las industrias energéticas y las fuentes móviles.

El metano (CH_4) se produce en pequeñas cantidades en la quema de combustibles debido a la combustión incompleta de los hidrocarburos del mismo. Las emisiones de metano indican en general una ineficiencia en el proceso de combustión. La producción de CH_4 depende de la temperatura.

Consulta Pública

Es importante mencionar que, en el desarrollo del proyecto y su operación, no contempla fuentes fijas de emisiones de gases de efecto invernadero.

II.2.14.1 Preparación del sitio y construcción

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la generación de gases y la disipación de energía se asocian principalmente a la operación de maquinaria pesada, equipo de construcción y vehículos de acarreo, así como al tránsito interno en los frentes de obra. Estas emisiones tienen un carácter temporal y se concentran exclusivamente durante la ejecución de dichas etapas.

- Preparación del sitio + Construcción: **18 meses**
- Días efectivos de trabajo: **26 días/mes**

Tabla II.17: Consumo diario por tipo de equipo y/o maquinaria.

TIPO DE EQUIPO / VEHÍCULO	UNIDADES	COMBUSTIBLE	HORAS
Excavadoras / retroexcavadoras	8	Diésel	8 h/día
Motoconformadoras	3	Diésel	8 h/día
Compactadores / vibrocompactadores	4	Diésel	8 h/día
Camiones de volteo	20	Diésel	6 h/día
Grúas, perforadoras y equipos especiales	3	Diésel	8 h/día
Vehículos ligeros	10	Gasolina	50 km/día

Tabla II.18: Gases de Efecto Invernadero etapa de preparación del sitio y construcción.

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR ESTIMADO
Consumo diario de diésel	L/día	5,232
Consumo diario de gasolina	L/día	63
Emisiones diarias de GEI	t CO_2e/día	14.2
Emisiones totales de GEI (18 meses)	t CO_2e	~6,600
Energía disipada diaria	TJ/día	0.19
Energía disipada total	TJ	~89

Consulta Pública

II.2.14.2 Operación y mantenimiento

Para el presente cálculo se consideran los siguientes supuestos:

- Tránsito diario promedio (TDP) proyectado: **15,000 vehículos/día** (dos sentidos).
- Composición vehicular:
  - **Vehículos ligeros** (automóviles, camionetas de uso particular y de servicios): 70 %.
  - **Vehículos pesados** (camiones de carga, tractocamiones, autobuses): 30 %.
- Longitud del libramiento considerada para el recorrido promedio: **15.394 km**.

Tabla II.19: Gases de Efecto Invernadero etapa de operación y mantenimiento.

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR DIARIO ESTIMADO	VALOR ANUAL ESTIMADO (APROX.)
Recorrido total del parque vehicular	veh·km/día	230,910	84.3 millones veh·km/año
Emisiones de GEI (CO_2e)	t CO_2e/día	110.1	40,200 t CO_2e/año
Consumo total de combustibles (gasolina + diésel)	L/día	33,713	12.3 millones L/año
Energía disipada por el parque vehicular	TJ/día	1.16	424 TJ/año

Consulta Pública

II.3 Referencias bibliográficas.

- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS). (2020). Programa Nacional de Infraestructura Carretera. https://www.gob.mx/banobras/documentos/programa-institucional-2020-2024-302839
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1972). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. (última reforma DOF 16-02-2018). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma DOF 01-02-2024). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (última reforma DOF 08-05-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023). Sistema de información sobre biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Marco geoestadístico nacional. https://www.inegi.org.mx/
- Mandujano Rodríguez, S. (2011). Ecología de poblaciones aplicada al manejo de fauna silvestre: cuatro conceptos (N, λ, MSY, Pe). Instituto Literario de Veracruz, SC.
- Pérez-Rivas, M. E., et al. (2023). El método de trabajo aplicado en el salvamento arqueológico del Tren Maya se basa en tres aspectos primordiales: prospección, excavación y apoyo de disciplinas con tecnologías geográficas. Arqueología Mexicana.
- Presidencia de la República. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Gobierno de México. https://www.gob.mx/pnd
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Carreteras. (2023). Catálogo de normas técnicas para la construcción de carreteras. Gobierno de México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000, 18 de junio). N·CTR·CAR·1·04·004/00: Riegos de impregnación [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.

Consulta Pública

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000, 18 de junio). N·CTR·CAR·1·04·005/00: Riegos de liga [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000, 29 de noviembre). N·CTR·CAR·1·01·013/00: Acarreos. En Normas de construcción de carreteras (págs. 1–7). Gobierno de México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2004, 15 de noviembre). N·CMT·4·02·003/04: Materiales para bases tratadas [Norma técnica]. En Libro CMT Características de los Materiales. Parte 4: Materiales para pavimentos, Título 02 Subbases y bases. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2009, 15 de diciembre). N·CTR·CAR·1·04·007/09: Carpetas asfálticas con mezcla en frío [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016, 24 de noviembre). N·CTR·CAR·1·01·009/16: Terraplenes [Norma técnica]. En Normas de construcción de carreteras, Libro CTR – Construcción, Parte 1: Conceptos de obra. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020, 14 de julio). N·CTR·CAR·1·04·009/20: Carpetas de concreto hidráulico [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020, 28 de octubre). N·CTR·CAR·1·04·010/20: Capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2022, 28 de septiembre). N·CMT·4·02·002/22: Materiales para bases hidráulicas [Norma técnica]. En Libro CMT Características de los Materiales. Parte 4: Materiales para pavimentos, Título 02 Subbases y bases. SCT/IMT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (s. f.). Norma N.CTR.CAR.1.01.002/00: Excavaciones para estructuras. En Normas de Construcción de Carreteras (págs. I.2). SCT.
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2018). Manual de proyecto geométrico de carreteras. Dirección General de Servicios Técnicos. https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/normativa/manuales/

Consulta Pública

- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2020). Red carretera de México: Infraestructura para la conectividad y el desarrollo nacional. Gobierno de México. https://www.gob.mx/sct
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). NOM-052-SEMARNAT-2005: Características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2007). NOM-045-SEMARNAT-2006: Límites máximos permisibles de opacidad y características del humo de vehículos que usan diésel. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). NOM-041-SEMARNAT-2015: Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes de vehículos automotores que usan gasolina. Diario Oficial de la Federación.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección general de obras, edificación estructural. (s. f.). Preescolar – línea 02: especificaciones generales de construcción estructural. Recuperado 19 de junio de 2025, de https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/construc/espe_gral/estructu/ob_pre/obp_li02.html

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo III: Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso de suelo.

Del Proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO. 5

III.1 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 5

III.1.1 Legislación Federal 6
III.1.2 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial 25
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio. 44
III.1.2 Legislación estatal 67

III.2 Planes de Desarrollo 79

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND) 79
III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo (2023-2027) 81
III.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 82
III.2.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, municipio BENITO JUAREZ y, Programa de ordenamiento Ecológico Local del municipio de BENITO JUAREZ 83

III.3 Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 85

III.4 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal 88

III.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 88
III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 91
III.4.3 Sitios RAMSAR 94
III.4.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 96
III.4.5 Regiones marítimas prioritarias (RMP) 99

III.5 Conclusiones 102

III.6 Referencias Bibliográficas 103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1: Artículos de la Constitución Vinculantes. 6
Tabla III.2: Artículos Vinculables al REIA. 11
Tabla III.3: Artículos Vinculables a la LFRA. 14
Tabla III.4: Vinculación de artículos al LGPGIR. 16

Consulta Pública

Tabla III.5: Vinculación de artículos al LGPGIR. 18
Tabla III.6: Vinculación de artículos al LGVS. 20
Tabla III.7: Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales. 22
Tabla III.8: Vinculación del Proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos. 24
Tabla III.9: Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos. 25
Tabla III.10: Características de la región Ecológica. 27
Tabla III.11: Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo. 28
Tabla III.12: Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 62. 30
Tabla III.13: scripción del POEMyRGMyMC. 34
Tabla III.14: Descripción de la UGA 138. 34
Tabla III.15: Acciones Específicas de la UGA 138. 35
Tabla III.16: Vinculación con los Criterios Ambientales Generales de la UGA 138. 36
Tabla III.17: Acciones y criterios específicos de la UGA 138. 40
Tabla III.18: Criterios de Regulación Ecológica. 46
Tabla III.19: Descripción de la UGA 14. 46
Tabla III.20: Descripción de la UGA 21. 48
Tabla III.21: Vinculación con los Criterios Ecológicos de la Aplicación de la UGA 14. 51
Tabla III.22: Vinculación con los criterios de regulación ecológica de carácter general de la UGA 21 y UGA 14. 54
Tabla III.23: Vinculación con los criterios de regulación ecológica de carácter específico de la UGA 21. 62
Tabla III.24: Vinculación del proyecto a preceptos de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. 67
Tabla III.25: Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. 69
Tabla III.26. Vinculación del proyecto con los preceptos de la Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo. 72
Tabla III.27. Vinculación del proyecto con los preceptos de la Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado. 73
Tabla III.28. Vinculación del proyecto con los preceptos de la Ley de Vida Silvestre para el estado de Quintana Roo. 75
Tabla III.29: Vinculación del proyecto con preceptos de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Quintana Roo. 76
Tabla III.30. Vinculación del proyecto con el PNUD 2019-2024. 79
Tabla III.31. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo (2023-2027). 81
Tabla III.32. Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027). 82
Tabla III.33: Vinculación de Normas Oficiales Mexicanas. 86
Tabla III.34: Descripción de AICA Corredor Central Vallarta – Punta Laguna. 91
Tabla III.35: Vinculación Sitios AICA. 94
Tabla III.36: Características del Corredor Cancún-Tulum. 97
Tabla III.37: Resumen vinculación 98

Consulta Pública

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1: Área del Proyecto en el POEGT. 29
Figura III.2: Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 45
Figura III.3: Áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto. 90
Figura III.4: Criterios aplicables al AICA Corredor Vallarta - Punta Laguna. 93
Figura III.5: Localización del Proyecto respecto a Sitios RAMSAR. 95
Figura III.6: Regiones Marítimas Prioritarias. 101

Consulta Pública

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

III.1 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

Tomando como base la ubicación espacial y las características del proyecto descritas en el Capítulo II, se presenta a continuación un análisis del vínculo existente entre el proyecto y los instrumentos de planeación existentes en la zona. 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, con la finalidad de establecer 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.

Lo descrito en este capítulo permite identificar el conjunto de instrumentos de planeación, jurídicos, normativos y administrativos que contiene la legislación vigente, lo anterior, a fin de regular los aspectos ambientales de las obras y actividades del proyecto, permite sustentar en los planteamientos técnicos que se detallan en los capítulos siguientes, así como permite ofrecer a la Autoridad evaluadora los argumentos que aseguraran el cumplimiento ambiental. Lo correspondiente bajo el sustento de la Guía de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) y de lo relativo a el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

El Proyecto contempla la construcción de una nueva vialidad destinada a extender la Avenida Huayacán y establecer una conexión estratégica entre dos importantes arterias federales: la carretera 180, en su ramal Cancún–Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún–Playa del Carmen. Esta vialidad estará ubicada en proximidad al aeropuerto, posicionándose como un elemento clave para el desarrollo de la infraestructura vial de la región, por lo que las acciones aquí descritas están enfocados específicamente al cumplimiento ambiental.

Consulta Pública

III.1.1Legislación Federal

III.1.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El documento legal fundamental de México es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es el instrumento rector y norma suprema del ordenamiento jurídico mexicano cuyas disposiciones trascienden a todo el ordenamiento jurídico mexicano, y, por tanto, como ley, su fuerza normativa siempre habrá de regular todo acto dentro del Estado mexicano.

Vinculación.

Tabla III.1: Artículos de la Constitución Vinculantes.

Título Primero	Capítulo	Artículo
Primero	I. De los Derechos Humanos y sus Garantías.	1
		4
		25
		27
		28
		73
		115

Artículo 1°: "*..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*".

Es decir, la Constitución establece como garantía de salvaguarda del derecho humano al medio ambiente sano, la responsabilidad que tiene quien provoca daño y deterioro ambiental, por ello, en el Proyecto se tiene como premisa fundamental el cumplimiento de lo que establece la normatividad ambiental, en todos sus ámbitos de validez y niveles jerárquicos para su aplicación.

Artículo 4: En cuanto al cuidado del medio ambiente, la Constitución indica, en su Artículo 4º, que:
"*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.*"

Consulta Pública

Es en sus Artículos 25, 27, 28 y 73 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 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*

Consulta Pública

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.

Artículo 28: "*En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes"; pero también puntualiza que "no constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva" en áreas consideradas estratégicas, como petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de electricidad, para lo cual "el Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con los sectores social y privado*."

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; …

Consulta Pública

En ese sentido, cualquier actividad 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.

Por lo anterior, podemos considerar a esta Ley, como la precursora de las leyes ambientales tales como, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), entre otras, las cuales, son reglamentarias de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sobre la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Siendo así que, el proyecto propuesto deberá observar y ajustarse a la legislación ambiental aplicable, como son, Planes de Desarrollo, Planes de

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico Territorial, Normas y Leyes Ambientales, etc., que resultan ser la Base para el cumplimiento ambiental

En este sentido, y tal como se demuestra en el presente Capítulo, el proyecto se desarrollará plenamente en cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y de la normatividad ambiental aplicable, para actuar en concordancia con este derecho consagrado en nuestra Constitución.

III.1.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y reformada por última vez el 05 de junio de 2018. Establece las disposiciones de orden público en las materias de preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía.

Vinculación:

La LGEEPA se vincula y regula todas las fases de desarrollo y los componentes ambientales del proyecto.

Artículo 5. Son facultades de la Federación:
X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría, Párrafo VII:
VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; ...

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos, en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate,

Consulta Pública

considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la Manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Este documento confirma que el Proyecto cumple plenamente con la LGEEPA, debido a que no de los objetivos principales de la LGEEPA es regular la operación de las actividades de su competencia, asegurando un desarrollo ambiental planificado y basado en un proceso reglamentado con criterios e indicadores ambientales, económicos y sociales. Este enfoque busca mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas mediante la implementación de medidas adecuadas para preservar el equilibrio ecológico, proteger el medio ambiente y aprovechar los recursos naturales. Además, se enfoca en fortalecer políticas, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el entorno y prevenir y controlar su deterioro.

III.1.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPA).

Este Reglamento de Ley, cuya reforma más reciente se publicó en el DOF el 31 de octubre de 2014, se enfoca en evaluar el impacto ambiental de las obras, actividades e infraestructuras que se llevarán a cabo en el territorio nacional y en las zonas sobre las cuales la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Vinculación.

Tabla III.2: Artículos Vinculables al REIA.

Artículo	Descripción	Vinculación
1	El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.	Se da cumplimiento al presente reglamento con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental Particular.
5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de Impacto Ambiental:...	El documento de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular (MIA-P) constituye un instrumento técnico y legal que cumple con la obligación vinculante establecida

Consulta Pública

Artículo	Descripción	Vinculación
	B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, 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	por la normatividad ambiental vigente. Este documento no solo satisface el requisito formal, sino que también desempeña un papel crucial al garantizar que los impactos potenciales derivados del proyecto sean evaluados de manera exhaustiva y se propongan medidas de mitigación adecuadas para preservar los ecosistemas afectados. La presentación de la MIA-P marca el inicio del proceso necesario para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, un requisito indispensable para que el proyecto pueda desarrollarse conforme a la legislación ambiental y bajo principios de sostenibilidad. De manera paralela, con la entrega de este documento, se da inicio también a las gestiones correspondientes al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, las cuales se llevarán a cabo ante la autoridad competente.
	Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, tal como lo solicita esta disposición. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.	El documento de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular, satisface esta obligación vinculante e inicia el proceso necesario para obtener la autorización relacionada con el impacto ambiental.
10	Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional. II Particular.	Con el fin de cumplir con la normativa ambiental, se presenta a la autoridad una Manifestación de Impacto Ambiental Particular, fundamentada en el Sistema Ambiental, el Área de Influencia y el Área del Proyecto que podría ser

Consulta Pública

Artículo	Descripción	Vinculación
		impactado por la ejecución del proyecto.
19	La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.	El documento de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular, satisface esta obligación vinculante e inicia el proceso necesario para obtener la autorización relacionada con el impacto ambiental.
20	Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Así mismo, declararán, 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. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.	Durante la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, se cumplieron todas las leyes, reglamentos, normas y demás disposiciones pertinentes al proyecto, y esto se detalla exhaustivamente en el presente capítulo.

Por lo anterior, se señala que la presentación de la MIA-P no solo satisface el cumplimiento legal ante el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, sino que también marca el punto de partida para un proceso integral de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

III.1.1.4 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Consulta Pública

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) fue promulgada el 7 de junio de 2013 y entró en vigor el 7 de julio del mismo año (SEMARNAT - Poder Ejecutivo, 2013). La LFRA establece la responsabilidad ambiental derivada de los daños al medio ambiente, y regula la reparación y compensación de estos daños cuando se exijan a través de procesos judiciales federales según el artículo 17 constitucional, mecanismos alternativos de solución de controversias, procedimientos administrativos y aquellos relacionados con la comisión de delitos contra el medio ambiente y la gestión ambiental (artículo 1° de esta Ley).

Vinculación.

Tabla III.3: Artículos Vinculables a la LFRA.

Artículo	Descripción	Vinculación
1	Establece que esta Ley regula la responsabilidad ambiental que surge de los daños causados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de procesos judiciales federales, mecanismos alternativos de solución de controversias, procedimientos administrativos y aquellos relacionados con la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.	El documento de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular. satisface esta obligación vinculante.
2	No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites provistos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.	Se presenta esta MIA-P, en la cual se ofrece la información relativa a las circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del Proyecto. En su Capítulo V se identifica, describe y evalúa todos los impactos ambientales que pudiera ocasionar dicho Proyecto; en los capítulos VI y VII se describen las medidas o programas a ejecutar para evitar, disminuir o corregir tales impactos.
13	La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento,	El proyecto no contempla actividades altamente riesgosas, sin embargo, en caso de que el proyecto ocasione un daño al ambiente el promovente procederá a la compensación ambiental en

Consulta Pública

Artículo	Descripción	Vinculación
	recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño	los términos de la presente Ley.

III.1.1.5 Ley Federal de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Esta Ley tiene como objetivo regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Esta ley busca distribuir las competencias en materia forestal entre la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Vinculación.

Relativo a la LGDFS, de manera paralela con la entrega de este documento, se da inicio también a las gestiones correspondientes al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, las cuales se llevarán a cabo ante la autoridad competente. Por lo que el apartado únicamente es señalado en materia de evidenciar el cumplimiento de este proyecto ante todas las instancias correspondientes.

III.1.1.6 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de mayo de 2023.

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generarán en el proyecto, así como el prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación de acuerdo con los estándares establecidos por la normatividad ambiental aplicable; son uno de los objetivos primordiales para el desarrollo del proyecto en comento.

En la citada Ley, además de realizarse una distribución de facultades entre los distintos niveles de gobierno relativas a las tres categorías de residuos antes mencionados, se señalan las obligaciones del generador de residuos peligrosos de acuerdo a él volumen de generación anual, así como los lineamientos para su manejo integral según sea su caso.

Consulta Pública

A continuación, se transcriben algunas de las disposiciones legales más relevantes de dicha ley, en cuanto a los tipos de residuos y su manejo.

Tabla III.4: Vinculación de artículos al LGPGIR.

Artículo	Contenido	Vinculación
5	Para los efectos de esta Ley se entiende por: XXXIII. *Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;*	Para el diseño y la preparación del sitio del proyecto se han considerado meticulosamente las disposiciones legales pertinentes lo que ha influido directamente en la planificación de la gestión y manejo de los residuos generados durante su desarrollo Estas actividades se llevan a cabo en estricta observancia de lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y las normas oficiales mexicanas aplicables con el objetivo de garantizar el cumplimiento en cada una de las etapas descritas en este estudio En el Capítulo VI se detallan exhaustivamente las medidas de mitigación y los programas ambientales propuestos para asegurar el cumplimiento de la LGPGIR y su reglamento correspondiente a lo largo de toda la vida del proyecto. Con estas medidas se busca no solo cumplir con los requisitos legales establecidos sino también contribuir a la protección del medio ambiente y al bienestar de las comunidades locales.
18	Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	
42	Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido	Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos** en las distintas etapas del proyecto, se contratarán empresas o gestores autorizados para el manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos. Esta medida es fundamental para garantizar el cumplimiento de la normatividad

Consulta Pública

Artículo	Contenido	Vinculación
	hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.	ambiental vigente, asegurar la adecuada gestión de los residuos peligrosos generados y minimizar el riesgo de contaminación ambiental. Al trabajar con empresas autorizadas, se asegura que los procesos de manejo, transporte y disposición se realicen de manera segura, eficiente y conforme a los estándares legales y técnicos establecidos, lo cual contribuye a la protección del medio ambiente y la salud pública.
56	Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	Se llevará a cabo una verificación exhaustiva para asegurar que los residuos peligrosos almacenados en el almacén temporal sean retirados exclusivamente por empresas debidamente autorizadas para su manejo y disposición final. Además, se implementará un sistema de control riguroso para garantizar que los residuos peligrosos no permanezcan almacenados por un periodo superior a seis meses, cumpliendo con las normativas establecidas y minimizando riesgos ambientales y de salud.
98	Para la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos de manejo especial, las entidades federativas establecerán las obligaciones de los generadores, distinguiendo grandes y pequeños, y las de los prestadores de servicios de residuos de manejo especial, y formularán los criterios y lineamientos para su manejo integral.	De conformidad con los lineamientos establecidos por la entidad federativa y los municipios, se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, en el que estarán incluidos los no peligrosos. Se proporcionará capacitación al personal del proyecto para su adecuada gestión y disposición.
99	Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión	En las distintas etapas del proyecto se contratarán empresas o gestores autorizados para el manejo, transporte y disposición de residuos.

Consulta Pública

Artículo	Contenido	Vinculación
	integral de los residuos sólidos urbanos, considerando: I. Las obligaciones a las que se sujetarán los generadores de residuos sólidos urbanos; II. II. Los requisitos para la prestación de los servicios para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, y III. III. Los ingresos que deberán obtener por brindar el servicio de su manejo integral.	

El proyecto tiene considerado el cumplimiento de estas obligaciones, mediante las previsiones para la identificación y aplicación de las buenas prácticas para el manejo, almacenamiento temporal y disposición de los residuos generados en sus diferentes etapas.

III.1.1.7 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Se vincula con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) durante la preparación del sitio. Se consideran aplicables al proyecto las siguientes disposiciones:

Tabla III.5: Vinculación de artículos al LGPGIR.

Artículo	Contenido	Vinculación
20	Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente: I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;	Para asegurar la correcta disposición de los residuos, se implementará un sistema de registro periódico de los residuos generados (bitácoras). Este sistema permitirá un seguimiento detallado y continuo de los residuos producidos, facilitando su gestión eficiente y segura. Se identificarán y documentarán las fuentes de generación de RSU, incluyendo las actividades diarias del personal involucrado en el proyecto.

Consulta Pública

Artículo	Contenido	Vinculación
	II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos; III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.	Esta identificación permitirá una mejor planificación y ejecución de las acciones necesarias para la recolección, manejo y disposición final de los RSU. Además, el registro detallado en las bitácoras ayudará a cumplir con las normativas ambientales y a tomar decisiones informadas para la mejora continua de la gestión de residuos.
21	Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de estos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría. Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.	

III.1.1.8 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es una normativa clave en la conservación de los recursos naturales en México. Su última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2021. Esta ley establece principios fundamentales para la protección y conservación de la vida silvestre, obligando a la conservación de la biodiversidad y definiendo los derechos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La LGVS contempla la concurrencia y coordinación de los distintos órdenes de gobierno, desde el nivel federal hasta el municipal, para asegurar una gestión integral y efectiva de la vida silvestre. Además, establece los lineamientos para la elaboración y aplicación de la política ambiental nacional, promoviendo una gestión responsable y sostenible de los recursos naturales.

Así mismo, contempla la elaboración de proyectos de recuperación de hábitats y

Consulta Pública

especies, la declaración de hábitats críticos para la conservación y protección de las áreas de refugio para especies acuáticas. También el manejo y el control de poblaciones y ejemplares perjudiciales y establece la definición de un estatus específico para especies migratorias en concordancia con los convenios internacionales; y de igual forma regula la liberación de ejemplares al hábitat natural.

De igual manera, contempla el aprovechamiento de subsistencia, el aprovechamiento no extractivo, la colecta con propósitos científicos y de enseñanza, así como la responsabilidad por los daños a la vida silvestre, bajo la coordinación entre los distintos órdenes del gobierno y entre dependencias de un mismo rango, entre otras cosas.

Por lo anterior, fue necesario crear las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) como instrumento básico de conservación, las cuales resultan ser parte fundamental de los ejes rectores del ordenamiento ecológico y del sistema de áreas naturales protegidas.

Tabla III.6: Vinculación de artículos al LGVS.

Artículo	Contenido	Vinculación
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.	El diseño del Proyecto asumió como premisa que sus actividades no incidan de manera innecesaria, ni destruyan o dañen la vida silvestre del entorno donde pretende ubicarse; para tal fin, se incorporaron los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, previo a las actividades de preparación del sitio. Ante la inevitable alteración del hábitat por el desmonte que se realizó en algunas zonas donde se desarrollará el Proyecto, se llevará a cabo un **Programa de Reforestación**, el cual pretende reestructurar a fin de mantener las condiciones ambientales lo más similar posible a como estaban las condiciones físicas y ambientales antes del inicio de las actividades constructivas.
31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento,	La movilización de los ejemplares se llevará a cabo bajo estrictas condiciones diseñadas para garantizar su bienestar y minimizar cualquier impacto negativo en

Consulta Pública

Artículo	Contenido	Vinculación
	traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	su salud. Para ello, se implementarán medidas específicas que reduzcan al máximo la tensión, el sufrimiento, el riesgo de traumatismos y el dolor, considerando las características particulares de cada especie involucrada. Este proceso estará respaldado por la ejecución rigurosa del Programa de **Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, el cual incluye protocolos detallados para asegurar que cada ejemplar sea tratado con cuidado y respetando su comportamiento natural.
106	Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El Proyecto no contempla, en ningún momento, el aprovechamiento o la explotación de los individuos de vida silvestre que habitan en el área del proyecto, respetando así la integridad de las especies, no obstante, como medida de prevención y protección, se implementará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, mismo que tiene como finalidad garantizar el correcto manejo de la fauna silvestre presente, mediante la aplicación de técnicas especializadas que reduzcan riesgos y faciliten su traslado seguro a hábitats adecuados

III.1.1.9 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales, publicada inicialmente el 1 de diciembre de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, y cuya última reforma se realizó el 6 de enero de 2020, constituye un marco normativo fundamental para la gestión y protección del recurso hídrico en México. Esta ley es implementada a través de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y tiene como principal objetivo regular la explotación, uso, aprovechamiento, distribución y control de las aguas nacionales, asegurando su preservación tanto en cantidad como en calidad, con el propósito de fomentar un desarrollo integral sustentable.

Consulta Pública

En términos de alcance, esta Ley aplica a todas las aguas nacionales, incluyendo aquellas que son superficiales o subterráneas, asegurando que su gestión esté orientada hacia la sostenibilidad y la protección del medio ambiente. Asimismo, las disposiciones establecidas en la Ley también abarcan bienes nacionales vinculados a los recursos hídricos, como los cuerpos de agua y la infraestructura relacionada, consolidando un marco amplio y robusto para la regulación de este recurso estratégico.

En el contexto del proyecto, la vinculación con esta Ley es clave para garantizar que las actividades propuestas respeten los principios de uso racional y preservación del agua establecidos. Esto incluye la presentación de los estudios necesarios para evaluar el impacto ambiental y los planes de manejo que aseguren la protección de los recursos hídricos involucrados. Además, se dará cumplimiento estricto a las disposiciones establecidas para prevenir su contaminación, optimizar su uso y fomentar su conservación, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad planteados en la Ley.

Tabla III.7: Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El proyecto garantizará la protección ambiental mediante el compromiso de no descargar ni depositar residuos en cuerpos de agua receptores ni en zonas bajo jurisdicción federal. Para asegurar un manejo adecuado de los residuos generados, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos. Este programa tiene como propósito central establecer estrategias efectivas para el tratamiento, gestión y disposición responsable de los residuos que puedan producirse en las diferentes etapas del proyecto, incluyendo la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. El programa incluye una serie de medidas que abarcan la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos, promoviendo su separación, recolección y envío a sitios autorizados para su tratamiento o disposición final.

Consulta Pública

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;	Las actividades a realizarse no afectarán las riberas o zonas federales. Sin embargo, en caso de ser necesario, se solicitará la concesión para uso u ocupaciones de bienes administrados por la Comisión Nacional del Agua.

III.1.1.10 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972 y recibió su última reforma el 16 de febrero de 2018. Emitida a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP), esta ley se establece como el marco legal rector para la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos, así como de las zonas declaradas como monumentos. Su alcance abarca no solo la preservación del patrimonio cultural de México, sino también la regulación de las actividades relacionadas con su estudio y manejo.

El propósito central de esta ley es asegurar que el patrimonio nacional, en todas sus formas, sea resguardado para las generaciones presentes y futuras. En el caso de los monumentos arqueológicos, busca proteger aquellos bienes que representan un legado de las civilizaciones prehispánicas, los cuales son esenciales para comprender la riqueza histórica y cultural de México. Respecto a los monumentos históricos, su enfoque está en la preservación de construcciones, documentos y obras que tengan relevancia en la historia nacional posterior a la Conquista, mientras que, en los monumentos artísticos, se centra en la protección de aquellos bienes que posean un valor estético destacado.

En el contexto del proyecto, esta ley desempeña un papel crucial para garantizar que todas las actividades sean respetuosas del patrimonio cultural y cumplan con las normativas aplicables. A continuación, en la tabla se detallará cómo las acciones del proyecto se vinculan con las disposiciones de esta ley, asegurando un enfoque responsable y alineado con los principios de conservación establecidos.

Consulta Pública

Tabla III.8: Vinculación del Proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 6. (…) Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento.	En caso de que se llegaran a encontrar vestigios arqueológicos en el área del Proyecto, el promovente se compromete a cumplir rigurosamente con las recomendaciones, lineamientos y procedimientos técnicos que el INAH determine, ya sea en términos de protección, registro, recuperación o cualquier otra medida que sea necesaria. De esta forma, se asegura el respeto al patrimonio cultural e histórico del país, contribuyendo a su preservación para generaciones futuras.

Para llevar a cabo cualquier investigación arqueológica asociada al proyecto, será necesario presentar el proyecto de investigación correspondiente al Consejo de Arqueología, órgano encargado de su revisión y aprobación. El promovente será el responsable de gestionar los trámites ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) para obtener las autorizaciones necesarias. Estas gestiones incluirán el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Consejo de Arqueología, la Coordinación Nacional de Arqueología y la Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH.

El promovente garantizará que el proyecto cumpla con los lineamientos técnicos y normativos aplicables, asegurando que las actividades arqueológicas sean realizadas bajo la supervisión de especialistas acreditados por el INAH.

III.4.7.1 Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

El Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos tiene como objetivo establecer las disposiciones necesarias para garantizar la adecuada investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos y las zonas declaradas como patrimonio cultural de la nación. Este instrumento normativo actúa como una guía técnica y legal que detalla los procedimientos y lineamientos que deben seguirse en la gestión de estos bienes culturales, asegurando su preservación frente a los impactos que puedan surgir como consecuencia de actividades humanas o naturales.

Consulta Pública

En el contexto del proyecto, la aplicación de este Reglamento asegura que las actividades propuestas se ajusten a las disposiciones legales, minimizando cualquier impacto en los monumentos o zonas culturales cercanas.

Tabla III.9: Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 42.- Toda obra en zona o monumento, inclusive la colocación de anuncios, avisos, carteles, templetes, instalaciones diversas o cualesquiera otras, únicamente podrá realizarse previa autorización otorgada por el Instituto correspondiente, para lo cual el interesado habrá de presentar una solicitud…	El promovente, en caso de ser necesario, gestionará y obtendrá el Permiso correspondiente ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) para la realización de las obras requeridas y la liberación del sitio. Estas gestiones se llevarán a cabo conforme a los lineamientos establecidos por el INAH, asegurando que las actividades relacionadas con el proyecto cumplan con las normativas vigentes en materia de protección y conservación del patrimonio arqueológico.
Artículo 44.- Cualquier obra que se realice en predios colindantes a un monumento arqueológico, artístico o históricos, deberá contar previamente con el permiso del Instituto competente.	

III.1.2 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial

III.1.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT es un instrumento de política pública respaldado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, publicado el 7 de septiembre de 2012. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como objetivo vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal (APF), que deberán considerar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Basado 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. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico incluye 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 uso sostenible de los recursos naturales aplicables a esta regionalización.

Consulta Pública

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. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2'000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Lineamientos y estrategias ecológicas

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, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersectorial.

Las estrategias se implementarán 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 que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Los lineamientos ecológicos por cumplir son los siguientes:

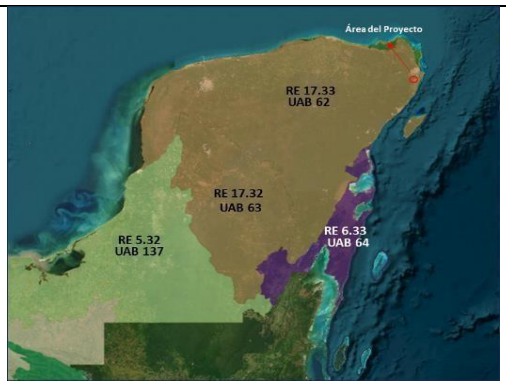
- Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.

Consulta Pública

- 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.
- 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.
- Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
- 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.
- 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.
- Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
- Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
- Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
- 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.

El área del proyecto se encuentra en la **UBA 62**, en la **Región Ecológica 17.33**. En la tabla siguiente la descripción de cada componente de la Región:

Tabla III.10: Características de la región Ecológica.

<table>
<tr><td colspan="3">Región Ecológica: 17.33
Unidad Ambiental Biofísica: 62 <u>Karst de Yucatán y Quintana Roo.</u></td><td rowspan="3">
</td></tr>
<tr><td>Superficie Km2:
59,542.35 km2.</td><td>Población Total:
23,982,494 habitantes</td><td>Población Indígena:
Maya</td></tr>
<tr><td colspan="3">Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.</td></tr>
</table>

Consulta Pública

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. 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/km2): 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 2023: Inestable a Crítico.
Política ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.
Prioridad de atención: Alta.

Fuente: ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, el día Viernes 7 de septiembre de 2012.

Tabla III.11: Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

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.

Consulta Pública

Defensa Secretaría de la Defensa Nacional

POEGT dentro del área del proyecto "Libramiento vial Cancún Sur"

TREN MAYA TSIIMIN K'AAK



PROYECTO: Libramiento vial Cancún Sur	PROMOVENTE: Tren Maya S.A. de C.V.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

MACROLOCALIZACIÓN



MICROLOCALIZACIÓN



INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:.....TRANSVERSE DE MERCARTOR
COORDENADAS:.....UTM
DATUM:.....D-WGS-1984
ZONA:.....16

FECHA:	DISCIPLINA:
DICIEMBRE 2025	FORESTAL

SIMBOLOGÍA

- Libramiento vial Cancún Sur
- Sistema ambiental

UAB

- 62

Google Satellite

INFORMACIÓN ADICIONAL

El mapa cartográfico muestra las Unidades Ambientales Biofísicas del Programa de Ordenamiento Ecologico General del Territorio respecto al área del proyecto



2025 Año de La Mujer Indígena

Figura III.1: Área del Proyecto en el POEGT.



.

A continuación, se presentan los Criterios o Estrategias sectoriales de la UAB 62, aplicable al proyecto.

Las estrategias propuestas están diseñadas para alcanzar objetivos clave relacionados con la sustentabilidad ambiental del territorio, el desarrollo y fortalecimiento del sistema social, y la modernización de la infraestructura urbana. Estas acciones buscan establecer un equilibrio sostenible entre el crecimiento urbano, la conservación de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de las comunidades. Además, se pone un énfasis especial en el fortalecimiento de la gestión y la mejora de la coordinación institucional. Esto implica establecer mecanismos eficaces de colaboración entre diferentes sectores y niveles de gobierno, promoviendo una gobernanza más inclusiva y eficiente que garantice el cumplimiento de los objetivos establecidos. Dichos esfuerzos no solo buscan optimizar los recursos disponibles, sino también fomentar una planificación más ordenada y basada en criterios de sostenibilidad.

En esta misma línea, a continuación, se presenta una tabla que detalla el cumplimiento de las estrategias planteadas, destacando los indicadores clave, las acciones implementadas y los resultados esperados. Este formato permite una evaluación transparente y medible del progreso hacia las metas propuestas, asegurando que las estrategias cumplan con su propósito de manera efectiva y acorde con las normativas aplicables.

Las estrategias dirigidas para lograr la protección 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 III.12: Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 62.

Estrategias UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO		
A)Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para cumplir con este criterio, el proyecto planea compensar los impactos generados durante las fases de preparación, construcción, operación y mantenimiento mediante la ejecución de **Programas Ambientales**. Estos programas actuarán como guía para realizar acciones enfocadas en la restauración de ecosistemas

Consulta Pública

Estrategias UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
		degradados. Además, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos a través del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre** y el **Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre**. De este modo, el proyecto no solo cumple con las normativas ambientales, sino que también contribuye activamente a la conservación y recuperación del entorno natural, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo y la protección de la biodiversidad.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Como parte de las medidas de mitigación específicas, se implementarán el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre.** Estos programas presentan acciones enfocadas en la protección y conservación de especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo III (14 de noviembre de 2019), los apéndices de la CITES y la Lista Roja de la UICN.
	3.Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El presente estudio incluye datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del **Sistema Ambiental (SA) y Área del Proyecto (AP)**.
C) Protección de los recursos naturales	12.Protección de los ecosistemas.	Dentro del presente estudio se realizó la caracterización de las condiciones ecosistémicas y comunidades biológicas que se verán afectadas por la ejecución de este proyecto.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	De acuerdo con las medidas de mitigación del proyecto, se llevará a cabo el **Programa de Reforestación y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre** para trasladar la flora del área de proyecto (AP) a zonas con tipos de vegetación similares a los afectados.
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA		
D) Infraestructur	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el	El presente documento detalla las actividades relacionadas con la preparación, construcción,

Consulta Pública

Estrategias UAB 62		Cumplimiento de Estrategia
a y equipamiento urbano y regional	desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	operación y mantenimiento del proyecto y sus componentes. Estas actividades incluyen una planificación meticulosa y una ejecución cuidadosa de cada fase del proyecto para garantizar su éxito y sostenibilidad a largo plazo. A lo largo del desarrollo del proyecto, se generarán numerosas oportunidades de empleo, lo que tendrá un impacto positivo en la economía local. La creación de puestos de trabajo no solo proporcionará ingresos a las familias, sino que también mejorará significativamente la calidad de vida de la población. Además, se espera que estas oportunidades laborales fomenten el desarrollo de habilidades y la capacitación de los trabajadores, lo que contribuirá al crecimiento profesional y personal de los individuos involucrados. El proyecto también incluye la implementación de medidas de sostenibilidad ambiental y social, asegurando que las actividades se realicen de manera responsable y respetuosa con el entorno y la comunidad. Estos esfuerzos se alinean con los objetivos de desarrollo sostenible y promueven un impacto duradero y beneficioso para la región.
	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	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	El desarrollo del proyecto contribuirá a la generación de empleos directos, brindando oportunidades laborales que beneficiarán de manera inmediata a las comunidades cercanas. Estos empleos se crearán a través de las distintas etapas del proyecto, desde la planificación y preparación del sitio hasta las labores de construcción y operación.
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.	El presente proyecto asegurará el respeto a los derechos de los mexicanos, ya que este estudio se presenta ante la autoridad ambiental para su evaluación y dictaminación.

El POEGT fomenta la coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF a los que está dirigido, lo cual permite generar sinergias y promover un desarrollo sostenible

Consulta Pública

en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el país. Por su alcance, el POEGT no tiene como finalidad autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, pero al formular e implementar el programa, los sectores se comprometen a orientar sus acciones de manera que contribuyan al desarrollo sostenible de cada región, en consonancia con las prioridades establecidas en el programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

Así mismo, es importante aclarar que la ejecución del POEGT es independiente del cumplimiento de otras normativas aplicables a instrumentos de política ambiental, tales como las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). En el ámbito espacial, el POEGT abarca todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, orientando la planeación y ejecución de políticas públicas. En lo social y económico, promueve un equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sostenible.

III.1.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo De México y Mar Caribe (POEM Y RGM Y MC).

Este ordenamiento actúa como un instrumento de política ambiental diseñado para regular e incentivar el uso del suelo y las actividades productivas, con el objetivo de proteger el medio ambiente y garantizar el uso sostenible de los recursos naturales. Esto se basa en el análisis de las tendencias de deterioro y las oportunidades de aprovechamiento de dichos recursos. Además, este ordenamiento integra políticas públicas, proporcionando un marco coherente para las acciones comprometidas por México en áreas como el derecho marítimo, la lucha contra la contaminación marina, la protección de los recursos marinos, la reducción de la marginación y el impulso hacia un desarrollo sostenible, en el contexto de acuerdos internacionales.

La zona sujeta al ordenamiento se divide en dos regiones: una región costero-terrestre que incluye 142 municipios con influencia costera en los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que abarca el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y el Mar Caribe.

El proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 138 del POEMyRGMyMC, lo que permite coordinar el aprovechamiento de los recursos naturales y el desarrollo de actividades productivas bajo principios de sustentabilidad. Estos principios

Consulta Pública

consideran tanto la conservación de los bienes y servicios de los ecosistemas costeros y marinos, como el desarrollo socioeconómico de la región.

Tabla III.13: scripción del POEMyRGMyMC.

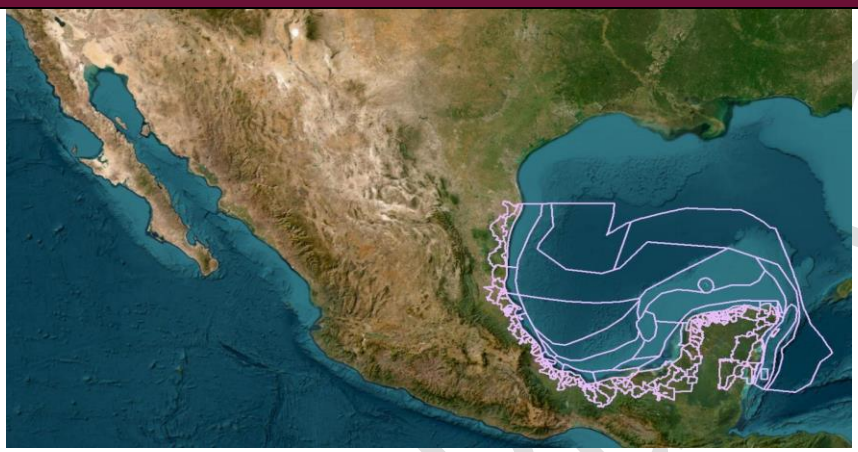
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.			
			
SUPERFICIE	**CUENCAS INVOLUCRADAS**	**ANP INVOLUCRADAS**	**UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL**
Tiene una extensión de 995,486 Km2 del componente. Regional y 827,023 Km2 del componente Marino	El área Regional abarca una Región Ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT- INE, 2007).	En esta 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. Así mismo, se incluyen 14 ANP Estatales.	2023 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

Tabla III.14: Descripción de la UGA 138.

GOLFO DE MÉXICO	
Clave UGA	138
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Benito Juárez
Municipio	Benito Juárez
Estado	Quintana Roo
Población	573,325 habitantes
Superficie	225,770.386 Ha.
Puerto Turístico	Presente

Consulta Pública

GOLFO DE MÉXICO	
Puerto Comercial	Presente
Puerto pesquero	Presente

Fuente: ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación del 24 de noviembre de 2012.

Según el mapa de clasificación del Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE), el área del proyecto se sitúa en la UGA 138.

Para esta UGA, se aplican Criterios Generales y Específicos, que se describen y relacionan con el proyecto según la siguiente tabla:

Tabla III.15: Acciones Específicas de la UGA 138.

ACCIONES ESPECIFICAS							
Acción	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**
A-001	NA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	NA	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	NA	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	NA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	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	NA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		

Consulta Pública

ACCIONES ESPECIFICAS							
Acción	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA: NO APLICA

Tabla III.16: Vinculación con los Criterios Ambientales Generales de la UGA 138.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto no considera la explotación de ningún cuerpo de agua temporal o intermitente, subterráneo o superficial; por lo que no se requiere de la concesión o permiso de CONAGUA.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El proyecto no considera la explotación de ningún cuerpo de agua temporal o intermitente
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no contempla actividades de extracción de especies en el área del proyecto.
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).	Para atender este criterio se concientiza al personal que labora dentro del proyecto sobre la extracción de flora y fauna silvestre, de igual manera en el Programa de Rescate y Reubicación de flora y en el Programa de Ahuyentamiento Rescate y Liberación de Fauna se de mayor atención a las especies en riesgo y prioritarias para su conservación.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	En las actividades de preparación del sitio se empleará el uso de maquinaría que provocar emisiones establecidas en este criterio. Se aplican las medidas de prevención y mitigación señaladas en el Capítulo V, con lo cual se reducen las emisiones de polvos provenientes de los vehículos y maquinaría presentes en el área del proyecto.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de	El proyecto se apega a los programas que al efecto se promuevan por parte del Gobierno Federal, Estatal y municipal para tal caso.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Antes de iniciar las actividades previstas, se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, así como el **Programa de Rescate, Ahuyentamiento y Reubicación de Fauna Silvestre**. Además, el proyecto incluye la aplicación de diversas medidas orientadas a la prevención, mitigación y compensación, todas ellas dirigidas a garantizar la restauración adecuada del sitio y minimizar los impactos ambientales derivados de las obras.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No se considera la introducción de especies potencialmente invasoras.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Se ha incluido un **Programa de Manejo Integral de Residuos** como medida preventiva. Este programa tiene como objetivo garantizar el manejo adecuado de los residuos generados durante las actividades del proyecto, evitando así prácticas incorrectas que puedan ocasionar la proliferación de plagas u otros problemas ambientales.
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.	Se considera un Programa de Reforestación como medida de prevención, mitigación y compensación, en atención a lo señalado en este criterio.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El presente proyecto contempla un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, que dará las pautas para las actividades de Rescate y reubicación de Flora Silvestre, afectada en los sitios desmontados, además se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y	Se contempla la implementación de un **Programa de Reforestación** como una acción integral diseñada para atender los impactos ambientales ocasionados

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	promover su conservación (o rehabilitación).	por el desarrollo del proyecto. Este programa está alineado con las estrategias de prevención, mitigación y compensación, y su propósito es restaurar las áreas afectadas, promover la recuperación ecológica y garantizar el equilibrio ambiental en la zona.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	En el marco del proyecto, se implementarán una serie de acciones para asegurar el cumplimiento de las normativas establecidas y promover condiciones sostenibles. Entre estas acciones se incluyen: Impulsar el uso de energías renovables, como la solar y eólica, dentro del proyecto. Estas fuentes de energía limpias y sostenibles contribuirán a reducir la huella de carbono y diversificar la matriz energética del proyecto. Se adoptarán prácticas y tecnologías para un aprovechamiento eficiente y sustentable de la energía en todas las etapas del proyecto. Esto incluirá la implementación de sistemas de gestión energética y la promoción de hábitos de consumo responsables entre los trabajadores.
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto integra como parte de sus estrategias ambientales un **Programa de Reforestación**, diseñado específicamente para asegurar la compensación de las áreas impactadas y contribuir significativamente a la restauración ecológica de la zona. Este programa no solo responde al compromiso con la mitigación de los impactos generados por las actividades del proyecto, sino que también cumple un papel crucial en el fortalecimiento de los servicios ecosistémicos, particularmente en la **captura de carbono**
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El proyecto promoverá el desarrollo de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios. Esto se debe a que la construcción de esta vía conectará dos carreteras federales importantes y se integrará con los proyectos del Tren Maya. Esta infraestructura mejorará la conectividad y fomentará el crecimiento económico y social en la región, beneficiando directamente a las comunidades

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		locales y facilitando el acceso a servicios y oportunidades.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto permitirá promover el desarrollo de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" tiene como objetivo fomentar la ampliación y construcción de infraestructuras que liberen el tránsito de paso y descongestionen los corredores de transporte actuales. Este proyecto mejorará significativamente el servicio de transporte al facilitar una circulación más fluida y eficiente, beneficiando tanto a la población local como a los usuarios de las carreteras federales conectadas y los proyectos del Tren Maya. La nueva infraestructura no solo reducirá los tiempos de viaje y el tráfico, sino que también impulsará el desarrollo económico y social en la región, creando una red de transporte más robusta y efectiva.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	De manera específica el proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur", acatara estas disposiciones al nivel sitio de afectación o área del proyecto, se realizarán campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos. Estas campañas estarán dirigidas a educar y sensibilizar a la comunidad local y a los trabajadores involucrados en el proyecto sobre la importancia de gestionar correctamente los residuos para minimizar el impacto ambiental. Se promoverán prácticas responsables y sostenibles, fomentando la separación, reciclaje y disposición adecuada de los residuos. Estas acciones contribuirán a mantener un entorno limpio y saludable, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y protección ambiental del proyecto.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Debido a la naturaleza del proyecto, este criterio no es aplicable, sin embargo, en el sitio directo del Proyecto se propone un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o	Para atender este criterio, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la manifestación de Impacto Ambiental

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
G055	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.	modalidad Particular del proyecto denominado "Libramiento Vial Cancún Sur" que consta de una superficie de 115.02300 ha de impacto ambiental, relativo al cumplimiento en materia forestal se tramita a la par de este estudio la Autorización en Materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.
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.	Se aplicará el **Programa de Manejo Integral de Residuos** para una correcta separación, almacenamiento, transporte y disposición.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Debido a la naturaleza del proyecto, este criterio no es aplicable, sin embargo, se propone el **Programa de Manejo Integral de Residuos** para una correcta separación, almacenamiento, transporte y disposición.
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.	Para atender este criterio, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del proyecto denominado Libramiento Vial Cancún Sur" que consta de una superficie de 115.02300 ha.

A esta UGA le aplican Acciones y Criterios específicos descritos en el anexo 5 del Ordenamiento, las cuales se describen y vinculan a continuación:

Tabla III.17: Acciones y criterios específicos de la UGA 138.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Debido a la naturaleza del proyecto, este criterio no es aplicable, debido a que las actividades consisten en la construcción de una nueva vialidad que extenderá la Avenida Huayacán, estableciendo una conexión estratégica entre dos importantes rutas federales: la carretera 180, en su ramal Cancún–Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún–Playa del Carmen, sin embargo, se consideran pláticas de concientización sobre la importancia del

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		cuidado del agua en todas las actividades dentro del proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El criterio no aplica debido a que las actividades consisten en la construcción de una nueva vialidad que extenderá la Avenida Huayacán, estableciendo una conexión estratégica entre dos importantes rutas federales: la carretera 180, en su ramal Cancún–Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún–Playa del Carmen, sin embargo, las aguas sanitarias derivadas de las actividades del personal serán dispuestas por una empresa autorizada para brindar el servicio de sanitarios portátiles.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Se considera un Programa de Reforestación, como parte de las medidas de compensación.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se incorpora un Programa de Reforestación, un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna y el Programa Rescate y Reubicación de Flora como parte de las medidas de prevención, mitigación y compensación.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" promoverá acciones de protección y recuperación de especies que se encuentran bajo algún régimen de protección, conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante el cumplimiento a través de la implementación de un **Programa de Reforestación, un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna y el Programa Rescate y Reubicación de Flora.** Esta norma se centra en la protección ambiental

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		de las especies nativas de México de flora y fauna silvestre, categoriza su riesgo y establece especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio en la lista de especies en riesgo. A través de estas acciones, el proyecto contribuirá a la conservación de la biodiversidad y asegurará que las especies protegidas reciban la atención y cuidados necesarios para su preservación y recuperación.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" contempla medidas de prevención, mitigación y compensación para la restauración del sitio conforme a las leyes aplicables, mediante la implementación de los siguientes programas: • Programa de Manejo Integral de Residuos • Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre • Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre • Programa de Vigilancia Ambiental • Programa de Reforestación Esta medida asegura que las acciones de remediación cumplan con los estándares legales y ambientales establecidos.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Con el fin de evitar procesos de contaminación de suelo o afluentes de agua superficiales o subterráneas, se incorpora el Programa de Manejo Integral de Residuos, para el manejo y disposición de los residuos generados durante las actividades derivadas de las acciones en la Preparación del sitio, construcción y operación.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto promoverá el desarrollo de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios. Esto se debe a que la construcción de esta vía conectará dos carreteras federales importantes y se integrará con los proyectos del Tren Maya.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto mejorará significativamente el servicio de transporte al facilitar una circulación más fluida y eficiente, beneficiando tanto a la población local como a los usuarios de las carreteras federales conectadas y los proyectos del Tren Maya. La nueva infraestructura no solo reducirá los tiempos de viaje y el tráfico, sino que también impulsará el desarrollo económico y social en la región, creando una red de transporte más robusta y efectiva.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	En cumplimiento de las disposiciones establecidas y comprometidos con la protección del entorno natural, el proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" llevará a cabo acciones vinculadas a la protección del Paisaje Kárstico, a fin de prevenir y minimizar los impactos negativos sobre el sistema garantizando la preservación y estabilidad de las formaciones geológicas únicas del área.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Como parte de las estrategias de mitigación del proyecto, se aplicará el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, diseñado como una medida clave para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que puedan generarse durante su ejecución. Este programa busca garantizar el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, desde su generación hasta su disposición final, con el fin de minimizar su impacto en el entorno y prevenir problemas asociados, como la contaminación de suelos y cuerpos de agua. Además, el proyecto contempla la **capacitación específica al personal** involucrado en las actividades. Estas capacitaciones estarán orientadas a la sensibilización y formación sobre el manejo responsable de los residuos, destacando prácticas como la segregación, el almacenamiento adecuado, el reciclaje y la disposición final conforme a las normativas ambientales vigentes.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	

Consulta Pública

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio.

III.1.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez

Este programa estableció las áreas sujetas a ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), a las cuales se les asignó su política y uso del suelo. Se buscó asegurar la coherencia con las condiciones de planeación territorial que les dieron origen, así como considerar la importancia ambiental, la vocación natural y el potencial de aprovechamiento de cada zona.

Este ordenamiento incluye 19 Unidades de Gestión Ambiental (UGA); de las cuales, el proyecto “Libramiento Vial Cancún Sur.” Se encuentra dentro de la UGA 14 y 21, como se muestra en el mapa:

Consulta Pública

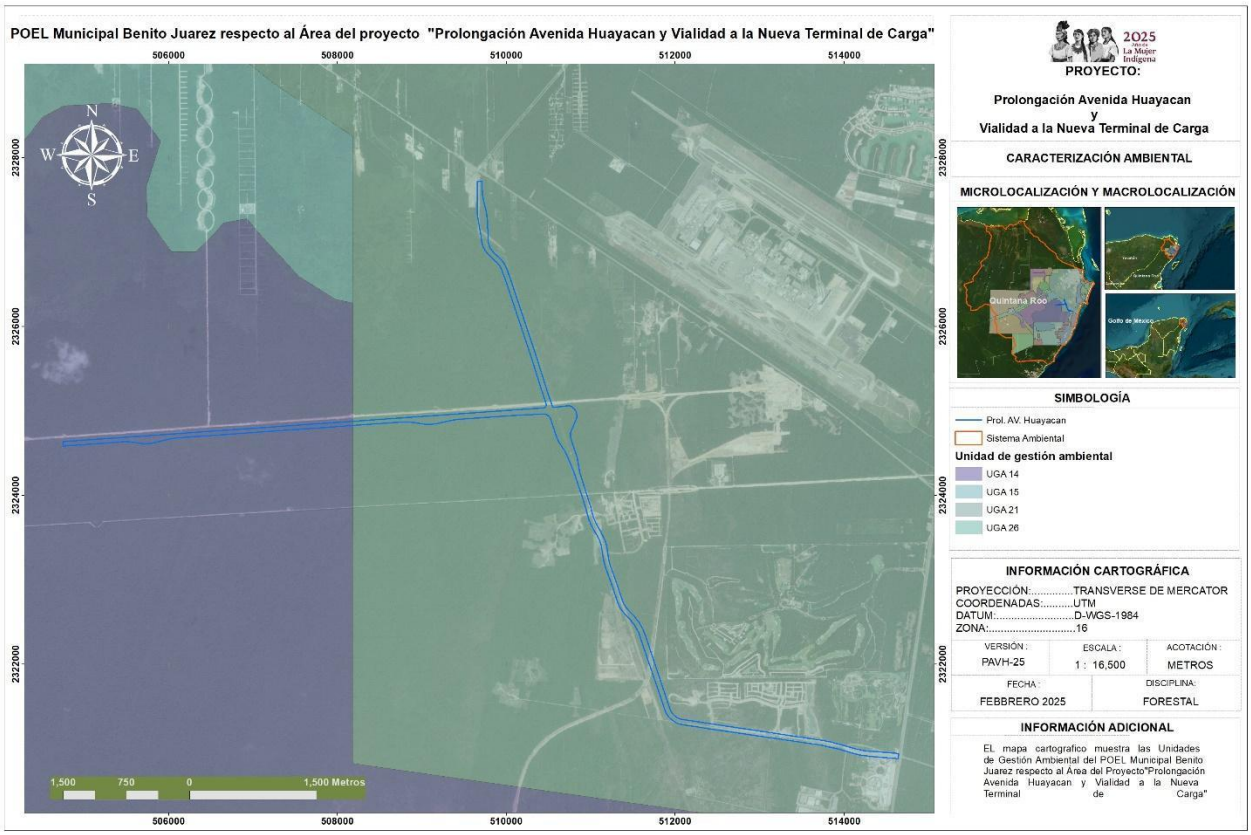


Figura III.2: Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Los criterios de regulación ecológica, entendidos como aquellos lineamientos obligatorios que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental, se asignaron teniendo siempre presente que la prioridad es el aprovechamiento sustentable, es decir, la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos; y que el fin del ordenamiento ecológico es lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Consulta

Tabla III.18: Criterios de Regulación Ecológica.

RECURSOS Y PROCESOS PRIORITARIOS	CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA											
Agua	URB	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
		13	14	15	16	17							
Suelo y subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

A continuación, se detalla un análisis exhaustivo respecto a la congruencia del proyecto con los criterios generales y específicos aplicables a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 14 y 21, en las cuales se ubica el predio de interés. Este análisis tiene como objetivo evaluar la compatibilidad del proyecto con las normativas y directrices ambientales establecidas para estas unidades, asegurando su viabilidad y sostenibilidad:

Tabla III.19: Descripción de la UGA 14.

DESCRIPCIÓN UGA 14	
	
Superficie: 19,899.53 ha	Política Ambiental: Protección
Esta zona fue delimitada por el tipo y grado de conservación de la vegetación presente, y descartando algunos polígonos conformados por zonas de extracción del agua y por los límites del ejido de Puerto Morelos (al Sur). Es de las pocas áreas que han conservado su integridad ecosistémica a pesar de la fuerte presión de desarrollo originada desde las carreteras pavimentadas que la circundan.	

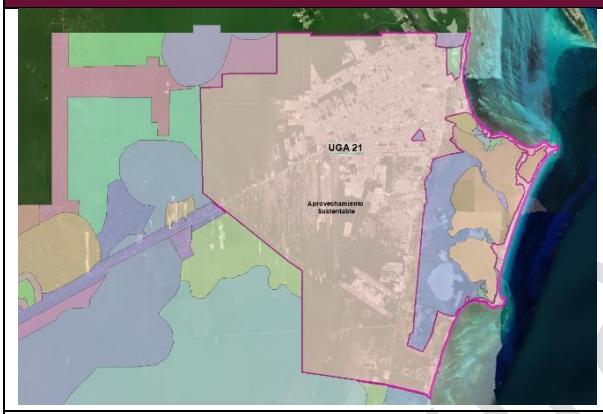
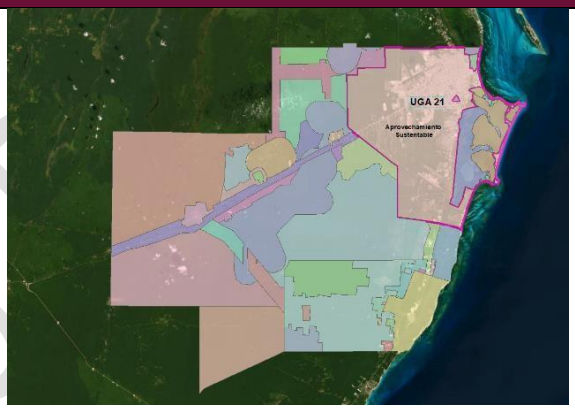
Clave	Condiciones de la vegetación	Hectáreas	%
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	11,614.88	58.37
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	4,814.43	24.19
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	2,476.91	12.45

DESCRIPCIÓN UGA 14			
Vsa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	716.69	3.60
TU	Tular	221.73	1.11
SV	Sin Vegetación aparente	45.86	0.23
AH	Asentamiento Humano	9.01	0.05
Ma	Manglar	0.01	0.00
	TOTAL	19,899.53	100.00
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 71.93 %		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 99.72 %	
Objetivo de la UGA: Conservar y mejorar las condiciones de la vegetación presente como hábitat de fauna silvestre y mantener los servicios ambientales, además de limitar los cambios de uso de suelo, permitiendo el aprovechamiento forestal maderable como actividad predominante.			
Problemática General: Presión sobre los recursos naturales por el incremento de asentamientos irregulares; Incremento en la incidencia y recurrencia de Incendios Forestales; Cambios de Uso de Suelo no autorizados (por apertura de caminos); y Falta de diversificación de las actividades económicas productivas ambientalmente amigables fuera de los centros de población y/o zonas rurales.			
Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): Según el censo de INEGI (2010), en esta UGA no se tienen registradas localidades, y por consiguiente no hay población en la zona. La red vial para esta UGA es de un total de 72.54 km, y considera principalmente los caminos trazados para la colocación de infraestructura de conducción del agua, aunque también existen mensuras y desmontes no autorizados para la implementación de proyectos inmobiliarios.			
Lineamientos Ecológicos: Se mantiene el 90 % de la cobertura vegetal y se espera que en los próximos 5 años cuando menos el 100 % de la vegetación secundaria arbustiva alcance el desarrollo de una vegetación secundaria arbórea. Se mantiene cuando menos el 95% de la superficie de la UGA con sus características de permeabilidad para la recarga del acuífero. Todos los usos compatibles que se promueven inducen actividades productivas de bajo impacto ambiental, dentro del umbral máximo de desmonte establecido para esta UGA; asegurando la consecución de los procesos ecológicos y los bienes y servicios ambientales que proporcionan estos ecosistemas y que generan mayor beneficio para los pobladores locales que mantener las tierras ociosas; estos beneficios serán evaluados a través de indicadores socioeconómicos y ambientales en la Bitácora Ambiental.			
Recursos y Procesos Prioritarios: Cobertura arbórea, Recarga del acuífero, Biodiversidad.			
Parámetros de aprovechamiento: Densidad Residencial: 0 viviendas/ha Densidad Turística. 0 cuartos/ha			

Consulta Pública

DESCRIPCIÓN UGA 14
Porcentaje de desmonte: 10%
Usos Compatibles: Forestal, Turismo alternativo, Conservación del agua, Conservación de la biodiversidad y Aprovechamiento del agua.
Usos Incompatibles: Desarrollo urbano, Desarrollo suburbano, Aprovechamiento de Materiales Pétreos, Industria ligera, Agropecuario y Turismo convencional.
Actividades productivas asignadas: Aprovechamiento forestal maderable, Aprovechamiento de recursos forestales no maderables, Silvicultura, UMAs Modalidad Intensiva, UMAs Modalidad Vida Libre, Ecoturismo, Protección del agua y Recarga del Acuífero, Áreas Protegidas, Conservación de la biodiversidad, Líneas de conducción y distribución y Pozos de extracción privados.

Tabla III.20: Descripción de la UGA 21.

DESCRIPCIÓN UGA 21	
	
Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUSBJ), el cual ha sido aprobado por el H. Cabildo Municipal y publicado en la Gaceta Municipal el 26 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.	

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	9,666.56	27.67
Vsa	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	2,647.59	7.58

2025 AÑO DE LA Mujer Indígena

DESCRIPCIÓN UGA 21			
SV	Sin vegetación aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamientos Humanos	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.84	1.98
GR	Mangle Chaparro y Graminoides	363.84	1.04
CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral Costero	36.18	0.10
TOTAL		34,937.17	100.0
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 10.92 %		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 56.54 %	
Objetivo de la UGA: Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.			
Problemática General: Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.			
Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): Según INEGI (2010), esta UGA cuenta con 29 localidades, siendo las dos principales Cancún y Alfredo V. Bonfil. La población total de la UGA es de 643,577 habitantes, aunque fuentes paralelas indican que la población total de la ciudad es de poco más de 800,000 habitantes. La red carretera abarca un total de 462.52 km, en su mayoría de caminos pavimentados.			
Lineamientos Ecológicos: Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo con los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales. Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m2 de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.			
Recursos y Procesos Prioritarios: Suelo, Cobertura vegetal.			

Consulta Pública

DESCRIPCIÓN UGA 21
Parámetros de aprovechamiento: Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.
Usos incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Vigente.

Consulta Pública

Tabla III.21: Vinculación con los Criterios Ecológicos de la Aplicación de la UGA 14.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CRITERIOS ECOLÓGICOS		
FOR-02	En los predios y/o parcelas en los que se considere la actividad de aprovechamiento forestal maderable, se podrá desmontar hasta el 10 % de la extensión del predio para la infraestructura asociada como caminos forestales, bacadillas y zonas de maniobra.	El presente proyecto se apegará a lo correspondiente, de acuerdo a lo estipulado por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en sus Guías para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).
FOR-08	En las áreas forestales permanentes, sólo se permite el establecimiento de caminos permeables y con anchura máxima de 5 m. La superficie que ocupe el camino se restará proporcionalmente a la superficie de aprovechamiento permitida para cada predio que atraviese.	El presente proyecto contempla un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, que dará las pautas para las actividades de Rescate y reubicación de Flora Silvestre, afectada en los sitios desmontados, además se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.
FOR-09	En las áreas previamente afectadas que se encuentren dentro de las zonas de conservación, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 700 árboles o palmas por hectárea. Se deberá garantizar al menos el 60% de sobrevivencia.	El presente proyecto consiste en la construcción de una nueva vialidad que extenderá la Avenida Huayacán, estableciendo una conexión estratégica entre dos importantes rutas federales: la carretera 180, en su ramal Cancún–Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún–Playa del Carmen y se somete la presente MIA modalidad Particular Sector Vías de Comunicación para la autorización de las actividades relativas al Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dentro de las medidas de compensación indicadas en el presente documento, se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.
Criterios Ecológicos de Aplicación para el Turismo Alternativo (Particulares de Turismo Alternativo)		
TUA-01	Sólo se permite el establecimiento de caminos con anchura máxima de 6 metros. El diseño debe considerar la inclinación mínima necesaria para que el agua drene hacia los costados, permitiendo su infiltración. La superficie que ocupe el camino se restará proporcionalmente a la superficie de aprovechamiento permitida para cada predio que atraviese.	El presente proyecto incorpora un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, cuyo objetivo principal es establecer las pautas para la conservación de las especies vegetales afectadas en los sitios desmontados. Este programa incluirá actividades como la identificación, extracción cuidadosa y reubicación de las plantas en áreas previamente seleccionadas que ofrezcan condiciones óptimas para su supervivencia. Adicionalmente, al finalizar la ejecución del proyecto, se

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CRITERIOS ECOLÓGICOS		
		integrará un **Programa de Reforestación** que contempla la revegetación con especies nativas, seleccionadas específicamente para contribuir a la restauración ecológica del área intervenida y garantizar su integración al ecosistema local. En armonía con estas acciones de conservación, se asegura que la construcción de los caminos asociados al proyecto cumplirá estrictamente con las directrices establecidas por la Unidad de Gestión Ambiental (UGA). Adicionalmente el diseño de estos caminos considerará una inclinación mínima que permita un drenaje eficiente del agua hacia los costados, facilitando su infiltración en el suelo y promoviendo la recarga natural de acuíferos.
ECOTURISMO		
TUA-08	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.	El presente proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que dará las pautas para las actividades de Rescate y reubicación de Flora Silvestre, afectada en los sitios desmontados, además se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.
Criterios Ecológicos para la Conservación del Agua **Protección del agua**		
COA-01	Todas las actividades productivas que se realicen dentro de un radio de 3 km alrededor de los pozos de uso públicos de extracción de agua para consumo humano para los centros de población deberán contar con programas autorizados para el manejo y correcta disposición de los residuos, tanto sólidos como líquidos que se generen.	El proyecto no contempla la extracción de agua para consumo humano dado que se cuenta con empresas para el abastecimiento.
COA-04	En los predios en los que no exista servicio de drenaje municipal, el proyecto autorizado debe incluir infraestructura para el tratamiento secundario de sus aguas residuales conforme a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto no contempla el establecimiento de edificaciones, sin embargo, para permitir el flujo y la infiltración se realizarán canaletas en las zonas de inundabilidad a fin de que el agua fluya y/o se infiltre de manera correcta.
Recarga del acuífero		

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CRITERIOS ECOLÓGICOS		
COA-07	No se permite la pavimentación de caminos nuevos, ni de brecha ya existentes.	La construcción de la carretera es esencial para la mejora de la infraestructura vial en la región, lo cual es fundamental para el desarrollo económico y social. Facilitará el transporte de bienes y personas, conectando áreas aisladas y promoviendo el crecimiento económico local. Se propondrá un plan de mitigación ambiental robusto que asegure que el impacto de la construcción y operación de la carretera sea minimizado. Esto incluirá un Programa de Reforestación de áreas afectadas y el uso de técnicas de construcción sostenibles. La construcción de la carretera, a pesar de las restricciones establecidas por la UGA, se presenta como una necesidad imperativa para el desarrollo integral de la región. Con un enfoque en la mitigación de impactos ambientales, beneficios comunitarios y mejora de la seguridad vial.
COA-10	Para recuperar la cobertura arbórea deben priorizarse acciones de reforestación y rehabilitación de la capa del suelo que favorezcan la regeneración natural.	Se implementará un Programa de Reforestación, que incluye la plantación de especies nativas y adaptadas al entorno. Se seleccionarán cuidadosamente las especies arbóreas para asegurar su compatibilidad con el ecosistema local y mejorar la biodiversidad. Dicho programa, propone el monitoreo continuo para evaluar el progreso de las acciones de reforestación y rehabilitación del suelo. Esto permitirá realizar ajustes y mejoras en las estrategias aplicadas, garantizando el éxito a largo plazo de la regeneración natural del área.
Criterios Ecológicos para la Conservación de la biodiversidad		
Áreas protegidas		
Conservación de la biodiversidad		
COB-05	Los caminos y carreteras deberán contar con pasos de agua con la infraestructura necesaria, basada en estudios hidrológicos que asegure el libre flujo, debiendo mantener la dinámica hídrica del ecosistema; asegurando también la preservación de la estructura, composición y función de las comunidades de flora y fauna, así como el libre desplazamiento de la fauna propia del ecosistema.	Se diseñarán pasos de agua adecuados, tales como alcantarillas/canaletas. La infraestructura será construida de manera que no altere la estructura, composición y función de las comunidades de flora y fauna. Se implementarán técnicas de ingeniería ambiental que minimicen el impacto en el hábitat natural y promuevan la conservación de la biodiversidad.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CRITERIOS ECOLÓGICOS		
COB-06	La restauración de la cobertura vegetal debe realizarse utilizando únicamente especies propias del tipo de ecosistema original preexistente en el área y preferentemente las de mayor relevancia ecológica, con una densidad mínima de 1500 árboles por hectárea.	El presente proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que dará las pautas para las actividades de Rescate y reubicación de Flora Silvestre, afectada en los sitios desmontados, además se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.
COB-07	En las áreas de conservación los usos que pretendan aplicarse deberán asegurar la composición y estructura presente y futura de las poblaciones que integran los tipos de vegetación de esta unidad de gestión.	El presente proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que dará las pautas para las actividades de Rescate y reubicación de Flora Silvestre, afectada en los sitios desmontados, además se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.

Tabla III.22: Vinculación con los criterios de regulación ecológica de carácter general de la UGA 21 y UGA 14.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El presente proyecto consiste construcción de una nueva vialidad que extenderá la Avenida Huayacán, estableciendo una conexión estratégica entre dos importantes rutas federales: la carretera 180, en su ramal Cancún–Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún–Playa del Carmen, en una superficie de 125. 02300 ha, dentro de las medidas de mitigación integra un Programa de Reforestación, que considera el mantenimiento de las plantas que, empleadas durante los trabajos de revegetación del sitio, mismas que para su cuidado se emplearán sustancias e insumos aceptados en el listado de CICLOPLAFEST.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del habitad que haya sido afectado	Dentro de las medidas de compensación indicadas en el presente documento, se integra un Programa de Reforestación que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" realizará las acciones necesarias para asegurar la adecuada recarga del acuífero. Para ello, las acciones acatarán lo dispuesto en el artículo 132 de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (LEEPAQROO) o la disposición jurídica que la sustituya. Esta medida garantiza que se tomen en cuenta las normativas ambientales vigentes y se promueva la sostenibilidad y conservación de los recursos hídricos en la región.
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	Para cumplir con la medida establecida, el proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" garantizará que las áreas de aprovechamiento se agrupen preferentemente en zonas "sin vegetación aparente" y se mantenga la continuidad de las áreas con vegetación natural. Esta acción tiene como objetivo evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones de especies. Se presentan los Programas de: • Programa de Reforestación, que contempla la revegetación con especies nativas al término de la ejecución del proyecto • Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	El proyecto se apegará a lo señalado mediante acciones de Ahuyentamiento de fauna, descritas en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El presente proyecto contempla el desmonte en las áreas de manera gradual, y durante esta actividad se incorporan medidas para la Protección, Rescate y Reubicación de la Flora y Fauna.
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	El proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur" se compromete a abrir únicamente los caminos de acceso que sean estrictamente necesarios para las actividades del proyecto. Estos caminos solo se realizarán cuando el acceso al sitio se encuentre imposibilitado por otros medios, asegurando así que se minimice el impacto ambiental y se proteja el entorno natural en la medida de lo posible.
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	El presente proyecto consiste en la construcción de una nueva vialidad que extenderá la Avenida Huayacán, estableciendo una conexión estratégica entre dos importantes rutas federales: la carretera 180, en su ramal Cancún–Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún–Playa del Carmen y se somete la presente MIA modalidad Particular Sector Vías de Comunicación para la autorización de las actividades relativas al Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	Como parte del compromiso con el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, y en atención a las disposiciones legales vigentes, se procederá al ingreso del Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de manera complementaria a este estudio. Este documento es un componente esencial para garantizar que todas las actividades del proyecto se realicen bajo un marco regulatorio sólido,

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
		promoviendo la transparencia y responsabilidad en la gestión del territorio.
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	Se ejecutará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna como medidas de mitigación necesarias para disminuir los impactos negativos sobre el ambiente. Las actividades de estos programas llevarán a cabo tanto previamente como durante las actividades constructivas del proyecto. Estas acciones son esenciales para evitar accidentes con los organismos y garantizar la protección y conservación de la biodiversidad local. La implementación de estos programas permitirá el rescate, reubicación y protección de especies de flora y fauna, asegurando su bienestar y minimizando el impacto ambiental del proyecto.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El proyecto se apegará a los limitantes y señalamientos indicados por los Ordenamientos Ecológicos Territoriales.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas consideradas como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Se ejecutará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna como medidas de mitigación necesarias para disminuir los impactos negativos sobre el ambiente.
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	El principio de mantener inalterada la estructura geológica de los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua, así como conservar el estrato arbóreo, se cumple gracias a la implementación del Programa de Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre en el proyecto “Libramiento Vial

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
		Cancún Sur". Este programa incluye una serie de medidas y acciones específicas diseñadas para proteger y preservar estos ecosistemas únicos.
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En caso de encontrarse vestigios arqueológicos se dará aviso a las autoridades. Esta medida garantiza la protección y preservación del patrimonio cultural y arqueológico del país, asegurando que cualquier hallazgo sea manejado de acuerdo con las normativas y procedimientos establecidos por la autoridad competente.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	Se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y el Programa de Reforestación.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El proyecto garantiza que, en ningún caso, la estructura o cimentación de las construcciones afectará la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea. Para cumplir con este criterio, se llevará a cabo una planificación y diseño técnico riguroso que considere las características hidrológicas y geológicas del área, respetando los flujos naturales de agua y evitando cualquier alteración en los patrones de infiltración, escorrentía o circulación subterránea. Entre las medidas adoptadas, se incluye la utilización de técnicas de construcción que minimicen la impermeabilización del suelo y permitan el drenaje natural del agua hacia los estratos subyacentes.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos,	El proyecto contempla la incorporación de diversas instalaciones y programas para asegurar una gestión integral de los residuos generados durante la ejecución de las actividades de preparación del sitio. Entre estas medidas se incluyen: **Área para Actividades de consumo de alimentos:** • Se destinará un área específica para el consumo de alimentos.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
	CRITERIOS GENERALES	
	con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	• Sitio para Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos: • Se establecerá un sitio destinado al almacenamiento temporal de residuos sólidos. Esta área estará equipada para manejar de manera segura los residuos generados, previniendo la contaminación y facilitando su posterior tratamiento y disposición final. **Programa de Manejo Integral de Residuos:** Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos que garantizará el correcto manejo de los residuos conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su reglamento y la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Este programa incluirá actividades de separación, recolección, transporte y disposición final de los residuos, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes. **Baños portátiles:** Se contemplará la cantidad de letrinas establecidas en este apartado por cada trabajador laborando (1 cada 20). Además, es importante destacar que el proyecto no prevé la generación de residuos con características CRETIB (Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos, Inflamables, Biológico-Infecciosos). Esto asegura que los residuos generados durante las actividades del proyecto no presentarán riesgos adicionales para la salud y el medio ambiente.
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	En el proyecto se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos a fin de garantizar el correcto manejo de los residuos que se generen durante la ejecución de las actividades.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	El proyecto considera la generación de residuos sólidos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como un sitio para almacenamiento temporal de residuos sólidos, y un Programa de Manejo Integral de Residuos a fin de garantizar el correcto manejo de los residuos que se generen durante la ejecución de las actividades. La disposición final estará a cargo de empresas autorizadas para tal fin.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto incorpora un sitio para el acopio temporal de residuos sólidos. Además, se implementa un Programa de Manejo Integral de Residuos con el objetivo de garantizar el correcto manejo de los residuos generados durante la ejecución de las actividades, cumpliendo con la legislación ambiental vigente. Se prohíben, tanto dentro de las instalaciones como a los trabajadores, la quema de basura, el entierro o la disposición de residuos a cielo abierto. Estas medidas aseguran un manejo responsable de los residuos, protegiendo el medio ambiente y la salud de las personas involucradas en el proyecto.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El proyecto incluye un sitio designado específicamente para el acopio temporal de residuos sólidos, el cual estará ubicado en un área especialmente habilitada para este propósito. Este sitio será acondicionado con base en criterios técnicos que aseguran condiciones óptimas de seguridad y protección ambiental, evitando así posibles riesgos de contaminación al entorno durante el almacenamiento temporal de los residuos. Adicionalmente, el proyecto implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, que tiene como objetivo principal garantizar el manejo adecuado de los residuos generados durante la ejecución de las actividades. Este programa abarca todas las etapas de los residuos, desde su generación y separación, hasta su almacenamiento temporal, transporte y disposición final.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	En particular, se indica que el material pétreo será obtenido exclusivamente de bancos externos autorizados. Esta medida asegura que todos los materiales utilizados en la construcción cumplen con las normativas legales y ambientales vigentes
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	Como parte del compromiso con el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, y en atención a las disposiciones legales vigentes, se procederá al ingreso del **Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales** de manera complementaria a este estudio. Este documento es un componente esencial para garantizar que todas las actividades del proyecto se realicen bajo un marco regulatorio sólido, promoviendo la transparencia y responsabilidad en la gestión del territorio.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El material resultante de las actividades de desmonte y despalme será procesado de manera integral para maximizar su utilidad en las áreas de reforestación. Este material será troceado y triturado adecuadamente, y posteriormente trasladado a las zonas destinadas para la reforestación. Esta medida tiene como objetivo principal contribuir a la creación de un suelo fértil y adecuado para las actividades de revegetación en dichas áreas.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	Para dar cumplimiento a este criterio, se realizará la recuperación de tierra vegetal, misma que se empleará para el enriquecimiento de suelos que lo requieran, se ejecutará el Programa de Reforestación.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS GENERALES		
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	Como parte del compromiso con el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, y en atención a las disposiciones legales vigentes, se procederá al ingreso del **Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales** de manera complementaria a este estudio. Este documento es un componente esencial para garantizar que todas las actividades del proyecto se realicen bajo un marco regulatorio sólido, promoviendo la transparencia y responsabilidad en la gestión del territorio.

Las actividades se desarrollarán aplicando medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, con las cuales se garantizará la regeneración del sitio, la permanencia de las especies de flora y fauna.

Tabla III.23: Vinculación con los criterios de regulación ecológica de carácter específico de la UGA 21.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS ESPECÍFICOS		
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	Las aguas residuales generadas dentro del proyecto procederán exclusivamente de los sanitarios portátiles instalados en el sitio. Para garantizar una gestión adecuada y responsable de estas aguas residuales, su disposición se llevará a cabo a través de una empresa especializada y autorizada por las Autoridades Ambientales correspondientes. Esta empresa se encargará de recoger, transportar y tratar las aguas residuales de acuerdo con las normativas vigentes, asegurando que se minimice cualquier impacto ambiental y se cumplan los estándares de calidad establecidos.
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a	El proyecto no contempla la colocación de Biodigestores.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS ESPECÍFICOS		
	persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.	Las aguas residuales generadas dentro del proyecto procederán exclusivamente de los sanitarios portátiles instalados en el sitio. Para garantizar una gestión adecuada y responsable de estas aguas residuales, su disposición se llevará a cabo a través de una empresa especializada y autorizada por las Autoridades Ambientales correspondientes. Esta empresa se encargará de recoger, transportar y tratar las aguas residuales de acuerdo con las normativas vigentes, asegurando que se minimice cualquier impacto ambiental y se cumplan los estándares de calidad establecidos.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	Las aguas residuales generadas dentro del proyecto procederán exclusivamente de los sanitarios portátiles instalados en el sitio. Para garantizar una gestión adecuada y responsable de estas aguas residuales, su disposición se llevará a cabo a través de una empresa especializada y autorizada por las Autoridades Ambientales correspondientes. Esta empresa se encargará de recoger, transportar y tratar las aguas residuales de acuerdo con las normativas vigentes, asegurando que se minimice cualquier impacto ambiental y se cumplan los estándares de calidad establecidos.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	Se garantizará el cumplimiento del criterio mediante la implementación de medidas constructivas específicas orientadas a proteger y preservar los sistemas kársticos. Entre las acciones consideradas, se priorizará el uso de maquinaria de bajo impacto que genere mínimas vibraciones durante las actividades de

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS ESPECÍFICOS		
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	construcción, con el fin de evitar cualquier posible afectación a la integridad de los sistemas subterráneos. Asimismo, se diseñarán y aplicarán técnicas de construcción que respeten las características geológicas del terreno, asegurando la estabilidad y continuidad de los flujos hídricos subterráneos y evitando la alteración de las condiciones naturales del paisaje kárstico. Adicionalmente, se realizará un monitoreo constante durante las fases críticas de la obra para identificar y mitigar cualquier riesgo potencial asociado a las actividades
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia .	El presente criterio será considerado como una herramienta fundamental dentro del marco de ejecución del proyecto, siempre y cuando se alcance y se alinee de manera precisa con los objetivos específicos planteados. Su aplicación será evaluada de forma integral, asegurando que cada aspecto contribuya directamente y de manera efectiva a los fines establecidos en el plan de acción del proyecto. Esto no solo garantiza su relevancia, sino también su pertinencia dentro del contexto general del desarrollo.
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie de cada una de ellas.	
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	Como parte de las medidas de compensación diseñadas para el proyecto, se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Reforestación.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS ESPECÍFICOS		
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	Se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que incluye actividades precisas para identificar, conservar y trasladar especies de alto valor ambiental o con características destacadas en el área del proyecto. A través de este programa, se llevará a cabo la inspección detallada y el cuidado de los árboles nativos, asegurando que su mantenimiento y preservación se lleven a cabo en condiciones óptimas. Aquellos ejemplares que no puedan permanecer en su ubicación original serán reubicados en sitios estratégicamente seleccionados dentro del mismo proyecto para garantizar su supervivencia y funcionalidad en el ecosistema.
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	Como parte de las medidas de compensación diseñadas para el proyecto, se llevará a cabo un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Dicho programa contempla la liberación únicamente de los ejemplares rescatados en sitios con vegetación similar y alejados de los asentamientos humanos.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeriformis*), capulín (*Muntingia calabura*), Ficus spp, entre otros.	Las actividades de ornamentación considerarán las especies descritas en este apartado. Sin embargo, el criterio será considerado siempre y cuando se alcancen y se alineen con los objetivos específicos del proyecto. Esto implica que la aplicación del criterio se evaluará en función de su capacidad para contribuir de manera efectiva a los fines establecidos en el plan de acción del proyecto. Para garantizar que el criterio cumple con las expectativas, se implementará un Programa de Reforestación.

Consulta Pública

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Vinculación
CRITERIOS ESPECÍFICOS		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	El proyecto no contempla el establecimiento de áreas urbanas, únicamente el establecimiento de áreas verdes (acamellonamiento), sin embargo, durante las actividades de preparación del sitio y construcción se contará con la colocación de Sanitarios Portátiles
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	Se implementará un Programa de Reforestación, mismo que contempla actividades de reforestación con especies nativas para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación por el desarrollo del proyecto.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	Para asegurar una adecuada gestión de los residuos vegetales en las áreas verdes, se implementará el arrope de las áreas verdes con este material.

Consulta Pública

III.1.2 Legislación estatal

III.1.2.1 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

Como parte del análisis normativo del presente proyecto, se presenta a continuación una tabla que detalla la vinculación entre las actividades y objetivos del proyecto con los principios establecidos en la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. Este ejercicio permite garantizar que las acciones propuestas respeten y se alineen con el marco constitucional vigente, asegurando así que su ejecución esté en plena conformidad con los preceptos legales del estado.

Tabla III.24: Vinculación del proyecto a preceptos de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo.

ARTÍCULOS	CUMPLIMIENTO
Artículo 10.- Al Estado corresponde impulsar el desarrollo económico en equilibrio con el medio ambiente y con perspectiva de género, procurar el progreso compartido y la distribución equitativa de la riqueza para garantizar la justicia social, a cuyo efecto planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica, en la esfera de su competencia, regulando y fomentando las actividades de interés general a la cual concurrirán los diversos sectores de población de conformidad a las leyes de la materia, con irrestricto apego a las libertades consagradas en la Constitución Federal y la del Estado. (...)	El proyecto estará estrictamente regido por las medidas de prevención, mitigación y compensación especificadas en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) actualmente en trámite, asegurando que las actividades se realicen de manera sustentable y en cumplimiento con los principios de desarrollo ambiental responsable. Estas disposiciones buscan garantizar un equilibrio entre las actividades del proyecto y la conservación del entorno natural, promoviendo acciones que minimicen su huella ecológica. Durante la etapa de preparación del sitio, se pondrá especial atención en la ejecución de cada actividad, tomando medidas precisas para evitar cualquier impacto negativo al medio ambiente. Estas acciones incluirán estrategias de mitigación como la delimitación de áreas de trabajo, control de emisiones y gestión responsable de residuos. Asimismo, las medidas de compensación, como la reforestación o restauración de áreas afectadas, serán implementadas y evaluadas conforme a los lineamientos establecidos.

Consulta Pública

Artículo 13.- (…) Queda prohibida toda discriminación motivada por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, las condiciones de salud, la religión, las opiniones, las preferencias, la condición sexual, el estado civil o cualquier otra que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas que habitan en este Estado. El Estado diseñará, promoverá y llevará a cabo las acciones y medidas necesarias para garantizar el derecho a la no discriminación. (…)	El proyecto está comprometido con la promoción de un entorno laboral inclusivo y equitativo que fomente la igualdad entre hombres y mujeres. Para alcanzar este objetivo, se adoptarán medidas que aseguren que ninguna persona sea excluida o tratada de manera desfavorable por razones relacionadas con su origen nacional, lengua, sexo, género, edad, discapacidad, condición social, identidad indígena, identidad de género, apariencia física, estado de salud, religión, forma de pensar, orientación o preferencia sexual.

III.1.2.2 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo representa un instrumento normativo clave en la regulación de las acciones que buscan preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como garantizar la protección ambiental en el estado y sus municipios. Esta Ley fue originalmente publicada en el Periódico Oficial del Estado el 30 de agosto de 2001, marcando un hito en la consolidación de la agenda ambiental de Quintana Roo. Posteriormente, fue reformada el 16 de agosto de 2018 por el Poder Ejecutivo de la entidad, con el fin de actualizar y fortalecer sus disposiciones en consonancia con los retos ambientales contemporáneos.

Su principal objetivo es fomentar el desarrollo sustentable, definiendo directrices claras para regular las actividades humanas que interactúan con el entorno natural. La Ley establece criterios fundamentales para la preservación y restauración de los ecosistemas, al tiempo que promueve acciones que aseguren un equilibrio entre el progreso socioeconómico y la protección del medio ambiente. En este sentido, su aplicación no solo es vinculante para todo el territorio del estado, sino que también otorga responsabilidades específicas a los municipios, consolidando una gestión ambiental descentralizada y eficiente.

Consulta Pública

Tabla III.25: Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
Artículo 01.-La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo, de acuerdo con las siguientes bases: I.- Garantizar el derecho de toda persona, dentro del territorio del Estado de Quintana Roo, a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, y establecer las acciones necesarias para exigir y conservar tal derecho II.- Establecer las competencias y atribuciones que corresponden al Estado y Municipios en materia ambiental, conforme a los principios de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás disposiciones legales aplicables VI.- Formular y regular los programas de ordenamiento ecológico en concordancia con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás disposiciones legales aplicables XII.- Establecer los mecanismos de coordinación, promoción y concertación entre autoridades estatales y municipales, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental XVII. La protección de la diversidad biológica en el Estado.	El proyecto tiene como objetivo cumplir plenamente con lo estipulado en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, asegurando que todas las actividades se alineen con sus disposiciones y principios fundamentales. Una de las acciones principales que se llevará a cabo es la reforestación de ecosistemas degradados dentro del Sitio de Análisis (SA). Esta actividad incluye la plantación de especies nativas adaptadas a las condiciones del entorno, lo cual no solo contribuirá a la restauración ecológica, sino que también favorecerá la generación de suelos permeables que mejoren la infiltración de agua y la calidad de los recursos hídricos. A través de estas acciones, el proyecto no solo busca remediar áreas impactadas, sino también fomentar un ambiente sano y equilibrado para las comunidades circundantes. Esto refleja un compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, alineándose con el propósito de la Ley de promover un desarrollo sustentable que asegure la preservación, restauración y mejora del equilibrio ecológico. El detalle de estas actividades está contemplado en el Programa de Reforestación, que establece estrategias específicas para garantizar el éxito de las acciones de restauración, priorizando la adaptación de las especies al ecosistema local y la mitigación de cualquier impacto ambiental derivado de las actividades del proyecto. Con estas iniciativas, se reafirma el cumplimiento del marco normativo y la responsabilidad del proyecto hacia el entorno natural y la sociedad.
Artículo 103.- Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan	En todas las fases del proyecto que impliquen la quema de combustibles fósiles, se verificará que los contratistas cuenten con programas de mantenimiento preventivo para controlar las

Consulta Pública

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.	emisiones contaminantes. La maquinaria utilizada, en todas las etapas, estará en óptimas condiciones mecánicas para reducir emisiones, cumpliendo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2006 sobre los límites máximos permisibles de emisiones de gases.
Artículo 105.- Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera, se considerará como criterio que las emisiones de contaminantes a la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y del equilibrio ecológico.	Durante cada etapa del proyecto en la que se emplee maquinaria que implique la quema de combustibles fósiles, se verificará rigurosamente que todos los contratistas cumplan con un programa de mantenimiento preventivo enfocado en el control de emisiones contaminantes. Este programa será obligatorio y garantizará que los equipos utilizados operen dentro de parámetros adecuados para minimizar su impacto ambiental. Además, el uso de la maquinaria estará regulado conforme a lo dispuesto en la NOM-052-SEMARNAT-2006, la cual establece los límites máximos permisibles de emisiones de distintos gases. Estas disposiciones aseguran que el proyecto opere bajo un marco normativo que refuerce el compromiso con la protección del medio ambiente y la reducción del impacto ambiental. Con este enfoque, se refuerza la implementación de prácticas responsables y sostenibles a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.
Artículo 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie	El proyecto garantizará el cumplimiento de este precepto al mantener estrictamente el porcentaje asignado como área permeable, lo cual es esencial para permitir la infiltración natural de las aguas pluviales al suelo y subsuelo. Estas áreas permeables desempeñarán un papel clave en la recarga de los acuíferos locales y en la regulación hídrica de la zona, contribuyendo así a la sostenibilidad del entorno. Para asegurar este compromiso, se integrarán técnicas de diseño que promuevan el manejo adecuado del agua pluvial, como la utilización de materiales permeables en caminos o superficies

Consulta Pública

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.	construidas, así como la conservación de espacios verdes con vegetación nativa. Estas estrategias no solo facilitarán la infiltración del agua, sino que también contribuirán a evitar problemas como la acumulación superficial o la erosión del suelo.
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 mexicana.	Con el propósito de cumplir con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que regula los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de maquinaria y equipo, se implementará un programa riguroso de mantenimiento preventivo para todos los equipos utilizados durante el desarrollo del proyecto. Este mantenimiento garantizará que la maquinaria opere en condiciones óptimas, reduciendo las emisiones sonoras a niveles aceptables y minimizando el impacto acústico en el entorno. Además, se establecerán horarios de trabajo estratégicos, priorizando actividades en periodos diurnos para limitar al máximo las operaciones durante la noche. Este enfoque busca proteger a la fauna local, que depende de la tranquilidad nocturna para llevar a cabo comportamientos esenciales como el descanso, la alimentación o la reproducción. Respetar los ciclos biológicos de estas especies no solo contribuye a su conservación, sino que también refuerza el compromiso del proyecto con la sostenibilidad ambiental.

Consulta Pública

III.1.2.3 Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo

La Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo, última reforma, y publicada en el Periódico Oficial del Estado en Quintana Roo el 16 de junio de 2023. En la siguiente tabla se presenta la vinculación de los preceptos de dicha ley.

Tabla III.26. Vinculación del proyecto con los preceptos de la Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
Artículo 1. La presente Ley es de orden público e interés general, sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el Estado de Quintana Roo y tiene por objeto: I. Garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano mediante la formulación, conducción y evaluación de la Política Estatal en materia de cambio climático; II. Regular las acciones para un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, a fin de alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de los mismos, y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.	Las emisiones móviles del proyecto provendrán de los vehículos y maquinaria empleados en las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, en su mayoría con motores de diésel y algunos de gasolina. Para garantizar una operación eficiente y ambientalmente responsable, se realizará el mantenimiento periódico a los vehículos y maquinaria.
Artículo 25.- Con el objeto de mitigar las emisiones con origen en las actividades de gestión de residuos, la legislación y la planeación que se apruebe en el Estado en esta materia tendrá como objetivos los siguientes: I. Fomentar la prevención en la generación de residuos.	Para el manejo adecuado de los residuos peligrosos, el proyecto contratará una empresa autorizada y registrada ante la autoridad competente, que garantizará su recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de manera responsable y conforme a la normativa vigente. Esta medida asegura que los residuos sean manejados en instalaciones y por personal especializado, minimizando cualquier posible impacto ambiental.

III.1.2.4 Ley Forestal del Estado de Quintana Roo

La Ley Forestal del Estado de Quintana Roo, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 19 de agosto de 2013, constituye una herramienta esencial para el manejo y conservación de los recursos forestales en el estado. Esta Ley establece disposiciones de orden público y de interés general que tienen como propósito fundamental regular y promover la conservación, protección, restauración, producción y manejo sustentable de las superficies forestales. Además, también abarca aquellas superficies que deben ser reforestadas o forestadas, ya sea por razones ambientales o productivas, con el fin de mantener el equilibrio ecológico y aprovechar de manera sostenible los recursos naturales.

Consulta Pública

Entre sus objetivos principales destaca la gestión integral y sustentable de los recursos forestales, abarcando actividades vinculadas a los sectores económicos primario, secundario y terciario que estén relacionadas o tengan impacto directo e indirecto en dichas superficies. Esto incluye desde la explotación responsable de los bosques hasta la planificación y ordenación de actividades productivas, fomentando prácticas que respeten los principios de sostenibilidad. Asimismo, la Ley promueve el desarrollo de estrategias que aseguren la restauración de áreas forestales degradadas, como parte de un enfoque integral de conservación y aprovechamiento.

Tabla III.27. Vinculación del proyecto con los preceptos de la Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
Artículo 1 La presente Ley tiene por finalidad impulsar las condiciones económicas, sociales e institucionales favorables para el desarrollo a largo plazo del sector forestal en el Estado de Quintana Roo. Sus disposiciones son de orden público e interés general y tienen por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo, aprovechamiento y gestión sustentable de las superficies forestales y de aquellas superficies que fueren o debieren ser reforestadas o forestadas por motivos ambientales o productivos, así como el desarrollo de las actividades económicas forestales de los sectores primario, secundario y terciario relacionadas o que incidan directa o indirectamente con la gestión de dichas superficies. La presente ley regula las competencias que en materia forestal corresponden al Estado bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como las derivadas de los acuerdos o convenios suscritos con la Federación.	Para preservar la biodiversidad en las áreas de intervención, se pondrá en marcha un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que consistirá en la identificación y extracción de especies vegetales relevantes, con especial prioridad en aquellas incluidas en categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies serán reubicadas en áreas previamente seleccionadas que cuenten con condiciones adecuadas para su adaptación y supervivencia, contribuyendo a la restauración ecológica del entorno. Paralelamente, se llevará a cabo un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, con el objetivo de proteger a las especies animales que pudieran ser afectadas por las actividades del proyecto. Se priorizará el manejo responsable de especies catalogadas en peligro de extinción, amenazadas o bajo protección especial, asegurando su traslado seguro a hábitats que favorezcan su continuidad biológica. Además, se implementará un Programa de Reforestación, cuyo enfoque principal será restaurar las áreas impactadas mediante la plantación de especies forestales nativas de la región. Este programa ayudará a contrarrestar los efectos de la remoción de vegetación, como la erosión del suelo, la pérdida de permeabilidad y la disminución en la capacidad de captación de agua,

Consulta Pública

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
	garantizando así la funcionalidad de los ecosistemas en el largo plazo.
Artículo 31.- El cambio de uso del suelo en terrenos forestales requiere de autorización. En los términos de los mecanismos de coordinación establecidos con la Federación, corresponde a la Secretaría el otorgamiento de la misma. La autorización deberá inscribirse en el Padrón Forestal del Estado.	Para llevar a cabo el CUSTF, se somete a evaluación del presente documento en materia de impacto ambiental.

III.1.2.5 Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo

La Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo es un instrumento normativo de carácter público e interés social que establece lineamientos precisos para la conservación, protección, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de los hábitats en los que ésta se desarrolla. Su principal propósito radica en regular las atribuciones que corresponden tanto al Estado como a sus municipios en este ámbito, garantizando que dichas acciones estén alineadas con los principios y disposiciones establecidos en el artículo 10 de la Ley General de Vida Silvestre, la cual establece las bases legales a nivel federal.

Esta Ley no solo contempla la preservación de la biodiversidad, sino que también busca fomentar el equilibrio entre el desarrollo humano y la protección del entorno natural, promoviendo un enfoque integrado que favorezca el uso sostenible de los recursos silvestres sin comprometer su viabilidad a largo plazo. Las disposiciones incluyen regulaciones específicas para la conservación de ecosistemas, la protección de especies en riesgo, y la implementación de estrategias que permitan la coexistencia entre el desarrollo económico y la biodiversidad.

En el caso del proyecto, la vinculación con esta Ley radica en asegurar que todas las actividades relacionadas con la preparación, construcción, operación y mantenimiento se realicen bajo un marco de respeto y protección a la vida silvestre y sus hábitats. Por ejemplo, se pondrán en marcha programas como el Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre.

Consulta Pública

Tabla III.28. Vinculación del proyecto con los preceptos de la Ley de Vida Silvestre para el estado de Quintana Roo.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
Artículo 18 El Gobernador del Estado, a través de la Secretaría, así como los Ayuntamientos, promoverán y adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiere ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio, de conformidad con las disposiciones de la Ley General y demás ordenamientos aplicables en la materia.	El proyecto implementará un conjunto de programas enfocados en la protección de la biodiversidad y la restauración ambiental, destacando el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, que garantizará la protección de las especies animales presentes, especialmente aquellas en categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante reubicaciones y monitoreo. Paralelamente, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre se centrará en preservar y trasladar especies vegetales prioritarias hacia áreas adecuadas para su desarrollo. Además, se desarrollará un Programa de Reforestación, enfocado en restaurar áreas afectadas a través de la plantación de especies nativas, contribuyendo a la mitigación de problemas como la erosión del suelo y la pérdida de hábitats. Estas acciones estarán acompañadas por planes de monitoreo para evaluar su eficacia, garantizando la sostenibilidad del proyecto y la conservación de los ecosistemas impactados.
Artículo 29 El Gobernador del Estado, a través de la Secretaría, promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitats críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, así como la inclusión de programas de muestreo y seguimiento permanente, de conformidad con las disposiciones del Capítulo I del Título VI de la Ley General. La información relativa a los proyectos de conservación y recuperación de especies y poblaciones prioritarias para la conservación estará a disposición del público.	

III.1.2.6 Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos Sólidos del estado de Quintana Roo

La Ley para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado de Quintana Roo, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 30 de marzo de 2015, es un

Consulta Pública

instrumento normativo clave que tiene como propósito fundamental promover el desarrollo sustentable mediante un enfoque integral para el manejo y la gestión de los residuos sólidos. Su carácter de orden público y obligatorio en todo el territorio estatal la convierte en una herramienta esencial para la regulación y el control de las actividades relacionadas con los Residuos de Manejo Especial, Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos de control local.

Tabla III.29: Vinculación del proyecto con preceptos de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Quintana Roo.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
Artículo 36 Los Planes de Manejo son un instrumento de la Gestión Integral de Residuos que permite la aplicación de la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de los involucrados en su generación y manejo, que tienen por objeto: I.- Fomentar la prevención y reducción de la generación de los Residuos, a través de prácticas de consumo y producción sustentables; II.- Fomentar la separación, reutilización, reciclaje y co-procesamiento de materiales contenidos en los Residuos con la finalidad de valorizarlos e incorporarlos al ciclo productivo como subproductos; III.- Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un Manejo Integral de los Residuos, que sea ambientalmente eficiente, económicamente viable y socialmente aceptable; IV.- Fomentar el mercado de productos reciclados para reducir la demanda de materiales vírgenes y la presión que se ejerce sobre los recursos naturales; V.- Prevenir riesgos a la salud y al ambiente en el manejo de los Residuos; VI.- Contribuir a reducir los costos de administración por el manejo de Residuos; VII.- Facilitar iniciativas ciudadanas y de los particulares para lograr la minimización y el manejo ambientalmente adecuado de sus Residuos mediante acciones colectivas; y VIII.- Diseñar esquemas de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo	El proyecto asegurará el cumplimiento total de este precepto mediante la implementación de un **Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR)**, diseñado para prevenir y evitar la contaminación del suelo. Este programa establecerá lineamientos claros para la gestión responsable de los residuos generados en cada etapa del proyecto, desde la preparación hasta su operación y mantenimiento, garantizando un manejo adecuado y alineado con las normativas vigentes.

Consulta Pública

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
Especial, que haga efectiva la corresponsabilidad de los distintos sectores involucrados.	
Artículo 38 Están obligados a la formulación y ejecución de los Planes de Manejo: I.- Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos; II.- Los productores, importadores, distribuidores y comercializadores, de los productos, sus envases, empaques o embalajes que al desecharse se convierten en Residuos Sólidos Urbanos o de Manejo Especial que se incluyan en los listados de Residuos sujetos a Planes de Manejo emitidos por la autoridad Estatal; III.- Las empresas de servicio de Manejo Integral de Residuos en cualquiera de sus etapas que sean generadoras de Residuos; y IV.- Aquellos que realicen las actividades previstas en el artículo 66 de la presente Ley. En la formulación y ejecución de los Planes de Manejo a los que hace referencia este artículo, se contará con la orientación de las autoridades con competencia en la materia a fin de facilitar su implementación ambientalmente adecuada, económicamente viable y socialmente aceptable.	El proyecto garantizará el cumplimiento de este precepto mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR), diseñado para prevenir y minimizar la contaminación del suelo a lo largo de todas las etapas del desarrollo del proyecto. Este programa incluirá acciones específicas dirigidas al manejo adecuado de los residuos, desde su generación hasta su disposición final, alineándose con las normativas ambientales vigentes. Como parte del PMIR, se establecerá un sistema de monitoreo y seguimiento continuo, mediante el cual se evaluará la eficacia de las medidas implementadas y se realizarán ajustes según sea necesario para garantizar el cumplimiento de los objetivos del programa.
Artículo 45 Las personas físicas o morales y los ciudadanos en general, que así lo deseen y no estén obligados por Ley, podrán formular y ejecutar Planes de Manejo tendientes a minimizar y dar un manejo ambientalmente adecuado a sus Residuos, para lo cual pueden solicitar la orientación y asistencia técnica de las autoridades con competencia en la materia. Cualquier persona que de acuerdo con esta disposición presente un Plan de Manejo, que de acuerdo con esta Ley	El proyecto garantizará el cumplimiento de este precepto mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).

Consulta Pública

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
no esté obligada a realizarlo, por motivo de no aplicarlo o renovarlo no será sujeta de sanción alguna en los términos de ésta.	
Artículo 49 Los programas de educación ambiental desarrollados por centros o instituciones educativas, así como las asociaciones o instituciones deberán instrumentar los Planes de Manejo de Residuos que ellos mismos generen, para su aplicación en sus centros educativos.	El proyecto integrará de manera activa acciones de educación ambiental como parte esencial del Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR), promoviendo la participación consciente y responsable de todos los involucrados en el desarrollo del proyecto. Estas actividades estarán diseñadas para sensibilizar y capacitar tanto al personal directamente vinculado al proyecto como a las comunidades cercanas, con el fin de fomentar prácticas sostenibles y el adecuado manejo de los residuos.
Artículo 78 Las personas físicas o morales responsables de establecimientos cuyas actividades involucren la generación y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos o de Manejo Especial estarán obligadas a prevenir la contaminación de sitios por sus actividades y a llevar a cabo las acciones de remediación que correspondan conforme a la normatividad vigente y aplicable. En todo caso deberán garantizar el manejo integral ambientalmente adecuado de los Residuos mediante el otorgamiento de pólizas de fianzas a favor del afectado	Con el objetivo de prevenir cualquier tipo de contaminación en el sitio del proyecto, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR), diseñado para abordar de manera eficiente la gestión de los residuos generados durante las diferentes fases del desarrollo del proyecto. Este programa no solo garantizará un manejo adecuado de los residuos, sino también contribuirá al cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, promoviendo un enfoque responsable y sostenible en la operación del proyecto. El PMIR contemplará acciones específicas para la segregación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos. Para ello, se implementará un sistema de clasificación que permita separar los residuos reciclables, no reciclables, orgánicos y peligrosos desde su lugar de origen. Esto asegurará que cada tipo de residuo reciba el tratamiento adecuado, minimizando su impacto ambiental.

Consulta Pública

III.2 Planes de Desarrollo

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND)

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 es un instrumento jurídico de planeación que define los objetivos y estrategias del Gobierno de México para abordar las problemáticas prioritarias y fomentar el desarrollo nacional. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019, constituye una guía fundamental para articular políticas públicas que impulsen el bienestar social, económico y político del país. Este plan se organiza en torno a tres ejes principales: Política y Gobierno, enfocado en fortalecer la transparencia, la justicia y la gobernanza; Política Social, orientada a garantizar la equidad, la justicia social y la mejora de la calidad de vida, especialmente para los sectores más vulnerables; y Economía, cuyo objetivo es promover un modelo inclusivo y sustentable que combine el crecimiento económico con el bienestar colectivo.

Dentro de su estructura, el PND se sustenta en doce principios rectores que encapsulan la visión del gobierno en cuanto a los valores y prioridades del desarrollo nacional. Estos principios incluyen la honradez y honestidad en la administración pública, la justicia social al priorizar a los sectores más desprotegidos, la observancia estricta del estado de derecho y el reconocimiento de la democracia como base del poder del pueblo. Asimismo, enfatizan la importancia de la sostenibilidad económica y social, el respeto al derecho ajeno como medio para alcanzar la paz y la inclusión de todos los mexicanos en las oportunidades de desarrollo sin dejar a nadie atrás.

El proyecto se vincula directamente con estos ejes y principios al integrar políticas y acciones que reflejen los valores del PND 2019-2024. Las estrategias del proyecto contribuirán a fortalecer la equidad social, fomentar prácticas económicas sostenibles y garantizar la transparencia en su ejecución. Al adherirse a los principios de desarrollo sustentable, el proyecto se alinea con las metas de justicia social y respeto al entorno natural que establece este plan. Esta vinculación asegura que las actividades propuestas tengan un impacto positivo en el desarrollo integral del país, promoviendo la prosperidad y el bienestar colectivo de acuerdo con la visión establecida en el Plan Nacional de Desarrollo.

Tabla III.30. Vinculación del proyecto con el PNUD 2019-2024.

LINEAMIENTOS	CUMPLIMIENTO
MIGRACIÓN: SOLUCIONES DE RAÍZ. Se espera que los programas sociales sectoriales tengan una incidencia concreta en la mejoría de las condiciones de vida en las principales zonas expulsoras de mano de	El proyecto enfatiza el respeto al medio ambiente, asegurando que cualquier actividad que genere impacto se lleve a cabo bajo estrictas medidas de mitigación y en cumplimiento con las disposiciones ambientales aplicables, tal como se

Consulta Pública

LINEAMIENTOS	CUMPLIMIENTO
obra y que los proyectos regionales de desarrollo actúen como "cortinas" para captar el flujo migratorio en su tránsito hacia el norte: el Tren Maya, el Corredor Transístmico y la Zona Libre de la Frontera Norte generarán empleos y condiciones de vida digna para atraer y anclar a quienes huyen de la pobreza.	detallan en capítulos específicos. Estas medidas no solo garantizan un desarrollo responsable y sostenible, sino que también contribuyen significativamente al fortalecimiento de los programas sociales sectoriales, al alinear las actividades del proyecto con los objetivos de desarrollo social y comunitario. Al reducir los impactos ambientales, fomentar la sostenibilidad y generar beneficios directos para las comunidades, como empleo y oportunidades de desarrollo, el proyecto refuerza iniciativas destinadas a mejorar la calidad de vida de los sectores más vulnerables. Esto demuestra cómo las acciones ambientales y sociales se integran para apoyar los programas y políticas públicas enfocadas en un crecimiento inclusivo y equilibrado.
DESARROLLO SOSTENIBLE El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.	El proyecto está diseñado para cumplir con los principios de desarrollo sostenible, garantizando el cumplimiento de todas las leyes aplicables exigidas para este tipo de iniciativas. En este sentido, se realiza el presente estudio, que no solo asegura el apego normativo, sino que también integra un enfoque integral que prevé y mitiga cualquier posible impacto ambiental. En las acciones a realizar descritas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), se implementarán las medidas de mitigación adecuadas con el objetivo de reducir y atenuar los posibles impactos generados. Estas medidas contemplan la aplicación de estrategias específicas para preservar el equilibrio ambiental, como el manejo responsable de residuos, programas de reforestación, rescate de flora y fauna, así como la implementación de tecnologías y procesos sostenibles durante el desarrollo del proyecto.

Consulta Pública

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo (2023-2027)

El Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo es el documento que busca orientar la acción de gobierno para mejorar la calidad de vida, fomentar el desarrollo integral, solidario y sostenible en el Estado.

El proyecto se alinea con los ejes estratégicos del Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2023-2027, particularmente con los objetivos planteados en el Eje 4: MEDIO AMBIENTE Y CRECIMIENTO SUSTENTABLE, que promueve Lograr un modelo de ordenamiento territorial con enfoque prioritario en las áreas de pobreza y equidad, productividad, medio ambiente y prevención de desastres naturales, que a partir de su transformación con nuevas infraestructuras regionales y urbanas impulse el bienestar social, la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales.

Tabla III.31. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo (2023-2027).

LINEAMIENTOS	CUMPLIMIENTO
MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILILDAD Impulsar un crecimiento sostenible bajo en carbono alineado con la Agenda 2030, basado en la conservación de nuestra riqueza natural, con enfoque territorial y de derechos humanos, mediante una responsabilidad compartida de acuerdos y compromisos colectivos con soluciones basadas en la naturaleza, que sea cercano, incluyente, participativo y con bienestar para todos, en un entorno libre de contaminación.	El proyecto implementa medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental durante las etapas de construcción y operación, promoviendo un desarrollo vial sostenible y de baja emisión de carbono. Asimismo, el diseño del trazo y las actividades de construcción consideran criterios de conservación, manejo responsable de residuos, control de emisiones y reforestación.
INFRAESTRUCTURA PARA EL BIENESTAR Garantizar el desarrollo sustentable del estado a través de la implementación de programas de infraestructura que mejoren la conectividad de las regiones, el bienestar social de las familias, la diversificación económica y la generación de empleos.	El proyecto Libramiento Vial Cancún Sur contribuye directamente a este lineamiento al consolidar una infraestructura estratégica que fortalece la conectividad. La obra favorecerá la movilidad de las personas, mercancías y servicios, impulsando el crecimiento económico y turístico de la región. Además, durante su ejecución se generará empleos directos e indirectos, impulsando el bienestar social y económico local con un enfoque se sostenibilidad.

Consulta Pública

LINEAMIENTOS	CUMPLIMIENTO
MOVILIDAD Y TRANSPORTE Garantizar la planeación del territorio y las ciudades, priorizando las actividades cotidianas de las personas y su proximidad geográfica, contemplando el desplazamiento de mercancías en función de las vocaciones territoriales.	Cumple este lineamiento al ofrecer una vía alterna que descongestionara el tránsito en la zona urbana de Cancún, mejorando los tiempos de traslado y la seguridad vial. Su ubicación estratégica permitirá una mejor distribución del tránsito pesado y turístico, facilitando el desplazamiento eficiente. El libramiento se integra a los corredores logísticos vinculados al TREN MAYA y al sistema carretero estatal, fortaleciendo la planeación territorial y la movilidad regional con visión sustentable y de largo plazo.

III.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027

El proyecto también se encuentra en concordancia con el Plan Municipal de Desarrollo de Benito Juárez 2024-2027, dentro del Eje 2: Medio Ambiente y Desarrollo sostenible, en donde encontrar el punto de equilibrio entre el medio ambiente y el desarrollo sostenible es crucial para el futuro del municipio.

Tabla III.32. Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027).

LINEAMIENTOS	CUMPLIMIENTO
PROCURAR Y PRESERVAR LA PROTECCIÓN Y RIQUEZAS DEL MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD DE LAS DIFERENTES ESPECIES PARA CONLLEVAR UN EQUILIBRIO ECOLÓGICO DE ACUERDO CON EL CRECIMIENTO DE LA CIUDAD. Realizar actividades de difusión de la información sobre el cuidado del medio ambiente.	El proyecto cumple con este lineamiento mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, enfocadas en la protección de la flora y fauna local y en el mantenimiento del equilibrio ecológico dentro del área de influencia. Durante la fase de construcción se aplicarán acciones como el rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre, control de emisiones, manejo adecuado del suelo y reforestación compensatoria. Asimismo, se contempla la difusión y sensibilización ambiental entre el personal operativo y contratista, mediante pláticas informativas sobre el cuidado del medio ambiente y el cumplimiento de la normatividad ecológica vigente.

Consulta Pública

LINEAMIENTOS	CUMPLIMIENTO
IMPLEMENTAR PROGRAMAS ENCAMINADOS AL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA Y REALIZAR OBRA PÚBLICA QUE AUMENTE LA URBANIZACIÓN INCLUSIVA Y SOSTENIBLE Programar la infraestructura básica urbana, mejorando la imagen y obra pública, que sea sustentable e inclusiva.	El proyecto se alinea construir una obra de infraestructura estratégica que mejore la conectividad vial y apoya el crecimiento ordenado y sostenible. Además, su diseño considera aspectos de seguridad vial, accesibilidad y sustentabilidad, fomentando una urbanización planificada e inclusiva, acorde con los objetivos de desarrollo sostenible y con las políticas estatales de movilidad integral.
MEJORAR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS, MINIMIZANDO EL IMPACTO AMBIENTAL Y FOMENTANDO LA CULTURA DE LA SEPARACIÓN EN LA FUENTE. Dar cumplimiento con la Norma 083-SEMARNAT-2003 y Permisos Ambientales para la operatividad y destino final de los Residuos Sólidos Urbanos. Monitorear si los contribuyentes considerados Grandes Generadores (28 kg/día) de residuos realizan el pago por el Plan de Manejo.	El proyecto cumple este lineamiento a través de la gestión ambiental adecuada de los residuos generados durante las etapas de construcción y operación, garantizando su almacenamiento, clasificación, transporte y disposición final conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT 2003, así como las disposiciones locales vigentes. Se elaborará y aplicará un Plan de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos, supervisado por el responsable ambiental del proyecto, asegurando que los residuos sean entregados a sitios autorizados y se fomente la separación en la fuente y el reciclaje de materiales. Con ello, se contribuye al fortalecimiento de la cultura ambiental y al cumplimiento de la legislación ecológica municipal y estatal.

III.2.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, municipio BENITO JUAREZ y, Programa de ordenamiento Ecológico Local del municipio de BENITO JUAREZ

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población aprobado en 2022, establece el marco de ordenamiento urbano para el centro de población de Cancún. Este programa contempla entre sus objetivos la regulación de usos de suelo, la zonificación y compatibilidad de actividades, así como la orientación del crecimiento urbano hacia tipologías de densificación, mejor conectividad y movilidad eficiente. En particular, el documento incluye tablas de compatibilidad de usos de suelo donde están incluidos los

Consulta Pública

equipamientos e “infraestructura vial” como usos permitidos en áreas urbanas o urbanizables.

Por su parte, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez es el instrumento de política ambiental-territorial que regula el uso del suelo, las actividades productivas y las funciones ecológicas del territorio municipal, con la finalidad de conservar los ecosistemas, prevenir impactos ambientales y coordinar el desarrollo urbano con el entorno natural.

En este contexto, el proyecto denominado “Libramiento Vial Cancún Sur”, con sus dos ejes, adquiere una vinculación estratégica con dichos instrumentos. Su ubicación, entre la autopista de cuota 180D Mérida-Cancún y la carretera federal 307 Cancún–Playa del Carmen, y su orientación hacia el sur de la zona metropolitana de Cancún, lo sitúan dentro del ámbito de aplicación del PDUCP y del marco de ordenamiento del POEL. Desde esta perspectiva, el proyecto se justifica como una pieza de infraestructura de conectividad que se inscribe dentro de la zona de equipamiento e infraestructura vial que el PDUCP considera compatible con los usos urbanos proyectados.

Asimismo, el PDUCP promueve el fortalecimiento de corredores logísticos, la mejora de la movilidad, la descongestión del centro urbano y la integración de sistemas de transporte. En su marco conceptual establece que la ciudad debe proyectarse hacia un modelo de ciudad compacta, con movilidad eficiente y con integración de servicios, equipamiento e infraestructura en ámbitos planificados.

Por otra parte, el POEL articula la regulación del uso del suelo en zonas de reserva urbana y áreas de expansión, así como la definición de Unidades de Gestión Ambiental (UGA) dentro del municipio. En esa orden, el documento reconoce que en las zonas urbanas y sus reservas del municipio se deben establecer espacios jardinados, equipamiento urbano e infraestructura que cumplen funciones tanto sociales como ambientales.

El proyecto del libramiento se encuentra en un ámbito donde dicha infraestructura vial es cabida conforme a las directrices ambientales-territoriales del POEL, ya que la vía proyectada cruza, o se encuentra en proximidad de líneas de conducción eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y con la infraestructura ferroviaria, lo cual implica coordinación territorial, servidumbres, y cuidado del entorno ambiental. Esta ubicación, al estar fuera de la mancha urbana densa y orientada hacia el sur de la zona metropolitana, permite que se aproveche como corredor logístico sin interferir con núcleo habitacional consolidado, en coherencia con la visión del POEL de ordenar el territorio evitando la expansión desordenada.

Consulta Pública

Además, el hecho de que el libramiento esté diseñado para integrarse con la Estación Multimodal Cancún (y por tanto con la multimodalidad transporte carretero-ferroviaria) lo posiciona como parte de la estrategia de infraestructura de transporte que ambas políticas promueven. Desde la perspectiva del PDUCP, la movilidad es un eje estructurante del desarrollo urbano; desde el POEL, el ordenamiento del territorio requiere que las vías de transporte de alto impacto se localicen en corredores adecuados, minimizando el impacto ambiental y optimizando la operación logística. En este sentido, la obra propuesta constituye una sinergia entre la movilidad sostenible, el orden urbano y la infraestructura logística, acoplándose al enfoque de crecimiento urbano planeado, interconectado y sustentable.

Finalmente, se puede concluir que el "Libramiento Vial Cancún Sur" no sólo se ajusta a los usos de suelo y zonificación del PDUCP y del POEL, sino que además fortalece los objetivos de consolidar la ciudad de Cancún como un polo urbano logísticamente articulado, con servicios e infraestructura robusta, con movilidad eficiente, y con desarrollo urbano orientado y ordenado. La obra responde a la necesidad de mejorar la conectividad regional, de reducir la presión sobre la infraestructura urbana existente, de canalizar el tránsito de largo recorrido fuera del núcleo urbano, y de contribuir al desarrollo sustentable del territorio municipal y metropolitano.

III.3 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son herramientas fundamentales que otorgan a la autoridad ambiental la capacidad de establecer lineamientos claros y específicos para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el desarrollo económico responsable y la regulación de diversas actividades. Estas normas abarcan requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles aplicables en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, promoviendo el equilibrio entre el progreso y la protección ambiental. Además, las NOM generan certidumbre jurídica y fomentan la adopción de tecnologías innovadoras que contribuyen a una protección ambiental más eficiente.

En el caso del presente proyecto, se realizó un análisis exhaustivo de cada una de las etapas involucradas, desde la preparación del sitio hasta las fases de construcción, operación y mantenimiento, para identificar y cumplir con las NOM aplicables según la regulación establecida por SEMARNAT. Entre los aspectos evaluados se incluyen la contaminación atmosférica, la gestión de residuos peligrosos, el control del ruido, la

Consulta Pública

protección de suelos y la preservación de la flora y fauna, todos elementos cruciales para garantizar que las actividades se lleven a cabo de manera sostenible.

Tabla III.33: Vinculación de Normas Oficiales Mexicanas.

NORMA	CONTENIDO	VINCULACIÓN
NOM-001-SEMARNAT-2021.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Para garantizar el manejo adecuado de los desechos durante la preparación del sitio y construcción, se establecerán medidas específicas que incluyen la contratación de un proveedor externo especializado en la instalación y mantenimiento de sanitarios portátiles. Este proveedor se encargará de proporcionar equipos que cumplan con todas las normativas ambientales y de salud pública aplicables, asegurando una correcta recolección y disposición de los residuos generados. No se realizará la descarga a cuerpos de agua o bienes nacionales.
NOM-002-SEMARNAT-1996.	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.	El mantenimiento de Equipos y Maquinaria será llevado a cabo en zonas adecuadas, mismas en donde se enfatizará el uso de Kit antiderrames.
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.	Se enfatizará en la importancia de que los vehículos que se utilizan dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, mediante las disposiciones establecidas en la normatividad ambiental estatal vigente, además, para asegurar el cumplimiento la maquinaria y equipo se someterá a mantenimiento periódico, a fin de asegurar su funcionalidad y la emisión baja de contaminantes.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Para asegurar el cumplimiento la maquinaria y equipo se someterá a mantenimiento periódico, a fin de asegurar su funcionalidad y de esta forma evitar fugas de hidrocarburos, así como el mantenimiento de Equipos y Maquinaria

Consulta Pública

NORMA	CONTENIDO	VINCULACIÓN
		será llevado a cabo en zonas adecuadas, mismas en donde se enfatizará el uso de Kit antiderrames.
NOM-050-SEMARNAT1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan Gas Licuado de Petróleo, Gas Natural u otros combustibles alternos.	Para garantizar el cumplimiento de estas normas se realizarán inspecciones periódicas y mantenimientos preventivos para detectar y corregir cualquier anomalía de forma oportuna. Además, se llevarán registros detallados de todas las actividades de mantenimiento, permitiendo un seguimiento continuo y la implementación de mejoras en los procedimientos.
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Que se refiere a la protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, o cambio-lista de especies en riesgo.	Si se detectan especies en el área del proyecto que están incluidas en esta norma y descritas en el capítulo IV del presente estudio, se implementará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación para protegerlas. Además, se aplicarán las medidas de compensación y mitigación mencionadas en el capítulo VI de la MIA, en caso necesario.
NOM-080-SEMARNAT-1994.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	El proyecto se apegará al cumplimiento de los niveles o límites máximos permisibles de las normas que se vinculan.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Durante la fase de construcción, se implementarán horarios de trabajo diurno y se dar mantenimiento a la maquinaria para minimizar los niveles de ruido, cumpliendo con los parámetros normativos aplicables.
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Los residuos generados serán gestionados conforme a esta norma, disponiéndose únicamente en sitios autorizados por la autoridad ambiental municipal y estatal. Además, se elaborará un Plan de Manejo Integral de Residuos para separar, reciclar y disponer adecuadamente los materiales.

Consulta Pública

NORMA	CONTENIDO	VINCULACIÓN
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	En caso de generarse residuos peligrosos (aceites usados, filtros, trapos contaminados), serán identificados y manejados bajo un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, asegurando su almacenamiento temporal, transporte y disposición final conforme a la normatividad aplicable.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Los RME o no peligrosos, se gestionarán mediante un plan de manejo específico, priorizando su reúso, reciclaje o envío a sitios de disposición autorizados
NOM-005-STPS-1988	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Se asegurará el almacenamiento seguro de combustibles y lubricantes en sitios adecuados, señalizados y con equipo de emergencia disponible, protegiendo la integridad del personal y del ambiente.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El personal que labore en la construcción y operación del proyecto deberá contar con el equipo de protección adecuado (casco, guantes, botas, protectores auditivos y visuales), garantizando condiciones seguras y cumplimiento normativo.

III.4 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal

III.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Con base en la información espacial proporcionada por la CONABIO (2020) sobre las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en sus diversas categorías —Federal, Estatal, municipal, ejidal y privada—, se determinó que el proyecto no tiene incidencia directa dentro de ninguna de estas áreas protegidas. La ANP más cercana es la de los “Manglares de

Consulta Pública

Nichupté", localizada a aproximadamente 4.5 kilómetros al este del área del proyecto, en el municipio de Benito Juárez. Este sitio es de gran importancia ecológica debido a su biodiversidad y el papel que desempeña en la protección contra la erosión costera y la regulación hídrica de la región.

No obstante, el sistema ambiental donde se ubica el proyecto se encuentra circundante al Área Natural Protegida Federal denominada "Yum Balam", que es una de las regiones más relevantes para la conservación ambiental en México. Yum Balam es reconocida por su rica biodiversidad y por ser hogar de múltiples especies de flora y fauna endémicas, muchas de las cuales están bajo algún estatus de protección. Este contexto aumenta la sensibilidad ecológica del área del proyecto y subraya la necesidad de adoptar medidas que minimicen cualquier tipo de impacto indirecto que pueda afectar a esta área protegida.

Consulta Pública

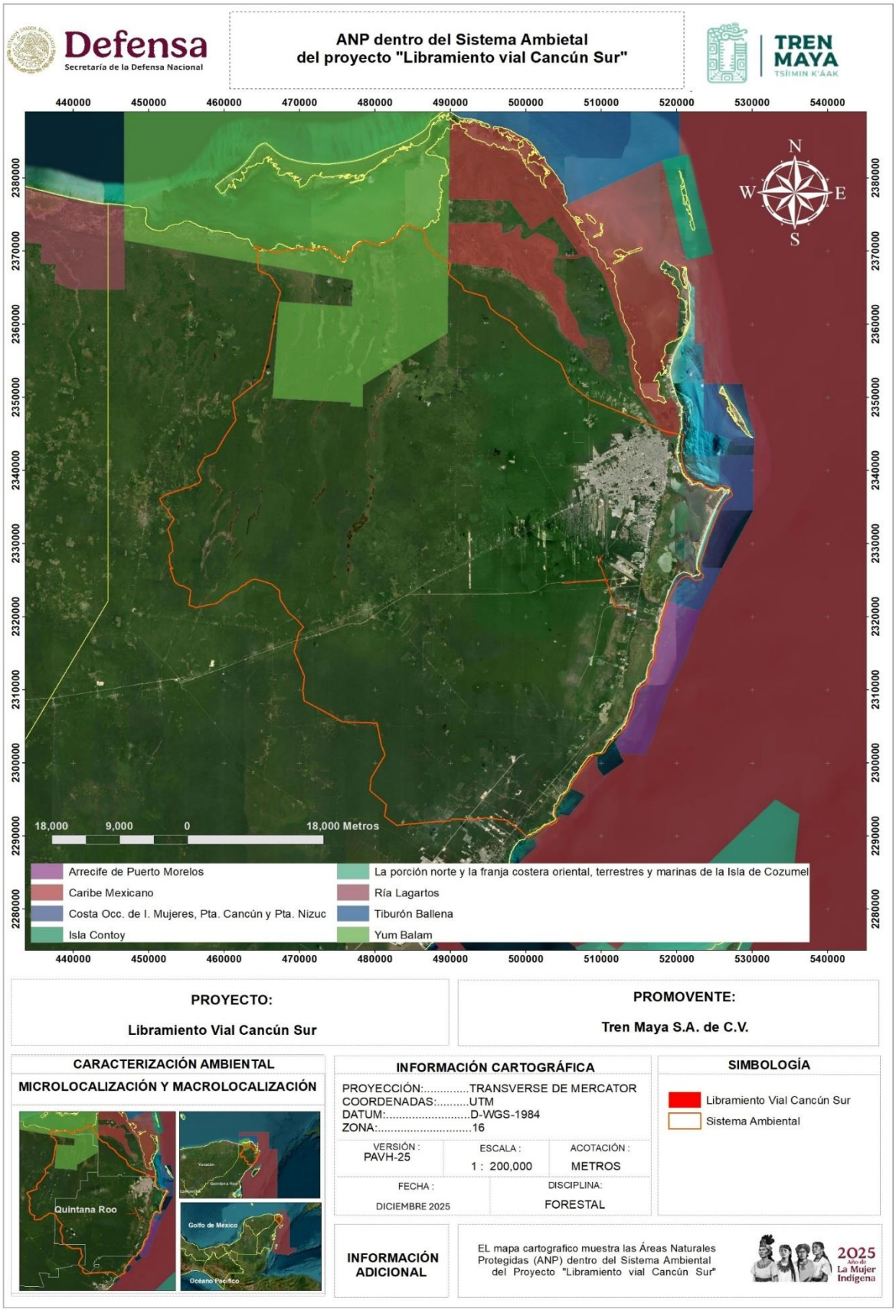


Figura III.3: Áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto.

III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) fue creado como una iniciativa conjunta entre la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Este programa comenzó con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA), y su principal objetivo fue establecer una red regional de áreas clave destinadas a la conservación de las aves y sus hábitats, promoviendo la protección de especies en peligro y la preservación de ecosistemas esenciales para su supervivencia.

El proyecto en cuestión se encuentra ubicado en las inmediaciones del AICA denominado "Corredor Central Vallarta – Punta Laguna", una de las áreas identificadas como fundamentales para la protección de la biodiversidad aviar. Dado que esta región es un corredor ecológico de gran relevancia, el proyecto se diseñará con un enfoque que asegure la armonía con los objetivos de conservación del AICA. Esto incluye la adopción de medidas para minimizar los impactos negativos sobre las especies de aves y sus hábitats, como la preservación de corredores biológicos, la protección de la vegetación nativa y la implementación de estrategias de monitoreo para evaluar posibles afectaciones.

Tabla III.34: Descripción de AICA Corredor Central Vallarta – Punta Laguna.

CORREDOR CENTRAL VALLARTA – PUNTA LAGUNA	
Estado: Quintana Roo	
EBAS: ND RPCM: no está incluida en ninguna. **RPCMKEY AREA:** ND	
Superficie: 176,424.84 Ha**. Plan de manejo:** no	
Tenencia de la Tierra: Ejidal y privada	
Uso de la tierra y cobertura: Ganadería Forestal Turismo Conservación/sin decreto Agricultura	
Amenazas: Deforestación	

Consulta Pública

Agricultura Ganadería Turismo Introducción de especies exóticas
Descripción: Es una zona de remanentes de selvas medianas subperennifolias y Akalchés (selvas inundables) continuos. Es el área más norteña de ocurrencia de especies incluidas en la NOM-059 y CIPAMEX con registros recientes, como *Ciccaba nigrolineata*.
Justificación: Funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. La porción más occidental de este tipo de vegetación funciona como reserva ejidal reconocida regionalmente y está propuesta para ser incluida en el SINAP. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna). Actualmente se llevan a cabo estudios de comportamiento en el área.
Vegetación: De acuerdo a Rzedowski (1970): (a), b, en parte la j y la k. Bosque tropical perennifolio, subcaducifolio
Categorías a las que aplica: G-2 *Icterus auratus, Agriocharis ocellata, Amazona xantholora.* MEX-1 *Sarcoramphus papa, Amazona xantholora, Geranospiza caerulescens, Dendrocyncla anabatina.*

Consulta Pública

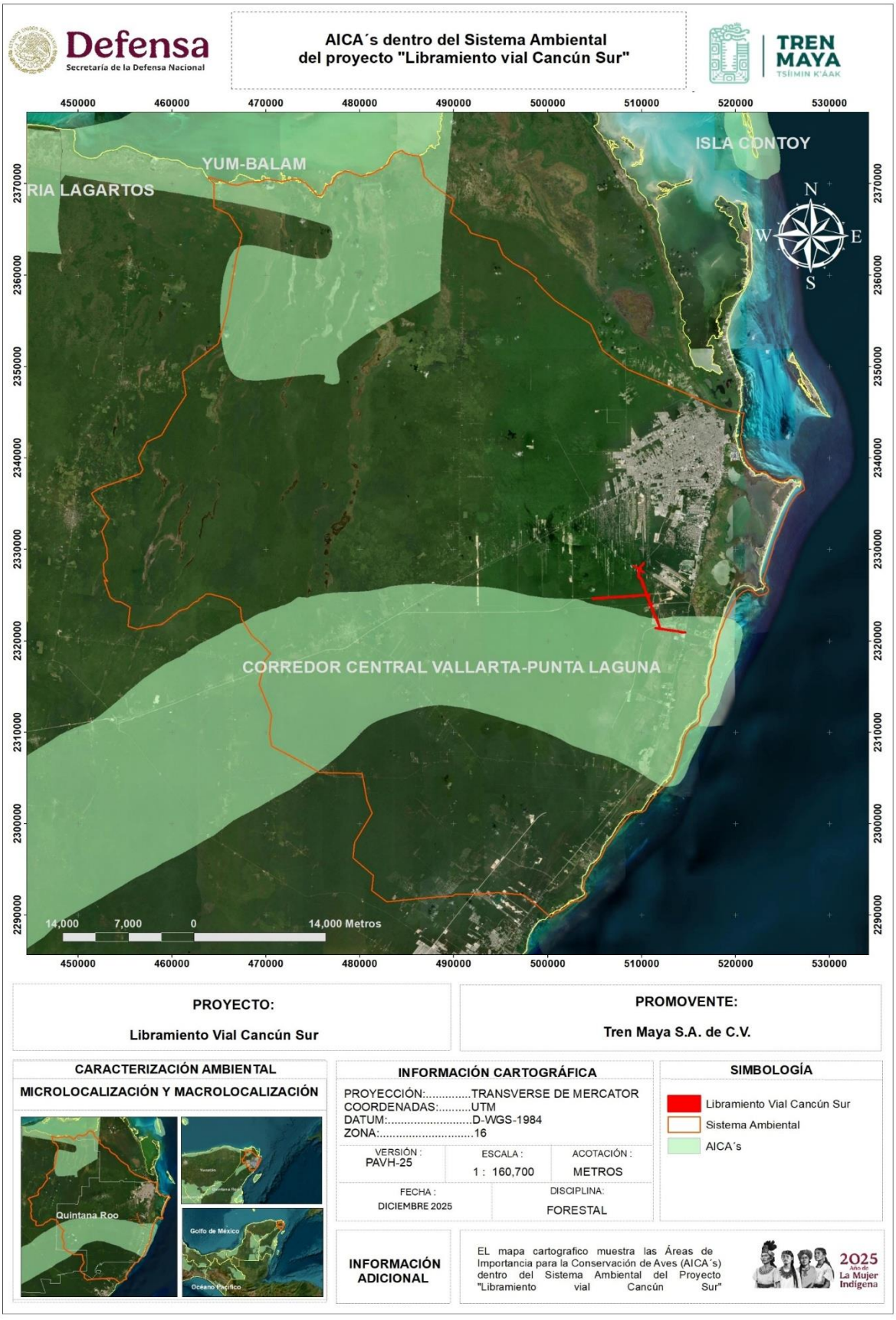


Figura III.4: Criterios aplicables al AICA Corredor Vallarta - Punta Laguna.

Vinculación.

Las acciones generadas por la rehabilitación y ampliación del proyecto no infringen los objetivos del AICA en cuestión. Sin embargo, las preocupaciones persisten debido a los impactos sobre la fauna, en particular la pérdida de hábitat y el desplazamiento debido a las acciones humanas, el tránsito de vehículos, maquinaria y el ruido. Es importante destacar que las actividades del proyecto se restringen al área delimitada y a vialidades ya existentes específicas, y se implementan acciones y programas de mitigación que permiten el desarrollo del proyecto conforme a la normativa ambiental. Por lo tanto, los impactos sobre la fauna local se minimizan.

Tabla III.35: Vinculación Sitios AICA.

CATEGORÍA	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	**MEX-1** El sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del país como amenazada, en peligro o vulnerable.	En la ejecución del proyecto se realizará la sensibilización y educación ambiental enfocado en el personal involucrado. Se realizarán acciones de concientización para destacar la relevancia de la fauna silvestre en los ecosistemas. En este contexto, se dará especial énfasis a la implementación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, el cual establece procedimientos detallados y protocolos diseñados para proteger a los ejemplares durante las actividades del proyecto.
2	**G-2** El sitio mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución restringida (menor a 50 000 km^2) (EBA).	Todas las actividades relacionadas con el impacto ambiental se limitan exclusivamente al predio destinado para el desarrollo del proyecto.

III.4.3 Sitios RAMSAR

Un sitio Ramsar es un humedal designado como de importancia internacional bajo el Convenio de Ramsar. Su objetivo principal es la conservación y el uso sostenible de los humedales en todo el mundo. Así mismo, se describe a un humedal como un ecosistema que está temporal o permanentemente inundado de agua, ya sea dulce, salada o salobre y que es crítico para la biodiversidad y el bienestar humano. Los humedales incluyen áreas como pantanos, marismas, lagos, ríos, estuarios y manglares.

Consulta Pública

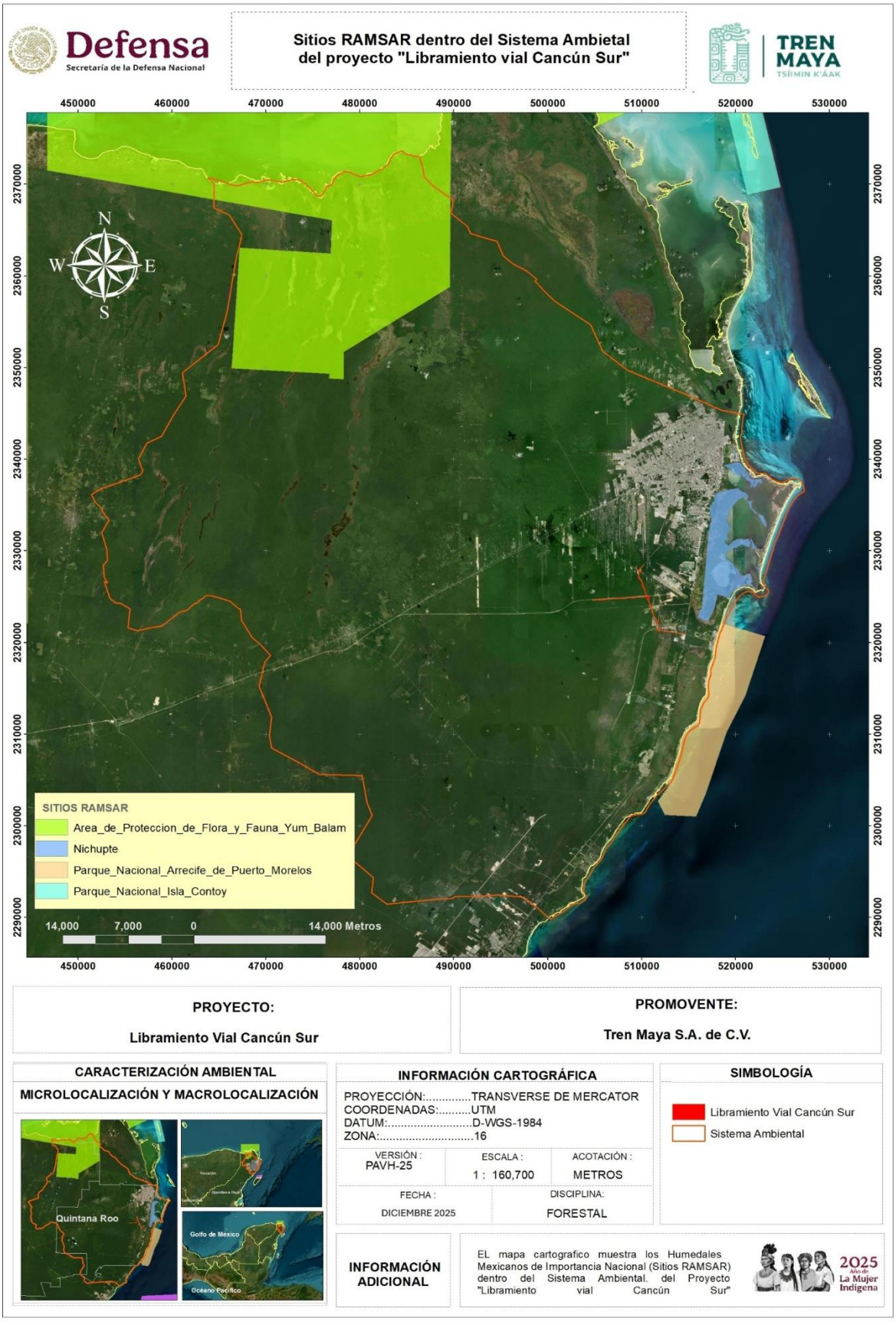


Figura III.5: Localización del Proyecto respecto a Sitios RAMSAR.

De acuerdo con el análisis geoespacial realizado, se determinó que el proyecto no tiene incidencia directa en ninguna zona designada como Sitio RAMSAR. Sin embargo, se identificó la proximidad de tres importantes áreas de conservación al este del sitio del proyecto: el "Parque Nacional Isla Contoy", ubicado aproximadamente a 4.5 kilómetros; el "Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos", situado a una distancia aproximada de 6.8 kilómetros; y el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, localizada a unos 6 kilómetros. Estas áreas representan ecosistemas de gran valor ecológico y biodiversidad que podrían influir en la dinámica ambiental de la zona del proyecto.

En este contexto, y reconociendo la relevancia de las especies que habitan tanto en el área del proyecto como en las áreas protegidas cercanas, se implementará el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Este programa se enfocará en dar especial atención a aquellas especies cuya distribución pudiera converger entre el área del proyecto y las mencionadas zonas de conservación. Las acciones del programa incluirán la identificación de especies presentes, su manejo adecuado y el traslado seguro a hábitats que garanticen su bienestar y preservación.

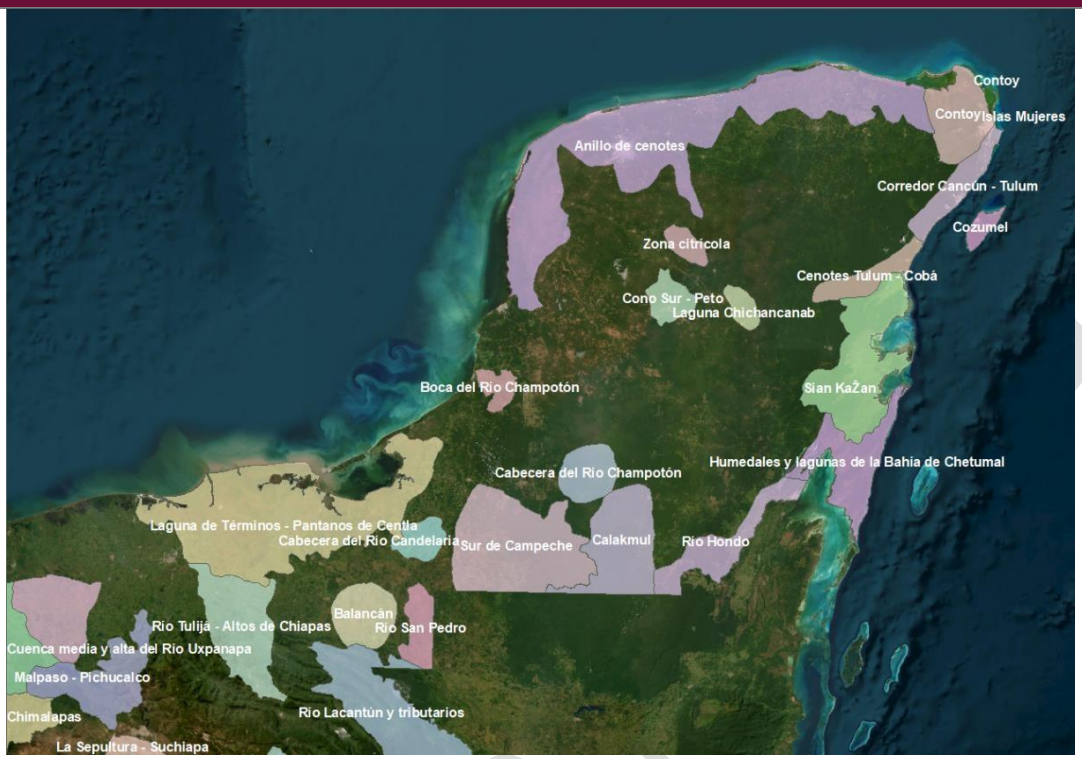
III.4.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En mayo de 1998, la CONABIO lanzó el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias con el fin de diagnosticar las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, tomando en cuenta la biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas. Este diagnóstico busca establecer un marco de referencia para que distintos sectores desarrollen planes de investigación, conservación y uso sostenible. Este programa, junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias, forma parte de las estrategias de la CONABIO para promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad en México a nivel nacional. Se identificaron 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) en todo el país debido a su biodiversidad. De estas, 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas con alta riqueza biológica y potencial de conservación; dentro de estas categorías, 75 áreas presentaron alguna amenaza. Además, se identificaron 29 áreas biológicamente importantes que carecen de suficiente información científica sobre su biodiversidad.

El Proyecto se encuentra dentro de la RHP "Corredor Cancún – Tulum".

Consulta Pública

Tabla III.36: Características del Corredor Cancún-Tulum.

CORREDOR CANCÚN– TULUM		
		
Estado(s): Quintana Roo	**Extensión:** 1,715 km^2.	
Polígono:	**Latitud 21°10'48'' - 20°20'24'' N.**	**Longitud 87°28'12'' - 86°44'24'' W.**
Recursos hídricos principales:	**Lénticos**: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales.	**Lóticos:** aguas subterráneas.
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.	
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1,000 -2 ,000 mm.	
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha.	
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria.	
Problemática:	Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas	

Consulta

CORREDOR CANCÚN– TULUM	
	inundables y formación de canales.
Contaminación:	Aguas residuales y desechos sólidos.
Uso de recursos:	Pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de *Cocos nucifera* (Cocotero)
Conservación:	Se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.
Vinculación:	Frente a estas problemáticas, el proyecto no guarda relación directa con asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado, perturbación por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado, uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies, actividad turística, pesquera y pecuaria, cacería furtiva, saqueo de nidos de tortuga, perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales, pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de *Cocos nucifera*. En lo que corresponde a la Libramiento Vial Cancún Sur, se examina con detenimiento lo correspondiente a los impactos ambientales que el proyecto pudiera llegar a generar, en el contexto de los factores y la calidad ambiental.

Consulta Pública

Tabla III.37: Resumen vinculación

CORREDOR CANCÚN – TULUM	
Conservación:	Es necesario restaurar la vegetación, detener la contaminación de los acuíferos y tratar las aguas residuales.

CORREDOR CANCÚN – TULUM	
Vinculación:	El presente estudio permite examinar los impactos ambientales que el proyecto podría generar o agravar, considerando los factores y la calidad ambiental de la cuenca hidrográfica. El proyecto no tiene ninguna relación directa con varios factores de impacto ambiental y social. Estos factores incluyen asentamientos irregulares, sobrepastoreo de ganado, perturbaciones por ciclones, incendios no controlados, explotación forestal, pesca sin manejo adecuado, uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. El proyecto incorpora medidas específicas para garantizar la conservación de la biodiversidad, incluyendo la aplicación de un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**. Este programa será implementado con el objetivo de preservar las especies vegetales que se encuentren en el área del proyecto, priorizando aquellas que tengan un alto valor ecológico o que pertenezcan a categorías de protección especial. Durante su ejecución, se llevará a cabo el rescate de las especies afectadas, las cuales serán trasladadas a sitios previamente seleccionados (Vivero temporal) y posteriormente a las zonas de reubicación que ofrezcan condiciones óptimas para su supervivencia y desarrollo. Estas acciones estarán supervisadas por especialistas en botánica y conservación, asegurando el cumplimiento de los estándares ambientales y la adecuada reubicación de la flora. Cabe destacar que el proyecto no está vinculado a actividades que puedan generar impactos negativos adicionales en el entorno natural, tales como las relacionadas con el turismo, la pesca, la ganadería o la explotación de recursos. Asimismo, se excluye cualquier tipo de práctica ilícita, como la caza furtiva En el desarrollo del presente estudio se profundizo en este análisis para identificar medidas que mitiguen cualquier posible efecto negativo. Al entender a fondo las características ambientales de la región, podemos planificar de manera sostenible y proteger los valiosos ecosistemas que alberga. Esto no solo beneficia al medio ambiente, sino que también promueve un desarrollo armonioso en la zona.

III.4.5 Regiones marítimas prioritarias (RMP)

La vasta extensión de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las cuales su conocimiento y la información disponible suelen ser escasos y fragmentados. No obstante, la compleja dependencia del ser humano de estos recursos y la conciencia de

Consulta Pública

que están siendo significativamente impactados por actividades antrópicas han suscitado la necesidad de profundizar el conocimiento sobre el medio marino en todos los niveles, a fin de emprender acciones dirigidas a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

La planificación para la conservación de la biodiversidad marina es esencial, dado que los ambientes costeros, oceánicos e insulares constituyen un componente crucial de la megadiversidad de México. Estos ecosistemas son de vital importancia, ya que albergan una gran cantidad de especies endémicas y de amplia distribución, y simultáneamente representan sitios esenciales para la reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias. Debido a las marcadas diferencias en el conocimiento y la disponibilidad de información sobre la biodiversidad de las diversas regiones marinas de México, se decidió recurrir a la opinión de expertos para identificar los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina, que incluyen costas, océanos e islas.

Consulta Pública

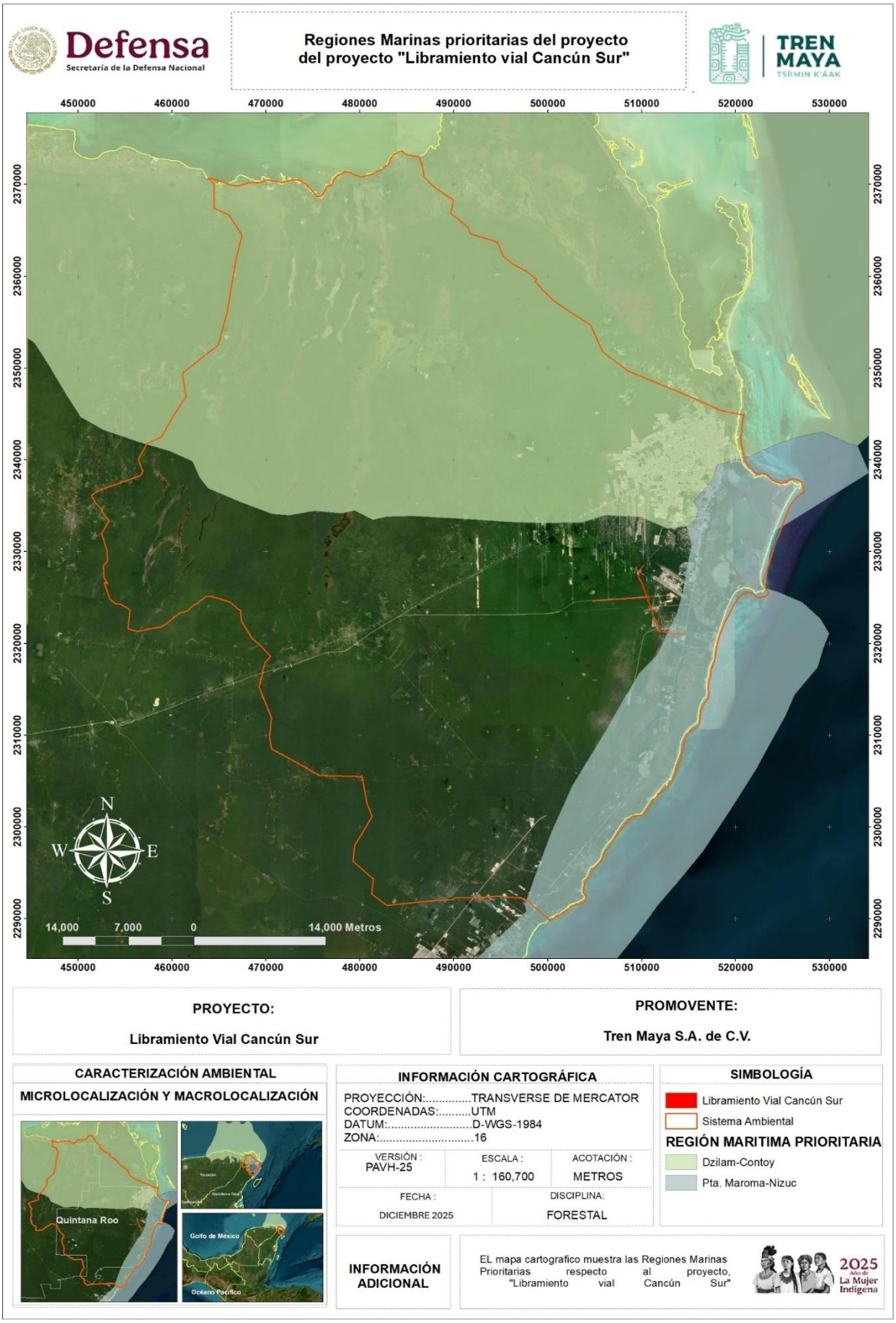


Figura III.6: Regiones Marítimas Prioritarias.

Como se observa en el mapa de la Figura anterior, el área del proyecto coincide dentro de RMP denominada “Pta. Maroma-Nizuc”

III.5 Conclusiones

Como resultado del análisis e información presentada en este documento, que abarca la normativa federal, estatal y municipal, y su relación con el proyecto “**Libramiento Vial Cancún Sur”**, y considerando las obligaciones ambientales legales derivadas de los ordenamientos previamente analizados, se concluye que el proyecto es viable mediante la implementación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, así como la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones requeridos para su operación y el cumplimiento de sus términos y condicionante.

Para garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y ambientales, se resumen las estrategias vinculativas a ejecutar:

- Las actividades del proyecto incluirán la implementación de programas específicos para la prevención y mitigación de impactos ambientales. Estos programas abordarán aspectos como la protección de la flora y fauna local, la gestión de residuos, y la prevención de la contaminación de cuerpos de agua y suelos.
- Se deberán gestionar y obtener todos los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones requeridos por las autoridades competentes. Estos documentos asegurarán que el proyecto cumpla con todas las normativas vigentes y se desarrolle de acuerdo con los estándares legales.
- Se establecerá un sistema de monitoreo y evaluación continua de las actividades del proyecto para asegurar el cumplimiento de las medidas ambientales implementadas. Esto incluirá la realización de auditorías ambientales periódicas y la presentación de informes a las autoridades correspondientes, a través de un programa de **Plan de Vigilancia Ambiental**.

Consulta Pública

III.6 Referencias Bibliográficas

- Ayuntamiento de Benito Juárez; Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Decreto POEL MBJ). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, Tomo I, Núm. 19 Extraordinario. http://bitacora-ambiental.semaqroo.gob.mx/images/decretos/Decreto_POEL_MBJ_2014.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1972). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. (última reforma DOF 16-02-2018). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma DOF 01-02-2024). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley de Aguas Nacionales (última reforma DOF 08-05-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2000). Ley General de Vida Silvestre (última reforma DOF 20-05-2021. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (última reforma DOF 08-05-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2013). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (última reforma DOF 20-05-2021). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2016). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial de la Federación. https://siga.jalisco.gob.mx/CEOTDU/Info/Legislacion_/LGAHOTDU.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (última reforma DOF 01-04-2024). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf
- CIPAMEX & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.). *AICA – Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf*
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO. (2023). *Regiones hidrológicas prioritarias de México.* Biodiversidad Mexicana.

Consulta Pública

https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023). *Regiones marinas prioritarias de México.* Biodiversidad Mexicana. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2013). Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo (Decreto 269, Xlll Legislatura; publicada en el Periódico Oficial del Estado el 30 de abril de 2013). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/administrativo/ley120/L1320130430269.perdón
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2013). Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo (Decreto 131, Xlll Legislatura; publicada en el Periódico Oficial del Estado). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L1320120925131.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2013). Ley Forestal del Estado de Quintana Roo (Decreto 206, Xlll Legislatura; publicada en el Periódico Oficial del Estado el 19 de agosto de 2013). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L62-XIII-20130819-306.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2014). Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo (Decreto 258, Xl Legislatura; última reforma publicada en el Periódico Oficial el 30 de marzo de 2015). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/administrativo/ley082/L1420140330258.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2015). Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. (Decreto No.121, XVlll Legislatura). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L176-XVIII-20250508-CN1820250508121.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2024). Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (Decreto 001, XVlll Legislatura; publicado en el Periódico Oficial el 2 de octubre de 2024). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L22-XVIII-20241002-L1820241002001-Ley-de-equilibrio-ecologico-MOD.pdf
- Secretaría de la Convención de Ramsar sobre Humedales. (s.f.) *Servicio de Información sobre Sitios Ramsar (RSIS). https://rsis.ramsar.org/es*
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT). Diario Oficial de la Federación, 6 de abril de 2022. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5652649&fecha=06/04/2022

Consulta Pública

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279084&fecha=24/11/2012

Secretaría de Salud. (s.f.). Normas oficiales mexicanas. https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo IV: Descripción del Sistema Ambiental y Señalamientos de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

Del Proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Con pretendida ubicación en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo.

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 9

IV.1 Delimitación del área de influencia. 9
IV.1.1 Metodología de la delimitación del Área de Influencia. 9

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental 13
IV.2.1 Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental (SA). 15
IV.2.2 Argumentos Básicos para Delimitación del SA. 17
IV.2.3 Análisis y delimitación del SA. 20
IV.2.4 Delimitación. 27

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental. 49
IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA. 50
IV.3.1.1 Medio abiótico. 50
IV.3.1.2 Medio biótico. 78
IV.3.1.3 Medio socioeconómico 208
IV.3.1.4 Paisaje 227

IV.4 Diagnóstico ambiental 232

IV.5 Conclusiones 246

IV.6 Bibliografía 247

Consulta Pública

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1: Criterios de Selección del Área de Influencia del proyecto. 9
Tabla IV.2: Características físicas que permitieron obtener las unidades de paisaje circundantes al proyecto. 17
Tabla IV.3: Tipos de suelos dentro del Sistema Ambiental. 33
Tabla IV.4: Geología en el Sistema Ambiental. 35
Tabla IV.5: Áreas Naturales Protegidas (ANP), dentro del Sistema Ambiental. 39
Tabla IV.6: Sitios Ramsar, dentro del Sistema Ambiental. 41
Tabla IV.7: Climas dentro del SA. 51
Tabla IV.8: Temperatura media normal promedio de la estación climatológica Estación Cancún - 23155. 53
Tabla IV.9: Precipitación normal mensual. 54
Tabla IV.10: Evapotranspiración normal de la estación climatológica Estación Cancún - 23155. 56
Tabla IV.11: Superficie por tipo de roca en SA. 63
Tabla IV.12: Tipos de Suelo en el Sistema Ambiental. 69
Tabla IV.13: Resumen tipos de Suelo en el Sistema Ambiental. 70
Tabla IV.14: Contaminantes monitoreados por el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA YUCATÁN). 78
Tabla IV.15: Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la SA. 80
Tabla IV.16: Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la AP. 88
Tabla IV.17: Coordenadas de los vértices de los sitios de muestreo del SA en formato WGS84-UTM.98
Tabla IV.18: Coordenadas de los vértices de los sitios de muestreo del AP en formato WGS84-UTM.99
Tabla IV.19: Listado Florístico (Familias, Generos, Especies) SA. 108
Tabla IV.20: Listado Florístico (Familias, Generos, Especies) AP. 108
Tabla IV.21: Riqueza arbórea en el SA. 111
Tabla IV.22: Riqueza arbórea en el AP. 111
Tabla IV.23: Riqueza arbustiva en el SA. 113
Tabla IV.24: Riqueza arbustiva en el AP. 113
Tabla IV.25: Riqueza estrato herbáceas en el SA. 116
Tabla IV.26: Riqueza estrato herbáceas en el AP. 116
Tabla IV.27: Riqueza estrato epífitas/trepadoras en el SA. 117
Tabla IV.28: Riqueza estrato epífitas/trepadoras en el AP. 117
Tabla IV.29: Índices de diversidad por estrato. 118
Tabla IV.30: Índices de diversidad por estrato. 118
Tabla IV.31: Valor de Importancia IVIE estrato arbóreo. 124
Tabla IV.32: Valor de Importancia IVIE estrato arbóreo. 124
Tabla IV.33: Valor de Importancia IVIE estrato arbustivo. 126
Tabla IV.34: Valor de Importancia IVIE estrato arbustivo. 126
Tabla IV.35: Valor de Importancia IVIE estrato herbáceo. 128
Tabla IV.36: Valor de Importancia IVIE estrato herbáceo. 128
Tabla IV.37: Valor de Importancia IVIE estrato epífito/trepador. 129
Tabla IV.38: Valor de Importancia IVIE estrato epífito/trepador. 129
Tabla IV.39: Variables altura y diámetros estrato arbóreo. 131

Consulta Pública

Tabla IV.40: Variables dasométricas estrato árboreo SA. 131
Tabla IV.41: Variables altura y diámetros estrato arbóreo. 131
Tabla IV.42: Variables dasométricas estrato árboreo AP. 131
Tabla IV.43: Variables altura y diámetros estrato arbustivo. 135
Tabla IV.44: Variables dasométricas estrato arbustivo SA. 135
Tabla IV.45: Variables altura y diámetros estrato arbustivo. 135
Tabla IV.46: Variables dasométricas estrato arbustivo AP. 135
Tabla IV.47: Variables altura y diámetros estrato herbáceo. 137
Tabla IV.48: Variables dasométricas estrato herbáceo SA. 137
Tabla IV.49: Variables altura y diámetros estrato herbáceo. 137
Tabla IV.50: Variables dasometricas estrato herbáceo AP. 137
Tabla IV.51: Variables altura y diámetros estrato epífito-trepador. 138
Tabla IV.52: Variables dasométricas estrato epífito-trepador del SA. 138
Tabla IV.53: Variables altura y diámetros estrato epífito-trepador. 138
Tabla IV.54: Variables dasométricas estrato epífito-trepador del AP. 138
Tabla IV.55: Listado florístico de las especies en el SA. 141
Tabla IV.56: Listado de especies SA con respecto a su endemismo y estado de protección. 146
Tabla IV.57: Listado de especies AP con respecto a su endemismo y estado de protección. 149
Tabla IV.58: Esfuerzo de muestreo realizado durante los trabajos de campo (horas/hombre) por temporadas para anfibios y reptiles SA 167
Tabla IV.59: Esfuerzo de muestreo por temporadas (horas/hombre) para anfibios y reptiles AP. 167
Tabla IV.60: Vértices de los sitios de muestreo del SA. Formato UTM WGS84. 169
Tabla IV.61: Vértices de los sitios de muestreo intensivo de fauna del AP. Formato UTM WGS84. 169
Tabla IV.62: Índices de diversidad para los grupos faunísticos. 185
Tabla IV.63: Índices de diversidad para los grupos faunísticos. 185
Tabla IV.64: Especies dentro de la NOM-059 SA. 187
Tabla IV.65: Especies dentro de la NOM-059 AP. 188
Tabla IV.66: Listado faunístico de las especies en el SA. 189
Tabla IV.67: Listado faunístico de las especies en el AP. 198
Tabla IV.68: Demografía del Municipio Benito Juárez. 209
Tabla IV.69: Demografía del Municipio de Puerto Morelos. 213
Tabla IV.70: Demografía del Municipio de Solidaridad. 216
Tabla IV.71: Demografía del Municipio de Lázaro Cárdenas. 220
Tabla IV.72: Demografía del Municipio de Isla Mujeres. 223
Tabla IV.73: Calidad Intrínseca del relieve. 229
Tabla IV.74: Análisis de la Calidad visual intrínseca de vegetación. 229
Tabla IV.75: Presencia de Cuerpos de Agua en el Sistema Ambiental. 230
Tabla IV.76: Valores de índices de calidad visual de la presencia de elementos artificiales. 231
Tabla IV.77: Categorización de la Calidad Visual Intrínseca (Rango de Valor). 231
Tabla IV.78: Indicadores medibles y cuantificables en el sitio del Proyecto y en el SA. 233
Tabla IV.79: Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la SA. 236
Tabla IV.80: Indicadores que fueron tomados como relevantes a lo largo del estudio para la evaluación de los impactos ambientales y para determinar la calidad ambiental. 240
Tabla IV.81: Nivel de degradación del SA (Escala de degradación). 243

Consulta Pública

Tabla IV.82: Nivel de degradación del SA (Escala de tolerancia). 243
Tabla IV.83: Estado de conservación y deterioro del SA. 244

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1: Área de Influencia del Proyecto (AI). 12
Figura IV.2: Ordenamiento Ecológico del Territorio sobre el Área del Proyecto. 22
Figura IV.3: Delimitación física del Área del Proyecto. 24
Figura IV.4: Sistema Ambiental (SA). 29
Figura IV.5: Sistema Ambiental dentro del POEGT. 30
Figura IV.6: Sistema ambiental dentro de las Regiones Marítimas Prioritarias, el proyecto únicamente presenta incidencia con la región Pta. Maroma-Nizuc. 31
Figura IV.7: AP respecto al POEL Municipal Benito Juárez 32
Figura IV.8: Edafología dentro del Sistema Ambiental. 34
Figura IV.9: Geología del Sistema Ambiental del Proyecto. 36
Figura IV.10: Mapa de ubicación del proyecto. 37
Figura IV.11: Mapa cartográfico de Límites político administrativos del Sistema Ambiental. 38
Figura IV.12: Áreas Naturales Protegidas (ANP), dentro del Sistema Ambiental. 40
Figura IV.13: Sitios Ramsar, dentro del Sistema Ambiental. 41
Figura IV.14: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), dentro del Sistema Ambiental. 42
Figura IV.15: Uso de Suelo y Vegetación dentro del Sistema Ambiental. 44
Figura IV.16: Sistema Ambiental con respecto a la Cuenca Hidrográfica. 46
Figura IV.17: Sistema Ambiental respecto a la Subcuenca-Hidrográfica. 48
Figura IV.18: Climas dentro del SA. 52
Figura IV.19: Temperatura media normal. 53
Figura IV.20: Precipitación anual. 54
Figura IV.21: Precipitación en el Sistema Ambiental. 55
Figura IV.22: Evaporación en el SA. 56
Figura IV.23: Riesgo por sequía en el Sistema Ambiental. 58
Figura IV.24: Riesgo por Ciclones Tropicales en el Sistema Ambiental. 60
Figura IV.25: Litología, en el entorno geológico de la Península de Yucatán. 62
Figura IV.26: Riesgo por sismicidad en el Sistema Ambiental. 68
Figura IV.27: Mapa de grupos edafológicos en el SA. 72
Figura IV.28: Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental. 83
Figura IV.29: Uso de Suelo y Vegetación en el Área del Proyecto. 89
Figura IV.30: Diagrama del sitio de muestreo empleado. 94
Figura IV.31: Distribución de sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental (SA). 101
Figura IV.32: Distribución de sitios de muestreo dentro del Área del Proyecto (AP). 102
Figura IV.33: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del SA. 104
Figura IV.34: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del AP. 105
Figura IV.35: Representación grafica, Listado Floristico (Familias, Generos, Especies) SA 110

Consulta Pública

Figura IV.36: Representación gráfica, Listado Floristico (Familias, Generos, Especies) AP. 110
Figura IV.37: Representación gráfica, Riqueza arbórea en el SA. 113
Figura IV.38: Representación gráfica, riqueza arbórea en el AP. 112
Figura IV.39: Representación gráfica, riqueza arbustiva en el SA. 114
Figura IV.40: Representación gráfica, riqueza arbustiva en el AP. 115
Figura IV.41: Representación gráfica, riqueza estrato herbáceas en el SA. 116
Figura IV.42: Representación gráfica, riqueza estrato herbáceas en el AP. 116
Figura IV.43: Representación gráfica, riqueza estrato epífitas/trepadoras en el SA. 118
Figura IV.44: Representación gráfica, riqueza estrato epífitas/trepadoras en el AP. 118
Figura IV.45: Representación gráfica diversidad alfa. 119
Figura IV.46: Riqueza en el SA. 120
Figura IV.47: No de individuos en el SA. 120
Figura IV.48: Índice de equidad Shannon-Wiener H´en el SA. 121
Figura IV.49: Índice H´MAX, en el SA. 122
Figura IV.50: Índice de Dominancia en el SA. 122
Figura IV.51: Índice de equitatividad en el SA. 123
Figura IV.52: Representación gráfica diversidad alfa. 119
Figura IV.53: Riqueza en el AP. 120
Figura IV.54: No de individuos en el AP. 120
Figura IV.55: Índice de equidad Shannon-Wiener H´en el AP. 121
Figura IV.56: Índice H´MAX, en el AP. 122
Figura IV.57: Índice de Dominancia en el AP. 122
Figura IV.58: Índice de equitatividad en el SA. 123
Figura IV.59: Distribución de la especie *Coulteria mollis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 152
Figura IV.60: Imagen representativa de la especie *Coulteria mollis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 153
Figura IV.61: Distribución de la especie *Cascabela gaumeri*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 153
Figura IV.62: Imagen representativa de la especie *Cascabela gaumeri*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 154
Figura IV.63: Distribución de la especie *Cosmocalyx spectabilis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 154
Figura IV.64: Distribución de la especie Diphysa yucatanensis, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 155
Figura IV.65: Imagen representativa de la especie *Diphysa yucatanensis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 155
Figura IV.66: Distribución de la especie *Hyptis suaveolens*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 156
Figura IV.67: Imagen representativa de la especie *Hyptis suaveolens*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 156
Figura IV.68: Distribución de la especie *Myrmecophila galeottiana*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 157

Consulta Pública

Figura IV.69: Imagen representativa de la especie Myrmecophila galeottiana, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 157
Figura IV.70: Distribución de la especie *Nectandra salicifolia*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 158
Figura IV.71: Imagen representativa de la especie *Nectandra salicifolia*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 158
Figura IV.72: Distribución de la especie *Pouteria reticulata*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 159
Figura IV.73: Imagen representativa de la especie *Pouteria reticulata*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 159
Figura IV.74: Distribución de la especie *Rhyncholaelia digbyana*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 160
Figura IV.75: Imagen representativa de la especie *Rhyncholaelia digbyana*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 160
Figura IV.76: Distribución de la especie *Vitex gaumeri*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 161
Figura IV.77: Imagen representativa de la especie Vitex gaumeri, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 161
Figura IV.78: Ejemplo del uso de lazadas para atrapar lagartijas. 166
Figura IV.79: Algunas herramientas utilizadas para realizar la búsqueda activa. 166
Figura IV.80: Mapa de ubicación de sitios de muestreo dentro del SA. 171
Figura IV.81: Mapa de ubicación de sitios de muestreo dentro del AP. 172
Figura IV.82: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del SA. 176
Figura IV.83: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del AP. 177
Figura IV.84: Abundancia absoluta por grupo faunístico en el SA. 178
Figura IV.85: Resumen gráfico abundancia absoluta de anfibios. 179
Figura IV.86: Resumen gráfico abundancia absoluta de aves. 181
Figura IV.87: Resumen gráfico abundancia absoluta de mamíferos. 183
Figura IV.88: Abundancia absoluta por grupo faunístico en el SA. 178
Figura IV.89: Resumen grafico abundancia absoluta de anfibios. 179
Figura IV.90: Resumen grafico abundancia absoluta de aves. 181
Figura IV.92: Resumen gráfico abundancia absoluta de mamíferos. 182
Figura IV.92: Resumen gráfico abundancia absoluta de reptiles. 183
Figura IV.93: Distribución de la especie *Hemidactylus frenatus* (Gecko Casero Tropical), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 202
Figura IV.94: Distribución de la especie *Tlacuatzin gaumeri* (Tlacuachín), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 203
Figura IV.95: Distribución de la especie *Bolitoglossa yucatana* (Salamandra yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 203
Figura IV.96: Distribución de la especie *Kinosternon creaseri* (Tortuga de pantano yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 204

Consulta Pública

Figura IV.97: Distribución de la especie *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa de Cozumel), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 204
Figura IV.98: Distribución de la especie *Porthidium yucatanicum* (Nauyaca nariz de cerdo yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 205
Figura IV.99: Distribución de la especie *Melanoptila glabrirostris* (Cuitlacoche Negro), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 205
Figura IV.100: Distribución de la especie *Coniophanes meridanus* (Culebra sin rayas peninsular), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 206
Figura IV.101: Distribución de la especie *Craugastor yucatanensis* (Rana ladradora yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto 206
Figura IV.102: Distribución de la población analfabeta. 210

Consulta Pública

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 Delimitación del área de influencia.

IV.1.1 Metodología de la delimitación del Área de Influencia.

Para definir el área de afectación, se tomaron en cuenta los antecedentes de la investigación de la ecología de caminos (Road Ecology), la cual ha sido ampliamente documentada por varios autores (Forman et al., 2003; Bennett, 2017). Esta rama de la ecología se centra en entender cómo las carreteras y otras infraestructuras lineales influyen en los patrones de movimiento de la fauna, la dinámica de las poblaciones y la integridad de los ecosistemas.

Según Juárez-Palacios, Chacón-Hernández, Pasquetti-Hernández, Alafita-Vazquez y Rojas-Galaviz (2006), la delimitación del sistema ambiental incluye tanto la Zona de Influencia Directa (ZID) como la Zona de Influencia Indirecta (ZII). Esta unidad de análisis se delimita tomando en cuenta las características del proyecto y los posibles impactos a generar. Este enfoque ayuda a identificar y evaluar los efectos directos e indirectos de las acciones del proyecto sobre los factores ambientales.

Pérez Maqueo (2003) destaca la importancia de realizar un análisis crítico de las manifestaciones de impacto ambiental, para asegurar que todos los posibles efectos sobre el medio ambiente sean considerados y adecuadamente gestionados. Según Conesa (2003), es fundamental utilizar metodologías como matrices de causa-efecto, listas de verificación y modelos de superposición cartográfica para identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales.

Tabla IV.1: Criterios de Selección del Área de Influencia del proyecto.

COMPONENTE	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA
Físico: Geología, geomorfología y calidad del suelo.	La metodología se define en función de un análisis exhaustivo de las áreas que podrían verse afectadas de manera directa por las actividades del proyecto. Este proceso incluirá la identificación de las partes interesadas y una evaluación detallada de sus necesidades y expectativas.
Físico: Ruido y Vibraciones.	El objetivo principal de este componente es asegurar que las emisiones de ruido y vibraciones generadas por las actividades del proyecto sean gestionadas de manera efectiva, minimizando su impacto sobre los

Consulta Pública

	receptores directos y sensibles y garantizando un entorno seguro y saludable para todas las partes involucradas.
Físico: Hidrología y Calidad del Agua.	El objetivo principal es asegurar una gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, minimizando los impactos adversos y protegiendo a los receptores sensibles al factor hídrico. Esta metodología permitirá asegurar que el proyecto se desarrolle en armonía con el medio ambiente y las comunidades locales.
Biótico: Flora y vegetación.	El objetivo principal es asegurar la protección y conservación de la flora y vegetación, garantizando que el desarrollo del proyecto no comprometa la integridad de los ecosistemas y que las áreas naturales sean gestionadas de manera sostenible.
Biótico: Fauna.	El objetivo principal es asegurar la protección y conservación de la fauna, garantizando que el desarrollo del proyecto no comprometa la integridad de los ecosistemas y que las áreas naturales sean gestionadas de manera sostenible: • Aspectos biológicos relacionadas con: zonas inundables, zonas de páramo, zonas de manglar, rutas migratorias, zonas de media y alta sensibilidad biótica (zonas con especies endémicas, especies en peligro de extinción, especies migratorias, zonas de saladeros, zonas de bebederos, zonas de comederos, sitios de anidación y reproducción), etc.
Social: Niveles de Integración Social.	La relación social directa entre el proyecto y el entorno social se da en al menos dos niveles de integración social, los cuales son cruciales para comprender los impactos y beneficios que el proyecto puede generar en la comunidad.

En particular, para este proyecto se definieron zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considera la posibilidad de presencia de fauna debido a la afinidad al hábitat que puedan ser fragmentados. Los ecosistemas frágiles también fueron identificados como áreas prioritarias para la evaluación, dado que son especialmente vulnerables a las perturbaciones (D'Amico et al., 2023). En las zonas con impacto humano previo, como áreas agrícolas o ganaderas, se evaluó la extensión de la afectación posible basándose en estudios que han demostrado que dichos paisajes pueden alterar significativamente los patrones ecológicos y las dinámicas de las especies (Forman, 1995).

El polígono preliminar de AI fue procesado en el sistema de información geográfica ArcMap 10.8 en DATUM D-WGS-1984 y proyección UTM Zona 16, por medio de la generación de un polígono búfer de 1,000 m. Esta distancia fue elegida basándose en la investigación de Forman et al. (1998), quienes identificaron que los efectos ecológicos de las carreteras pueden extenderse considerablemente más allá de los límites inmediatos de la infraestructura. Según sus estudios, esta distancia máxima arbitraria permite captar una

Consulta Pública

variedad de impactos, incluyendo la fragmentación del hábitat y los efectos sobre las poblaciones de fauna.

El polígono del **AI** con los criterios anteriores nos arrojó una superficie de **3852.849329 ha,** utilizando un buffer promedio **de 1,000 m.**

Coordenadas del polígono del AI del proyecto en el Anexo 1.

Consulta Pública

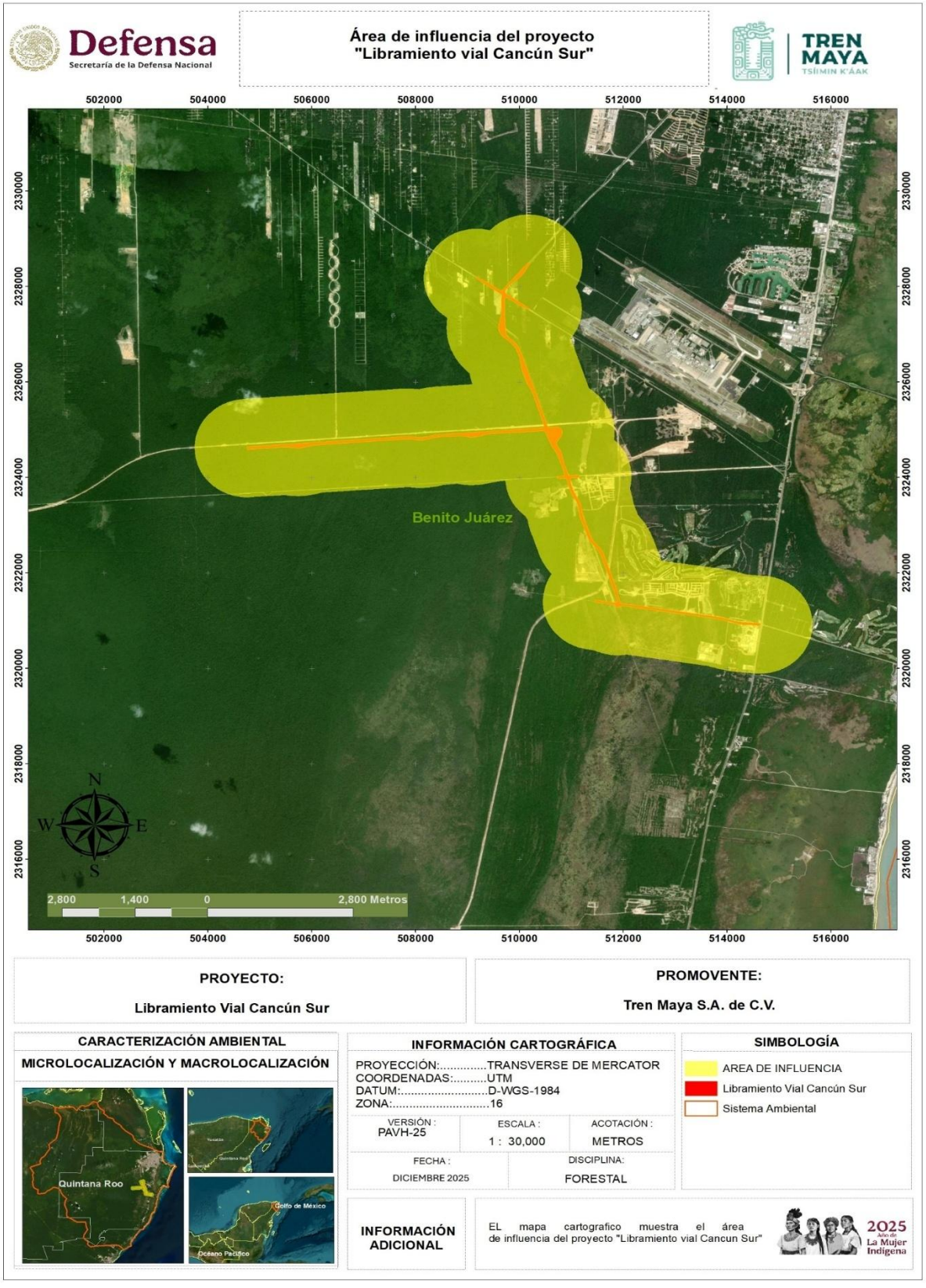


Figura IV.1: Área de Influencia del Proyecto (AI).

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) constituye un paso esencial dentro del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ya que permite identificar de manera integral las áreas que podrían verse afectadas directa o indirectamente por las actividades del proyecto (Juárez-Palacios, et al., 2006). Esta delimitación no se limita únicamente al polígono de intervención, sino que abarca un territorio más amplio que incluye componentes ecológicos, hidrológicos, sociales y paisajísticos interrelacionados, lo cual es indispensable para comprender la magnitud y distribución de los impactos ambientales.

Es importante destacar que esta delimitación no implica estrictamente que las medidas de mitigación deban ejecutarse dentro de sus límites, sino que su función principal es proporcionar un marco espacial y ecológico más amplio para el análisis, sin embargo, esta visión holística permite identificar zonas con mayor viabilidad ecológica para implementar acciones de compensación ambiental, especialmente en casos donde el área del proyecto carece de condiciones adecuadas para la restauración o reforestación efectiva (Bonilla, Monrós y Sasa, 2022). En este sentido, contar con un Sistema Ambiental amplio resulta ventajoso, ya que incrementa la superficie disponible para localizar áreas idóneas para la compensación, restauración y conservación ambiental. Esto no solo aumenta las posibilidades de encontrar sitios con alta conectividad ecológica y condiciones óptimas para la recuperación de la biodiversidad, sino que también permite planificar medidas más eficientes y sostenibles a largo plazo. Un SA de mayor extensión facilita el cumplimiento del principio de no pérdida neta de biodiversidad y favorece que las acciones compensatorias aporten un valor ambiental adicional.

Al contar con un SA bien definido, se facilita la identificación de sitios estratégicos para la compensación que aseguren la equivalencia ecológica entre los impactos generados y las acciones compensatorias, promoviendo así el principio de no pérdida neta de biodiversidad (Díaz Reyes, 2014). Además, esta estrategia se alinea con los enfoques contemporáneos de gestión ambiental que priorizan la conectividad ecológica, la resiliencia de los ecosistemas y la conservación de servicios ambientales clave.

Por esta razón, diversos estados de la República Mexicana han dedicado esfuerzos a delimitar y construir un Ordenamiento Ecológico del Territorio. Los ordenamientos incorporan criterios, políticas, usos del suelo y características tanto bióticas como abióticas de las diferentes áreas que constituyen su territorio.

Consulta Pública

En México, la protección ambiental está respaldada por diversas leyes y normativas. La Constitución Política Mexicana garantiza el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Además, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente establece las bases para la protección y conservación del medio ambiente. Otras leyes relevantes incluyen la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Estas leyes y normativas buscan asegurar que el desarrollo económico y social se realice de manera sostenible, sin comprometer los recursos naturales y por ejemplo, factores como la calidad del aire y agua. La implementación de un Ordenamiento Ecológico del Territorio es una estrategia clave para cumplir con estos objetivos, ya que permite una planificación territorial que considera tanto las necesidades humanas apegadas a la conservación del medio ambiente. Es decir, la delimitación adecuada del Sistema Ambiental es esencial para garantizar una evaluación precisa de los impactos ambientales y la implementación de medidas de mitigación eficaces.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Ordenamiento Ecológico del Territorio es un instrumento de política ambiental que tiene como objetivo garantizar un desarrollo sostenible, promoviendo la conservación y el uso racional de los recursos naturales (SEMARNAT, 2023). Además, este ordenamiento busca evitar la degradación ambiental y promover un equilibrio entre las actividades económicas y la conservación de los ecosistemas.

En el estado de Quintana Roo, se han implementado programas específicos de Ordenamiento Ecológico del Territorio, los cuales han resultado en la protección de áreas naturales y la regulación de actividades que podrían impactar negativamente el medio ambiente (INEGI, 2022). Estos programas incluyen la identificación de áreas prioritarias para la conservación, el establecimiento de corredores biológicos y la implementación de medidas de restauración ecológica.

En conclusión, la delimitación del Sistema Ambiental no solo es un requisito técnico de la EIA, sino una herramienta estratégica que, cuando se plantea de forma amplia, incrementa las oportunidades para aplicar medidas de compensación y restauración efectivas, fortalece la conectividad ecológica y asegura un mayor beneficio ambiental. Un SA extenso brinda un margen de acción más sólido para garantizar que el desarrollo del proyecto se alinee con los principios de sostenibilidad, conservación y uso racional de los recursos naturales.

Consulta Pública

IV.2.1 Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental (SA).

La delimitación de un Sistema Ambiental (SA) es fundamental para la evaluación de los impactos ambientales y la implementación de medidas de mitigación adecuadas. Existen diferentes argumentos para delimitar un SA, entre los que destacan las características fisiográficas, cuencas hidrológicas, división política y cuencas atmosféricas. Cada uno de estos argumentos tiene validez en la medida en que los elementos bióticos y abióticos forman parte de un área bien definida y que, a su vez, el proyecto se encuentre dentro de la misma.

La delimitación de un Sistema Ambiental es un proceso intrincado y multifacético que demanda un análisis exhaustivo de diversos factores. Este proceso implica la integración de criterios tanto físicos como biológicos, lo cual es esencial para obtener una visión integral y precisa del área en estudio.

Existen diversas maneras para delimitar un Sistema Ambiental, entre las que destacan las características fisiográficas, cuencas hidrológicas, división política, cuencas atmosféricas, entre otras.

1. **Características Fisiográficas**: Este método se basa en la identificación de rasgos geomorfológicos y topográficos del área de estudio. Las características fisiográficas incluyen montañas, valles, llanuras y otros elementos del paisaje que pueden influir en la dispersión de contaminantes y la distribución de especies. Las unidades fisiográficas bien definidas son esenciales para comprender la dinámica ecológica del área (Forman, 1995).
2. **Cuencas Hidrológicas**: Delimitar el Sistema Ambiental mediante cuencas hidrológicas implica identificar las áreas de captación de agua y los cuerpos de agua asociados. Esta metodología es crucial para evaluar el impacto de proyectos en la calidad y cantidad de agua disponible, así como en los ecosistemas acuáticos. Las cuencas hidrológicas ofrecen un marco natural para gestionar los recursos hídricos y proteger la biodiversidad acuática (Juárez-Palacios et al., 2006).
3. **División Política**: En algunos casos, se utiliza la división política (municipios, estados, regiones) para delimitar el Sistema Ambiental. Aunque esta metodología puede no reflejar completamente las características ecológicas del área, es útil para coordinar acciones de gestión ambiental y asegurar el cumplimiento de normativas legales y administrativas (Pérez Maqueo, 2003).

Consulta Pública

4. **Cuencas Atmosféricas**: La delimitación basada en cuencas atmosféricas considera la distribución y movimiento de los contaminantes en el aire. Este enfoque es relevante para proyectos que generan emisiones atmosféricas, ya que permite evaluar la dispersión de contaminantes y su impacto en la calidad del aire y la salud pública (Conesa, 2003).

Para la delimitación del SA del proyecto, se crearon mapas de los criterios básicos que delimitaron el polígono, así como los factores particulares de indicadores ambientales. Esta metodología permitió ver cada uno de los argumentos para delimitar al SA de manera gráfica, junto con la explicación de cada uno de ellos. El resultado final es una serie de capas superpuestas que generan un área definida con todos los argumentos desarrollados. El uso de mapas temáticos facilita la visualización del área de influencia del proyecto y valida la evaluación de impactos ambientales. Esta representación gráfica es clave para la toma de decisiones y garantiza que se consideren todos los factores relevantes en la planeación y ejecución del proyecto.

Inicialmente para establecer los límites del Sistema Ambiental (SA) para el **Proyecto Libramiento Vial Cancún Sur**, se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap10.8. Este sistema permitió el procesamiento y análisis de datos provenientes de diversas GIS fuentes, garantizando una evaluación exhaustiva y precisa de las condiciones ambientales del área.

Para asegurar una delimitación precisa del SA, se utilizaron fuentes oficiales que proporcionaron información confiable sobre las condiciones ambientales y territoriales del área. Estos datos respaldaron técnicamente los criterios de delimitación y la elaboración de mapas temáticos. La información fue obtenida de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IG-UNAM), el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Los datos abarcaron:

1. **Relieve**: Datos topográficos que describen la forma y elevación del terreno, esenciales para entender la geomorfología del área y su influencia en los patrones de drenaje y uso del suelo.
2. **Geología**: Información geológica que detalla la composición y estructura del subsuelo, fundamental para evaluar la estabilidad del terreno y los recursos minerales presentes.

Consulta Pública

3. **Clima**: Datos climáticos que incluyen temperatura, precipitación, humedad y vientos, factores clave para determinar las condiciones ambientales y su variabilidad.
4. **Edafología**: Información composición, estructura, capacidad de retención de agua y fertilidad, del suelo, lo cual es crucial para la evaluación de la capacidad de soporte del terreno.
5. **Uso del Suelo y Vegetación (Serie VII)**: Datos sobre la cobertura vegetal y el uso actual del suelo, que permiten identificar áreas de conservación, zonas agrícolas, áreas urbanizadas y otros tipos de cobertura. Esta información es vital para entender cómo el proyecto puede afectar los ecosistemas existentes.

El uso de estas herramientas y datos garantiza una delimitación precisa y bien fundamentada del SA, permitiendo evaluar de manera integral los posibles impactos ambientales del proyecto y diseñar estrategias de mitigación adecuadas.

Durante el proceso de selección de las unidades de paisaje con incidencia sobre el Proyecto, se seleccionaron las características que presentan características homogéneas, Tabla IV.2.

Tabla IV.2: Características físicas que permitieron obtener las unidades de paisaje circundantes al proyecto.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Litología	Calizas Masivas Recristalizadas, Margas Calizas, Sascab, Karst Cárstico, Ausencia de Aguas Superficiales.
Relieve	Llanura Kárstica (relieve con zonas planas), Cenotes y Dolinas, Terrenos Costero-Manglares, Ausencia de Ríos Superficiales,
Clima	Aw1 (x'), Aw2 (x'), Awo (x').
Edafología	Litosol, Gleysol Molico, Lluvisol cromico, Regosol calcarico, Redzina, Solonchak.
Uso suelo y vegetación	Agricultura (riego semipermanente y de temporal anual), Asentamientos humanos, Cuerpos de agua, Sitios desprovistos de vegetación, Manglar, Pastizal cultivado, Selva Baja Subperennifofila, Selva mediana Subcaducifolia, Selva mediana subperennifolia, Tular, Vegetación de Petén.

IV.2.2 Argumentos Básicos para Delimitación del SA.

La delimitación de un Sistema Ambiental (SA) es un componente esencial en la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), tanto en su modalidad particular como regional. Este proceso permite evaluar de forma integral los impactos potenciales del proyecto y establecer estrategias de mitigación adecuadas, considerando no

Consulta Pública

solo el área de intervención directa, sino también las interacciones ecológicas y territoriales a mayor escala.

Para definir el SA, las guías de la SEMARNAT y otras fuentes técnicas reconocidas establecen una serie de argumentos básicos que sirven como criterios de referencia:

1. **Ordenamiento ecológico del territorio:** El ordenamiento ecológico del territorio es una herramienta fundamental para planificar y regular el uso del suelo con el fin de proteger el medio ambiente y promover un desarrollo sostenible. Este proceso integra criterios ecológicos, sociales y económicos para definir las áreas más adecuadas para diversas actividades humanas, minimizando el impacto ambiental (SEMARNAT, 2023).
2. **Cuencas y microcuencas hidrológicas:** Las cuencas y microcuencas hidrológicas son unidades naturales de gestión del agua que permiten evaluar la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos. La delimitación de estas unidades es crucial para entender cómo las actividades del proyecto pueden afectar el ciclo hidrológico y para diseñar estrategias de manejo y conservación del agua (CONAGUA, 2022).
3. **Tipos de vegetación y continuidad de unidades ambientales:** La identificación y clasificación de los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto es esencial para evaluar los impactos sobre la biodiversidad. La continuidad de las unidades ambientales permite mantener la conectividad ecológica y evitar la fragmentación de hábitats, lo cual es vital para la supervivencia de muchas especies (CONABIO, 2021).
4. **Rasgos geomorfoedafológicos:** Los rasgos geomorfoedafológicos, que incluyen la topografía, geología y suelos del área, son determinantes para evaluar la susceptibilidad a la erosión, la estabilidad del terreno y la capacidad de soporte del suelo. Este análisis es fundamental para diseñar medidas de mitigación y conservación del suelo (INEGI, 2020).
5. **Características generales del proyecto:** Es crucial describir detalladamente las características del proyecto, incluyendo su ubicación, dimensiones, procesos y actividades involucradas. Esta información permite evaluar los posibles impactos ambientales específicos y planificar adecuadamente las medidas de mitigación (SEMARNAT, 2023).
6. **Barreras físicas naturales y antropogénicas:** Las barreras físicas naturales, como montañas y ríos, y las barreras antropogénicas, como carreteras y edificaciones, afectan la dispersión de especies y la conectividad ecológica. Identificar estas barreras es esencial para diseñar estrategias que minimicen su impacto sobre el medio ambiente (Forman, 1995).
7. **Límites políticos-administrativos:** La delimitación basada en los límites políticos-administrativos permite coordinar y gestionar las acciones ambientales de manera

Consulta Pública

coherente con las normativas locales, estatales y federales. Esto asegura que todas las medidas de mitigación y conservación cumplan con las regulaciones legales (Pérez Maqueo, 2003).

Para sustentar estos criterios y garantizar que la delimitación del SA sea precisa y bien fundamentada, se utilizaron capas temáticas y datos de fuentes oficiales como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y los gobiernos estatales para el caso de los ordenamientos ecológicos.

Estos datos proporcionaron información detallada sobre:

- Características ambientales y sociales del área de estudio.
- Elementos bióticos y abióticos relevantes para el análisis.
- Condiciones que permiten una evaluación integral y técnica de los impactos.

La delimitación de un SA más amplio que el área directamente impactada responde a la necesidad de contar con espacio y condiciones adecuadas para ejecutar acciones de compensación ambiental sin verse limitadas por barreras políticas, económicas, ecológicas o socioculturales.

Esta amplitud permite:

- Preservar la funcionalidad ecológica integral del territorio.
- Incluir interacciones ecológicas, hidrológicas y de conectividad que sostienen procesos ecosistémicos a gran escala.
- Implementar acciones de reforestación, restauración o conservación de especies prioritarias en sitios con alta viabilidad ecológica.

En muchos casos, el área inmediata del proyecto carece de espacio o características adecuadas para la compensación efectiva, lo que limita el impacto positivo si las acciones se restringen únicamente a esta zona.

Al considerar todo el SA como una unidad funcional, las medidas de compensación pueden contribuir de forma más efectiva a la restauración ecológica y a la mejora de los servicios ecosistémicos (Bonilla, Monrós y Sasa, 2022). Este enfoque es coherente con marcos normativos y metodológicos que promueven una visión integral de la compensación ambiental dentro del contexto de la Evaluación de Impacto Ambiental (Díaz Reyes, 2014).

Consulta Pública

IV.2.3 Análisis y delimitación del SA.

A. <u>Ordenamiento ecológico del territorio</u>

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) se establecen a través de un riguroso proceso técnico que tiene como objetivo ordenar el territorio en función de sus características naturales y socioeconómicas. Este proceso también se alinea con los objetivos de conservación y desarrollo sostenible, identificando la interrelación entre varios factores clave.

El proyecto se encuentra ubicado en la Región **17.33**, en la Unidad Ambiental Biofísica **(UAB) 62**, conocida como el Karst de Yucatán y Quintana Roo. Esta región es famosa por sus formaciones kársticas, las cuales incluyen una vasta red de cuevas, cenotes y ríos subterráneos. La política de gestión de esta UAB se centra en la restauración, protección y uso sostenible del área, aunque no detalla actividades específicas a seguir.

El objetivo principal de esta UAB es preservar sus características naturales únicas y fomentar la implementación de prácticas sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a las comunidades locales. Las políticas de restauración y protección están diseñadas para mantener la integridad de los ecosistemas kársticos y promover el uso responsable de los recursos naturales. Considera los siguientes aspectos:

1. **Formaciones Kársticas**: Estas formaciones son el resultado de la disolución de rocas solubles, como la caliza, y son características distintivas del Karst de Yucatán y Quintana Roo. Los cenotes, cuevas y ríos subterráneos no solo son paisajes impresionantes, sino que también representan importantes reservas de agua dulce y hábitats para diversas especies (Ford & Williams, 2007).
2. **Políticas de Restauración y Protección**: La restauración de los ecosistemas kársticos incluye acciones para rehabilitar áreas degradadas y reforestar zonas afectadas. La protección implica la implementación de regulaciones para limitar las actividades humanas que puedan dañar el medio ambiente (Díaz et al., 2018).
3. **Uso Sostenible de los Recursos Naturales**: La promoción del turismo ecológico y la agricultura sostenible son ejemplos de prácticas que pueden generar beneficios económicos para las comunidades locales sin comprometer la integridad de los ecosistemas. Estas prácticas permiten un aprovechamiento racional de los recursos, garantizando su disponibilidad a largo plazo (SEMARNAT, 2023).
4. **Participación Comunitaria**: La inclusión de las comunidades locales en la toma de decisiones y la gestión de los recursos naturales es fundamental para el éxito de las

Consulta Pública

políticas de conservación. La educación ambiental y la capacitación en prácticas sostenibles son componentes clave para fomentar la participación activa y el compromiso de la población (CONABIO, 2021).

Además, el Área del Proyecto (AP) se encuentra en el **Ordenamiento Ecológico del Golfo de México y el Mar Caribe**, dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 138, denominada Benito Juárez. Esta UGA se considera de **importancia moderada**, lo que implica un enfoque equilibrado entre conservación y desarrollo sostenible. La UGA 138, Benito Juárez, es una unidad que destaca por su relevancia en la gestión y planificación ambiental de la región costera. Su política se basa en el manejo integrado de zonas costeras, la protección de hábitats críticos y la promoción de actividades económicas sostenibles, como el ecoturismo y la pesca responsable.

La coordinación entre la UAB 62 y la UGA 138 es fundamental para el éxito del proyecto, ya que permite una **gestión integral del territorio** que considera tanto las características biofísicas del área como las necesidades de ordenamiento ecológico y socioeconómico. Este enfoque holístico asegura que las actividades del proyecto se desarrollen de manera sostenible, respetando la capacidad de carga del ecosistema y promoviendo el bienestar de las comunidades locales.

El proyecto se encuentra localizado en la Región Marítima Prioritaria Punta Maroma-Nizuc, las regiones marinas de Punta Maroma y Nizuc son áreas de gran importancia ecológica y económica en la costa de México. Para asegurar su conservación y desarrollo sostenible, es necesario establecer un Sistema Ambiental adecuado dentro del marco del Ordenamiento Ecológico, sin embargo, no puede considerarse como un limitante o determinante para el Sistema Ambiental, debido a que no abarca la totalidad del proyecto y no evidencia la sinergia entre sistemas.

Consulta Pública

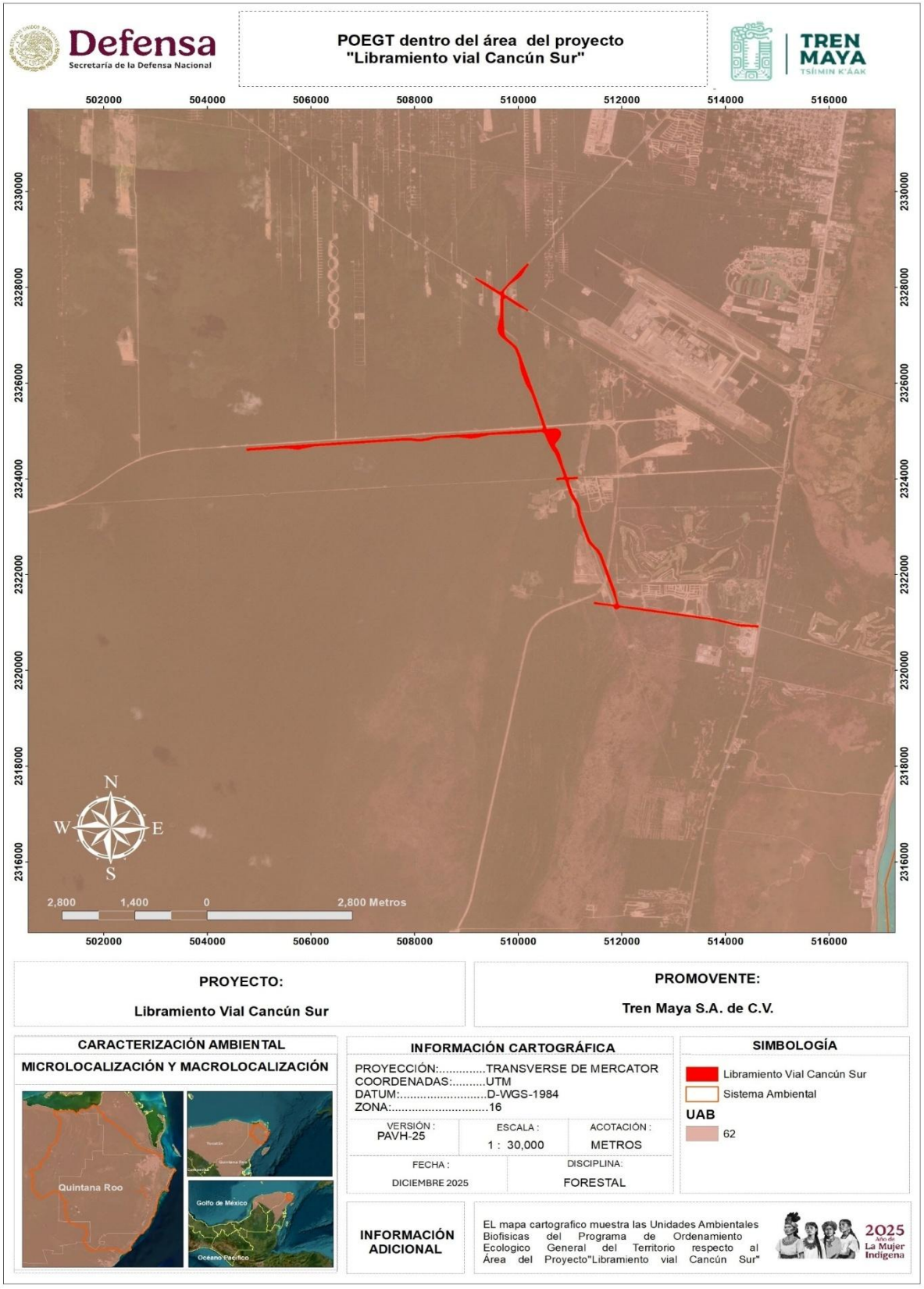


Figura IV.2: Ordenamiento Ecológico del Territorio sobre el Área del Proyecto.

B. Rasgos geomorfoedafológicos

La península de Yucatán se caracteriza por sus únicos rasgos geomorfoedafológicos. Las formaciones kársticas son prominentes en la región, incluyendo cuevas, cenotes y ríos subterráneos, que se forman debido a la disolución de rocas solubles como la caliza. El relieve de la península es predominantemente plano, con algunas colinas bajas y mesetas, con altitudes que varían desde el nivel del mar hasta aproximadamente 30 metros. Los suelos de la península son delgados y poco desarrollados, debido a la presencia de la roca madre caliza, siendo comunes los Leptosoles, Cambisoles y Luvisoles.

Estos rasgos geomorfoedafológicos hacen de la península de Yucatán una región de gran interés geológico y edafológico, con características únicas que la distinguen de otras regiones. Sin embargo, aunque los rasgos geomorfoedafológicos de la península de Yucatán proporcionan una comprensión valiosa de la región, no son suficientes por sí solos para delimitar un sistema ambiental de manera completa y precisa. Estas características deben considerarse junto con otros factores esenciales (biodiversidad, aspectos socioeconómicos, cuencas hidrológicas, división política, zonificación ecológica, factores climáticos).

C. Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales.

El proyecto tendrá una superficie de afectación de **115.02300 hectáreas**. Esta superficie, aunque significativa, no puede ser tomada como argumento para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) debido a que no representa un área donde los factores abióticos, bióticos y sociales interactúen de manera cohesionada formando un sistema integral. Para la delimitación del SA es esencial considerar la interacción dinámica entre el clima, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna y las actividades humanas, así como su influencia recíproca en la estructura y función del ecosistema.

El área de afectación del proyecto no abarca la diversidad de interacciones ecológicas y socioeconómicas necesarias para definir un sistema ambiental completo. La identificación de un SA requiere un enfoque multidisciplinario que considere la conectividad ecológica, las rutas migratorias de fauna, los corredores biológicos, y las zonas de amortiguamiento, entre otros aspectos críticos. Además, la delimitación de un SA debe estar alineada con los objetivos de conservación y desarrollo sostenible establecidos en los marcos legales y normativos correspondientes.

Consulta Pública

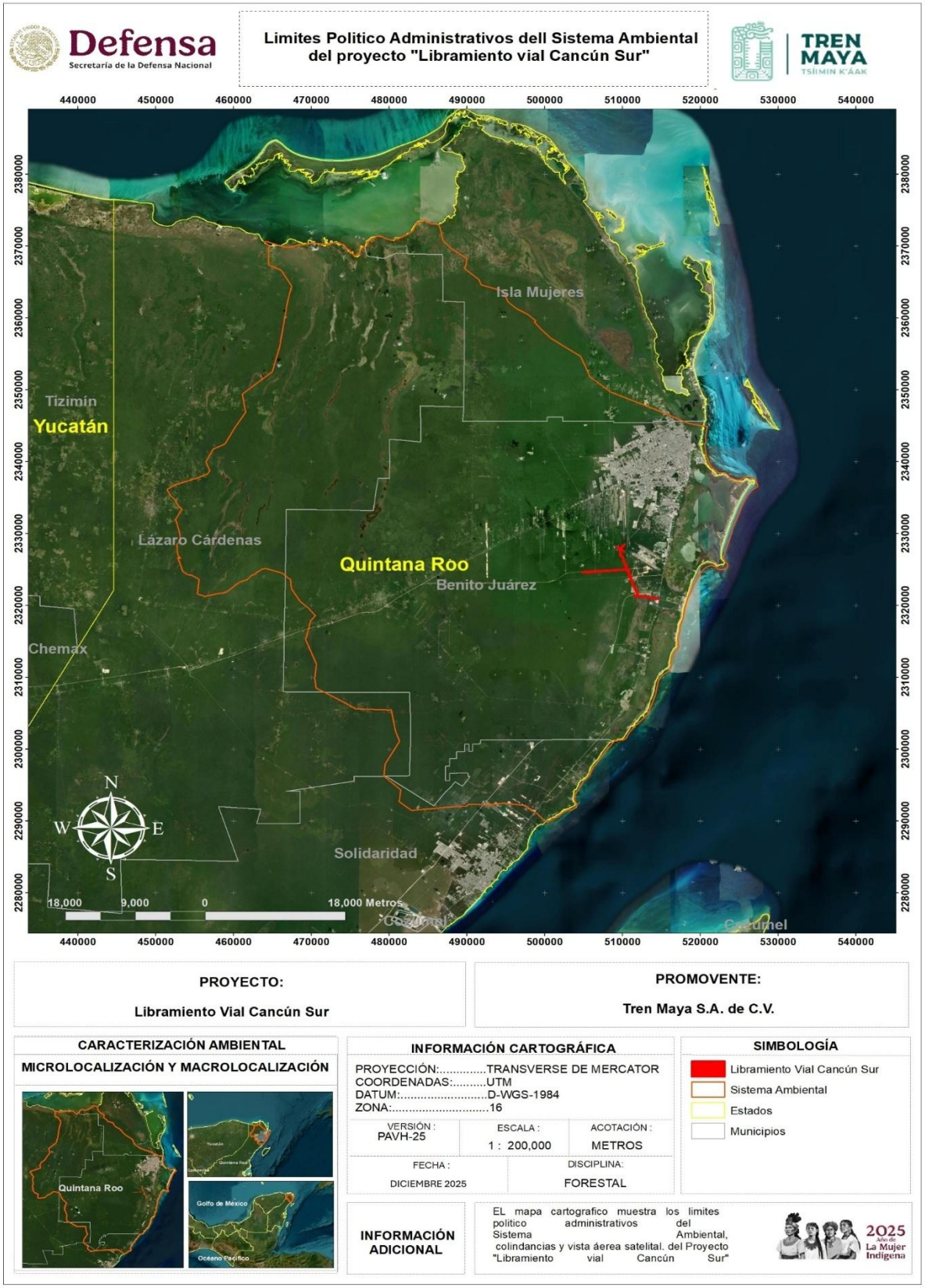


Figura IV.3: Delimitación física del Área del Proyecto.

D. Límites políticos-administrativos

Aunque los límites políticos contribuyen significativamente a definir el Sistema Ambiental (SA), no son suficientes por sí solos para delimitarlo de manera adecuada. Estos límites proporcionan un marco organizativo y regulatorio que facilita la implementación de políticas de manejo de recursos naturales y la planificación del desarrollo. Sin embargo, la delimitación precisa del SA requiere una integración multidisciplinaria de diversos factores adicionales que van más allá de las fronteras administrativas.

El proyecto se ubica en el municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo. Esta área, conocida por su rápido crecimiento urbano y turístico, enfrenta desafíos ambientales que incluyen la presión sobre los recursos naturales y la necesidad de mantener la biodiversidad y los ecosistemas críticos. A pesar de la utilidad de los límites políticos para coordinar acciones gubernamentales y asegurar el cumplimiento de normativas legales, es esencial considerar otros factores clave para una delimitación exhaustiva del SA.

E. Barreras físicas naturales y antropogénicas

Las barreras físicas, ya sean naturales o antropogénicas, son elementos fundamentales para la configuración y delimitación de los sistemas ambientales. Entenderlas es clave para analizar cómo los ecosistemas se estructuran, interactúan y evolucionan. Sin embargo, es importante señalar que estas barreras por sí solas no son suficientes para determinar un Sistema Ambiental (SA) de manera integral.

Por un lado, las barreras físicas naturales incluyen elementos geográficos como montañas, ríos, valles y acantilados. Estas formaciones crean divisiones naturales que afectan la dispersión de especies, el flujo de agua, la dinámica atmosférica y los patrones de suelo. Por ejemplo, una cadena montañosa puede actuar como una barrera que impide el paso de masas de aire, afectando el clima de un lado u otro de la montaña. Del mismo modo, los grandes ríos o cuerpos de agua pueden restringir la migración de especies terrestres, creando una separación ecológica entre regiones (Forman, 1995).

Por otro lado, las barreras antropogénicas son el resultado de la actividad humana. Estas incluyen carreteras, presas, muros y la infraestructura urbana o agrícola. Aunque no son "naturales", estas estructuras modifican el paisaje y el flujo de elementos naturales como el agua y las especies. Por ejemplo, una carretera puede fragmentar hábitats, creando dificultades para la fauna que intenta moverse entre áreas de bosque previamente

Consulta Pública

conectadas, influyendo así en la biodiversidad y en la resiliencia del sistema ambiental (Forman y Alexander, 1998).

Ambas barreras son cruciales en la delimitación de sistemas ambientales porque determinan los límites y las conexiones entre distintos ecosistemas. En la gestión ambiental, entender dónde están estas barreras y cómo influyen en el flujo de especies, agua, aire o energía es esencial para definir zonas de manejo, conservación o desarrollo sustentable. Las barreras naturales son usadas muchas veces como puntos de referencia para demarcar límites ecológicos o zonas de protección, mientras que las antropogénicas pueden tener efectos adversos que deben ser mitigados para mantener la integridad ecológica del área (Clevenger y Kociolek, 2006).

Sin embargo, la delimitación del SA no puede basarse únicamente en las barreras físicas. Es fundamental considerar una combinación de factores abióticos, bióticos y socioeconómicos para una evaluación completa y precisa. Por ejemplo, la biodiversidad, la estructura demográfica de las comunidades locales, las prácticas de uso del suelo y las políticas de manejo de recursos naturales son igualmente esenciales para determinar un SA. Integrar todos estos elementos permite una comprensión holística del sistema ambiental, garantizando la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales.

F. Tipos de vegetación y continuidad de unidades ambientales

Los tipos de vegetación, así como el tipo de Uso de Suelo, determinan diversas condiciones naturales de un sitio. Por ello, las áreas definidas de comunidades vegetales permiten estudiar y delimitar un Sistema Ambiental (SA) concreto. Estas áreas proporcionan información esencial sobre la biodiversidad, la estructura ecológica y los servicios ecosistémicos que ofrece la región. La vegetación actúa como un indicador de las condiciones ambientales, incluyendo el clima, la calidad del suelo y la disponibilidad de agua.

El área del proyecto, de acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), presenta un Uso de Suelo correspondiente a **Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)**. Este tipo de vegetación se caracteriza por una alta biodiversidad y una estructura compleja que desempeña un papel crucial en la regulación del clima local, la conservación del suelo y el ciclo del agua.

Sin embargo, aunque el análisis de los tipos de vegetación y el uso del suelo es fundamental para la delimitación del SA, no es suficiente por sí solo para determinar un

Consulta Pública

Sistema Ambiental completo. Es necesario integrar otros factores abióticos, bióticos y socioeconómicos para obtener una evaluación holística y precisa.

G. Cuencas hidrológicas

Uno de los criterios con mayor validez para delimitar un Sistema Ambiental (SA) es, sin duda, la cuenca hidrológica a la que pertenece el proyecto. Las cuencas hidrológicas actúan como unidades naturales de gestión del agua y representan un marco eficiente para evaluar y planificar el uso sostenible de los recursos hídricos. Además, las interacciones con presas u obras hidráulicas de desviación y conducción de flujos son factores importantes que pueden modificar el comportamiento hidrológico y ecológico de una región.

La cuenca hidrológica, definida por las características topográficas del terreno, adquiere mayor importancia al delimitar un área, ya que los factores bióticos y abióticos se comportan de manera similar a lo largo de toda la cuenca debido a la presencia de agua. Por ejemplo, la disponibilidad de agua en una cuenca influye en la distribución de la vegetación, la fauna y la calidad del suelo, creando un sistema interconectado y cohesionado (Leopold, 1994).

El proyecto se encuentra en la región hidrológica 32 Yucatán Norte, específicamente en la cuenca Quintana Roo y la subcuenca Quintana Roo, según la Red Hidrográfica 2.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esta región es caracterizada por su compleja red de ríos subterráneos y cenotes que forman parte del sistema kárstico de la península de Yucatán.

IV.2.4 Delimitación.

Una vez evaluados los criterios básicos y específicos del proyecto, se generó el Sistema Ambiental (SA) desde el cual se evaluarán los impactos ambientales y se propondrán las medidas de mitigación correspondientes. Este SA representa el conjunto de elementos bióticos, abióticos y sociales en los cuales el proyecto tendrá injerencia. La figura siguiente muestra la delimitación del SA, con la interacción de las capas de los criterios considerados y su posible relación entre sí.

El SA se definió con una fuerte influencia de los criterios "Cuencas hidrológicas" y "Barreras físicas naturales y antropogénicas". Se emplearon las microcuencas hidrológicas Joaquín Zetina Gasca y Cancún, las cuales forman parte de la Cuenca RH 32A Yucatán Norte y la Subcuenca RH32Aa Cancún. Estas cuencas son fundamentales debido a su dinámica hídrica y la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos y superficiales.

Además, se consideraron las barreras físicas, como la carretera federal 180 "Mérida-Puerto Juárez", que se extiende aproximadamente desde el km 267 en dirección a la ciudad de Cancún hasta el centro de la ciudad, y la avenida Luis Donaldo Colosio, que va desde el

Consulta Pública

centro de Cancún en dirección sur hasta intersectar con la microcuenca Joaquín Zetina Gasca. Estas barreras influyen en la conectividad ecológica y la fragmentación del hábitat, afectando la movilidad de la fauna y el flujo de los recursos.

Asimismo, se tuvo en cuenta el criterio de Ordenamiento Ecológico del Territorio, utilizando la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 138 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de México y Mar Caribe. Este criterio aporta una visión holística de la planificación territorial, integrando aspectos de conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

Coordenadas del Sistema Ambiental (SA) en el Anexo I. En conclusión y una vez delimitado el sistema ambiental, y siendo importante la inclusión de los factores descritos anteriormente para la integración del SA, se presenta el resumen gráfico espacial de dichos factores en la Cuenca hidrológica, definida por las características topográficas del terreno, ya que en la misma se incluyeron los factores bióticos y abióticos, que nos permiten visualizar a mediana escala las posibles afectaciones del proyecto.

Consulta Pública

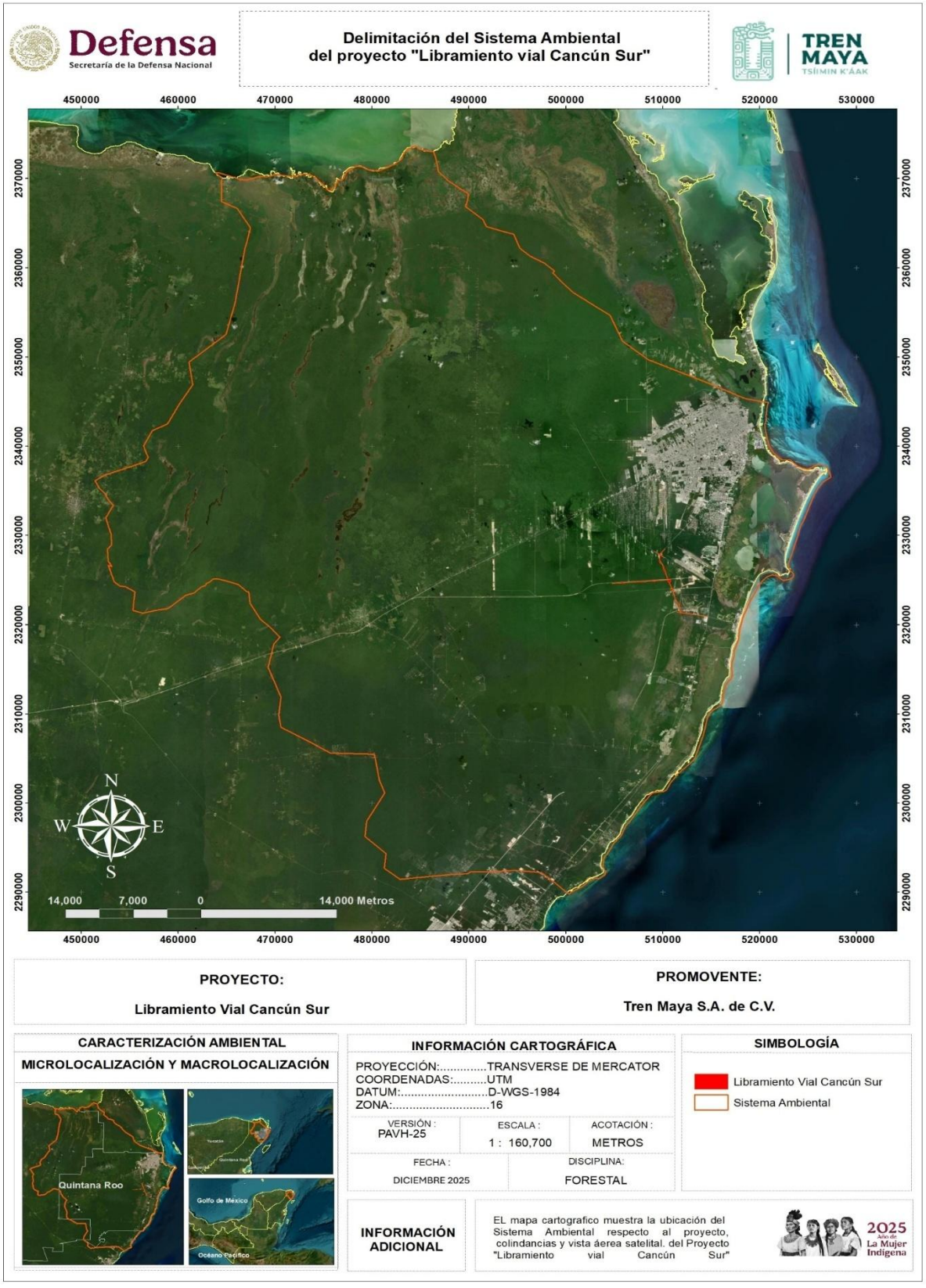


Figura IV.4: Sistema Ambiental (SA).

<u>Ordenamiento ecológico del territorio.</u>

Respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio, el Sistema Ambiental se encuentra localizado dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB), número 62.

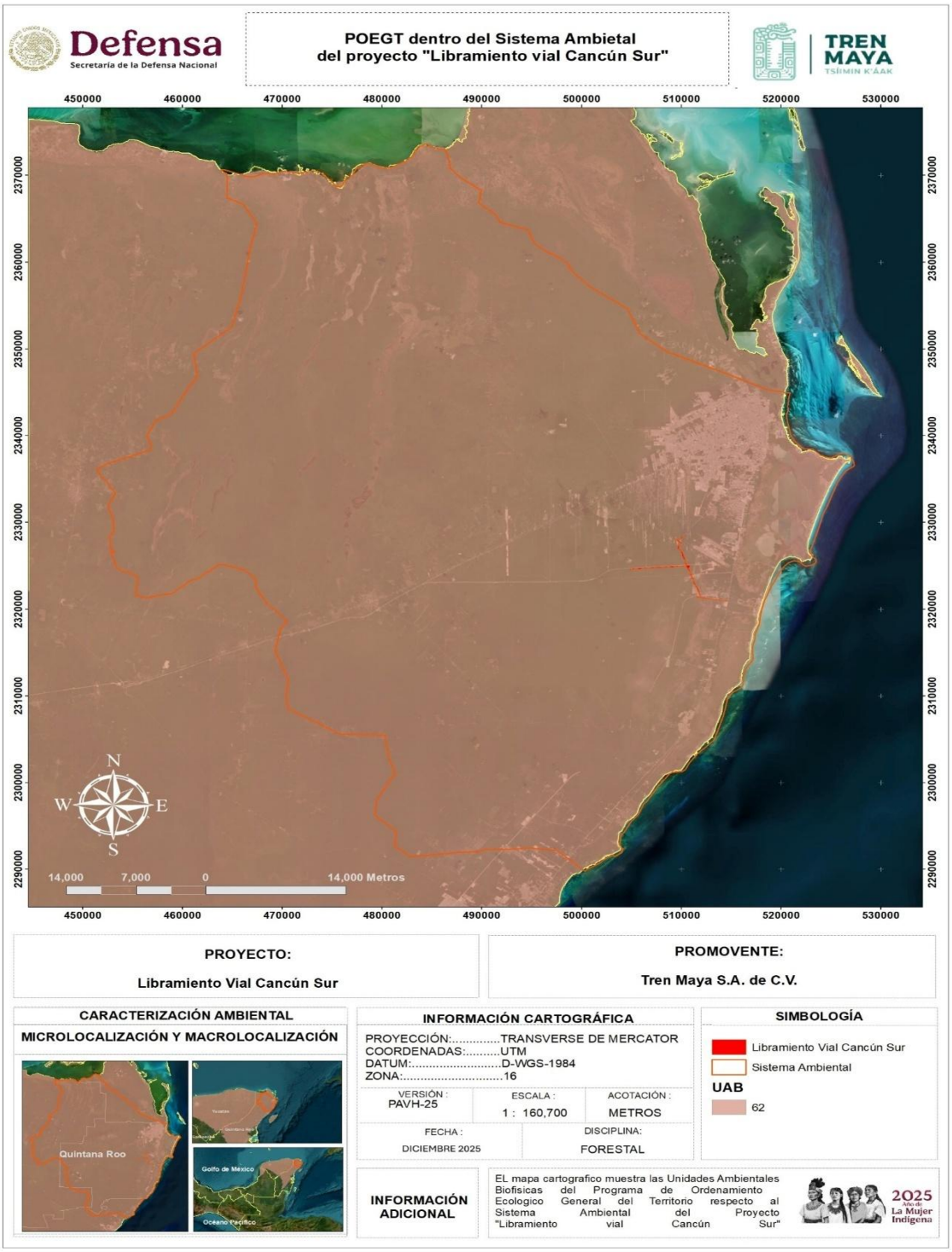


Figura IV.5: Sistema Ambiental dentro del POEGT.

Relativo a las Regiones Marítimas Prioritarias, y como se señala en el apartado anterior el Sistema Ambiental se encuentra con incidencias dentro de la región Dzilam-Contoy y Pta. Maroma-Nizuc.

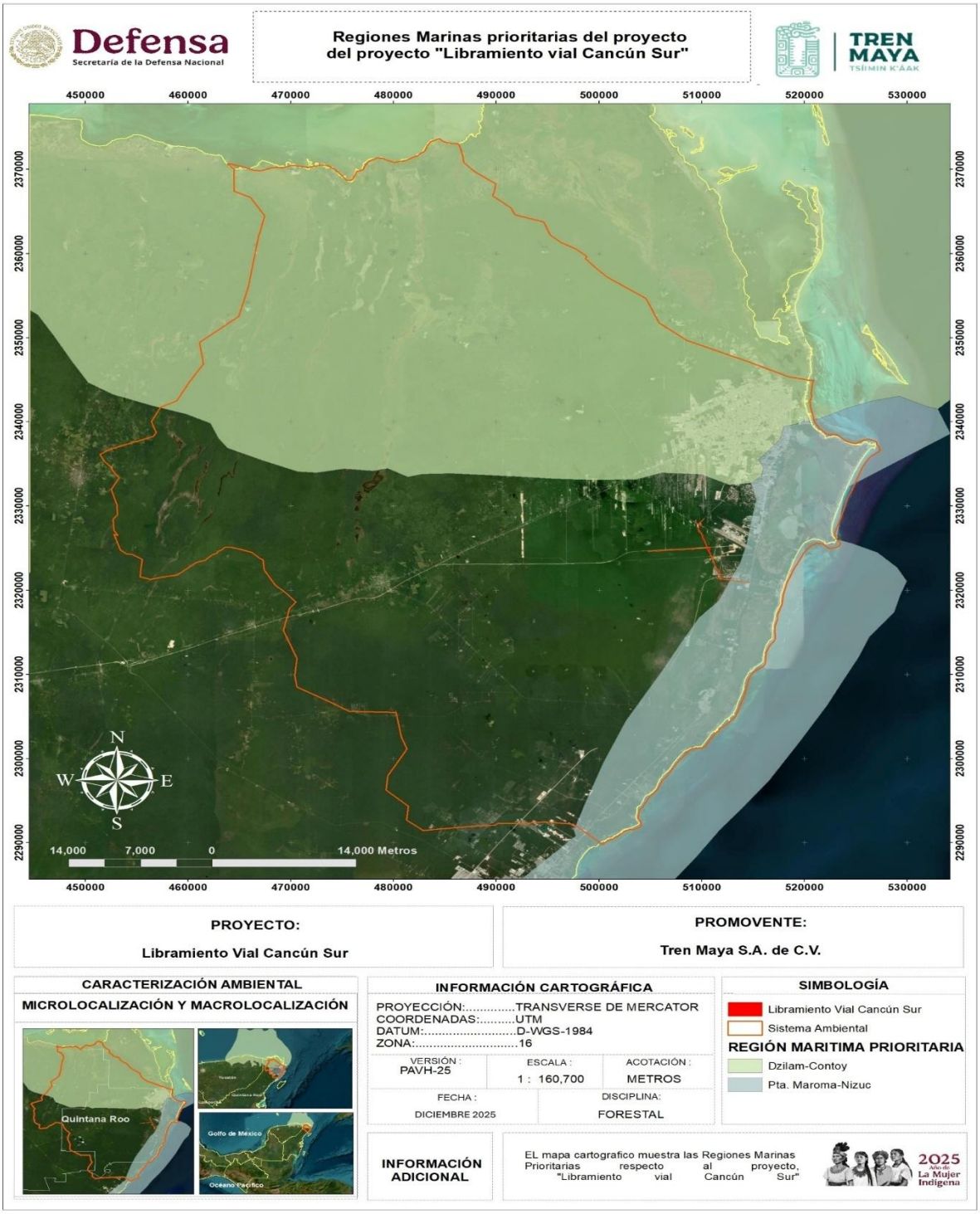


Figura IV.6: Sistema ambiental dentro de las Regiones Marítimas Prioritarias, el proyecto únicamente presenta incidencia con la región Pta. Maroma-Nizuc.

Relativo al POEL Municipal UGA 138 Benito Juárez, es importante señalar la incidencia con la UGA 14 y 21, directamente con el polígono del proyecto.

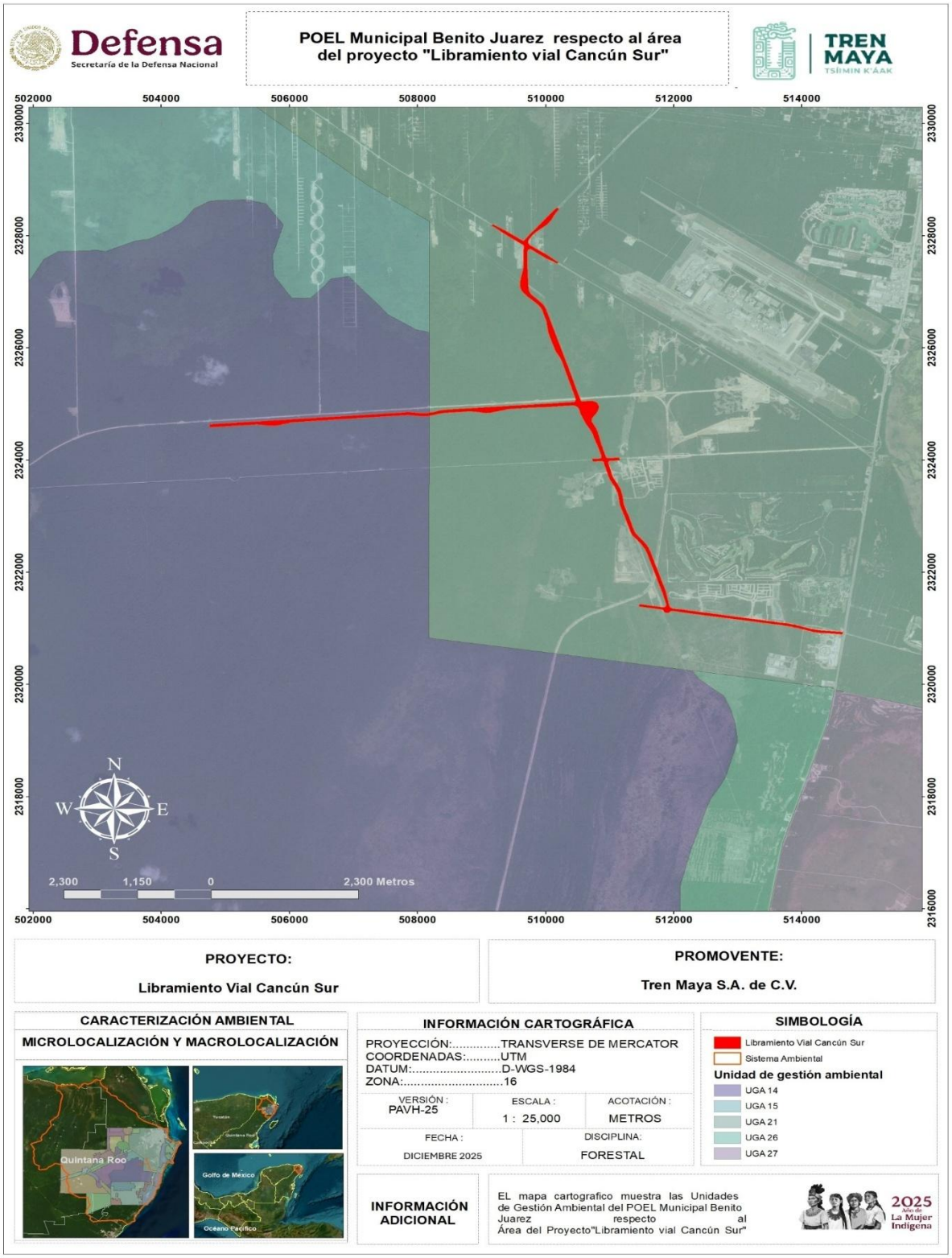


Figura IV.7: AP respecto al POEL Municipal Benito Juárez

Rasgos geomorfoedafológicos.

Se presenta el análisis gráfico del Sistema Ambiental relativo a los rasgos edafológicos circundantes.

Destacan los Litosoles, los suelos poco desarrollados que se encuentran generalmente en áreas montañosas o con topografía accidentada. Su formación es reciente, y su perfil edáfico es poco profundo, este tipo de suelo juega un papel importante en la conservación de la biodiversidad y la protección del suelo contra la erosión.

Tabla IV.3: Tipos de suelos dentro del Sistema Ambiental.

Edafología en el Sistema Ambiental
Litosol
Rendzina
Solonchak (Gleyico, Molico, Ortico)
Gleysol Molico
Regosol Carcarico

Consulta Pública

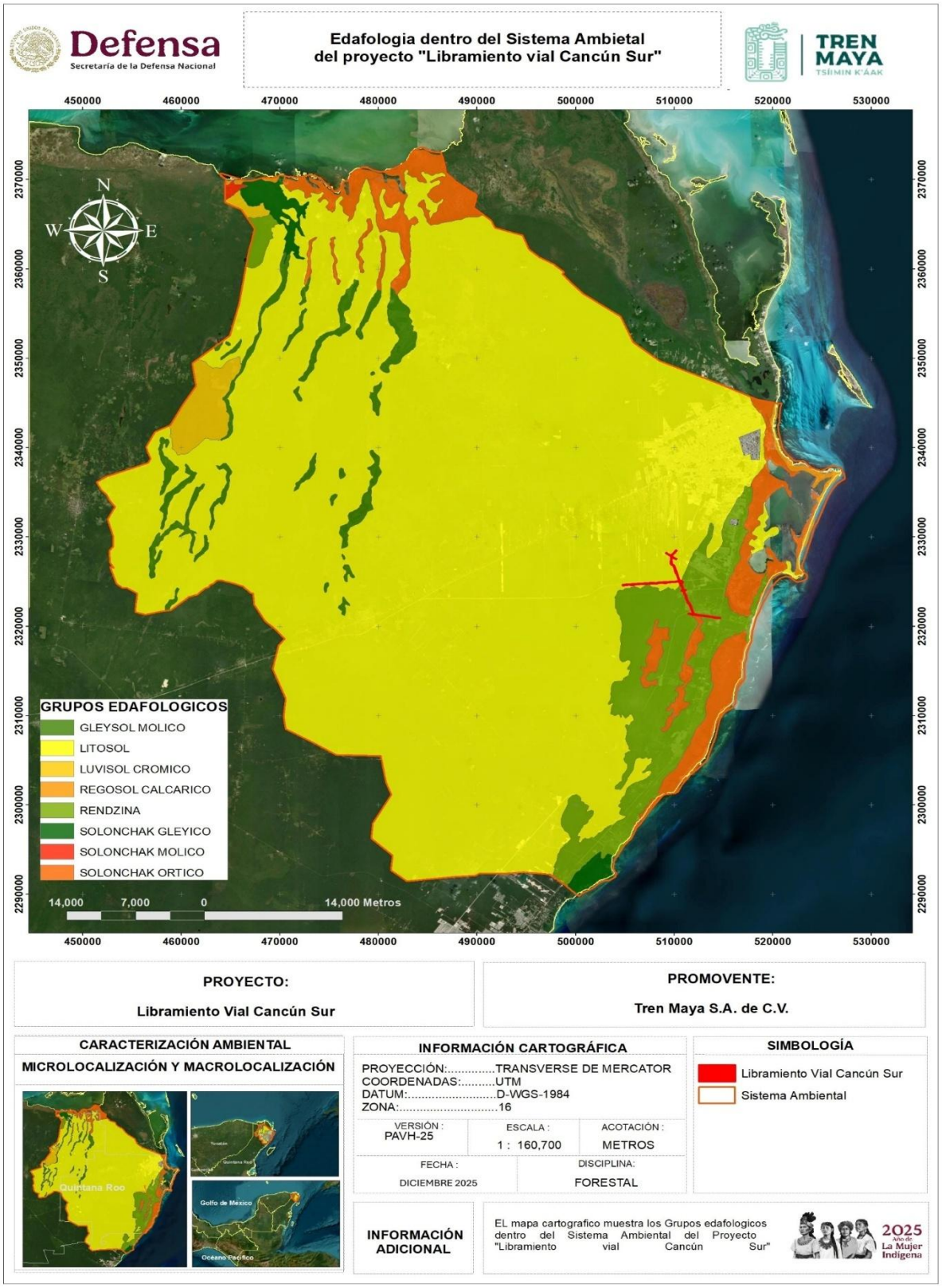


Figura IV.8: Edafología dentro del Sistema Ambiental.

Respecto a los rasgos geológicos históricos del Sistema Ambiental y tras el análisis a través de los Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental, se detectaron 5 tipos de suelos rocosos.

Tabla IV.4: Geología en el Sistema Ambiental.

Geología (Litología) en el Sistema Ambiental
Arenisca
Caliza-Coquina
Lacustre
Lagunar
Litoral

Mismos que tuvieron su origen a partir de las siguientes precisiones:

1. Arenisca: Durante el Pleistoceno sobre los suelos del SA se depositaron areniscas poco consolidadas y depósitos de areniscas olíticas cementadas.
2. Caliza-Coquina Te(cz-cq). Unidad litológica que data del Eoceno, 59 - 37 Ma- (Paleógeno), está representada por rocas carbonatadas de diferente textura y estructuras (mudstone, grainstone y boundstone), son de colores crema y blanco, es clara la exposición de macrofósiles, principalmente de pelecípodos y fragmentos coralinos, se trata del afloramiento con mayor incidencia dentro del SA.
3. Lacustre: Son planicies que se formaron por el depósito de sedimentos en un medio lacustre, el cual conservó en su cuenca de sedimentación la roca caliza o sedimentos calcáreos que amalgamaron los fragmentos de roca formando un piso firme como sustento, por la cercanía al mar, con cierta regularidad se encuentra sujeta a la acción de la marea, por lo que presenta periódicamente inundaciones. Se localiza en el extremo noreste del SA.
4. Lagunar Qho (la), se trata de una unidad del Holoceno, 0.126 a 0.01 Ma antes del presente, está formada por arenas de grano fino a mediano, limo, arcilla, arcillas calcáreas y carbonatadas mezcladas con materia orgánica, los afloramientos se localizan en el noreste en la franja costera.
5. Litoral Qho (li), es una unidad litológica formada a lo largo de la línea de costa con influencia de condiciones eólicas, está conformada principalmente por bioclastos con variedad de organismos, los afloramientos con incidencia en el SA se encuentran en la porción norte.

Consulta Pública

En el caso específico del Área del Proyecto (AP), se ha identificado la incidencia en dos tipos principales de suelo: Caliza-Coquina y Lacustre.

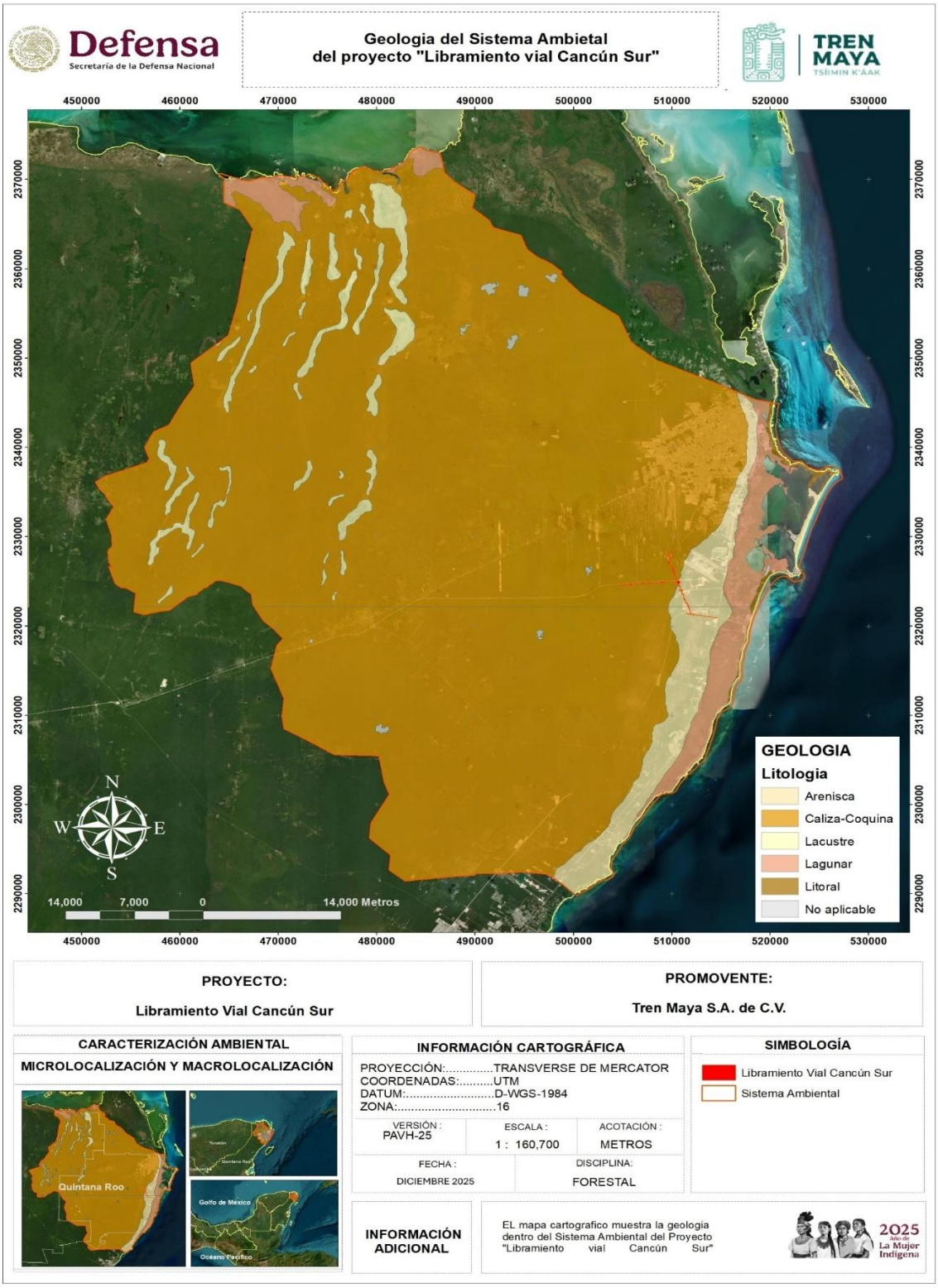


Figura IV.9: Geología del Sistema Ambiental del Proyecto.

Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales.

Las particularidades del proyecto se describen en el Cap. II, sin embargo, se hace hincapié que el SA no puede ser definido bajo la única premisa de la individualidad del proyecto debido a que no convergen a nivel macro los factores bióticos y abióticos de un ecosistema completo.

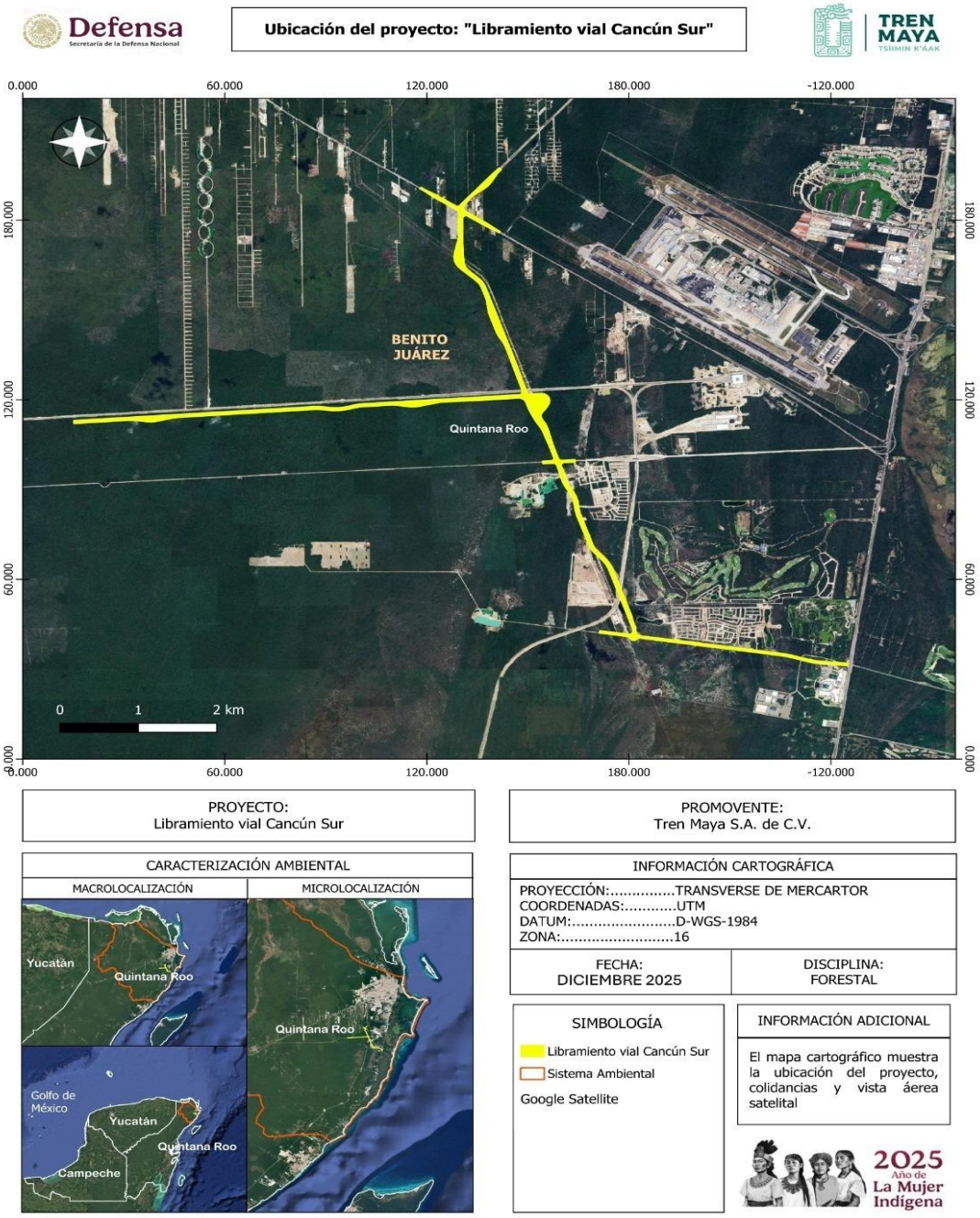


Figura IV.10: Mapa de ubicación del proyecto.

Límites políticos-administrativos.

En el Sistema Ambiental (SA), se encuentra al sur el municipio de Benito Juárez, al Oeste Lázaro Cárdenas y al Norte Isla Mujeres, tal como logra observarse en el mapa, es importante señalar que los límites político-administrativos no siempre coinciden con los límites naturales de los ecosistemas. Esto puede resultar en una gestión fragmentada y poco efectiva del ambiente.

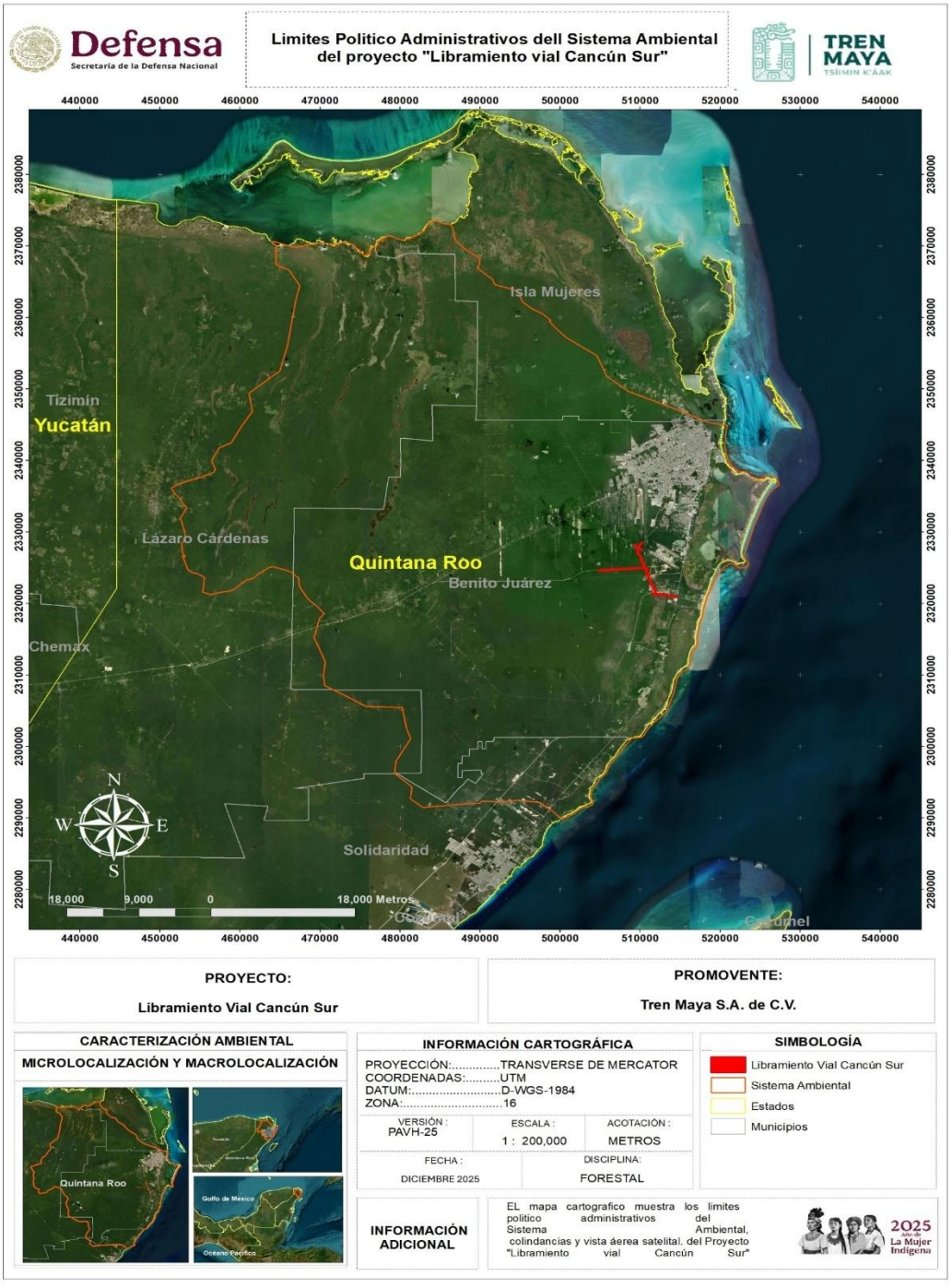


Figura IV.11: Mapa cartográfico de Límites político administrativos del Sistema Ambiental.

Barreras físicas naturales y antropogénicas.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es la entidad encargada en México de promover el conocimiento de la biodiversidad, motivo por el cual, cuenta con la información más precisa de los ecosistemas mexicanos, en este sentido, se utilizó la cobertura de Áreas Naturales Protegidas (ANP), Sitios RAMSAR y de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) más actualizada que tiene en su sistema de datos compartidos para compararlos con los incorporados en las coberturas previamente citadas, como se muestra en las figuras 12, 13 y 14.

Tabla IV.5: Áreas Naturales Protegidas (ANP), dentro del Sistema Ambiental.

Áreas Naturales Protegidas en el Sistema Ambiental.
Yum Balam
Arrecife de Puerto Morelos
Caribe Mexicano
Tiburón Ballena
Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc

Consulta Pública

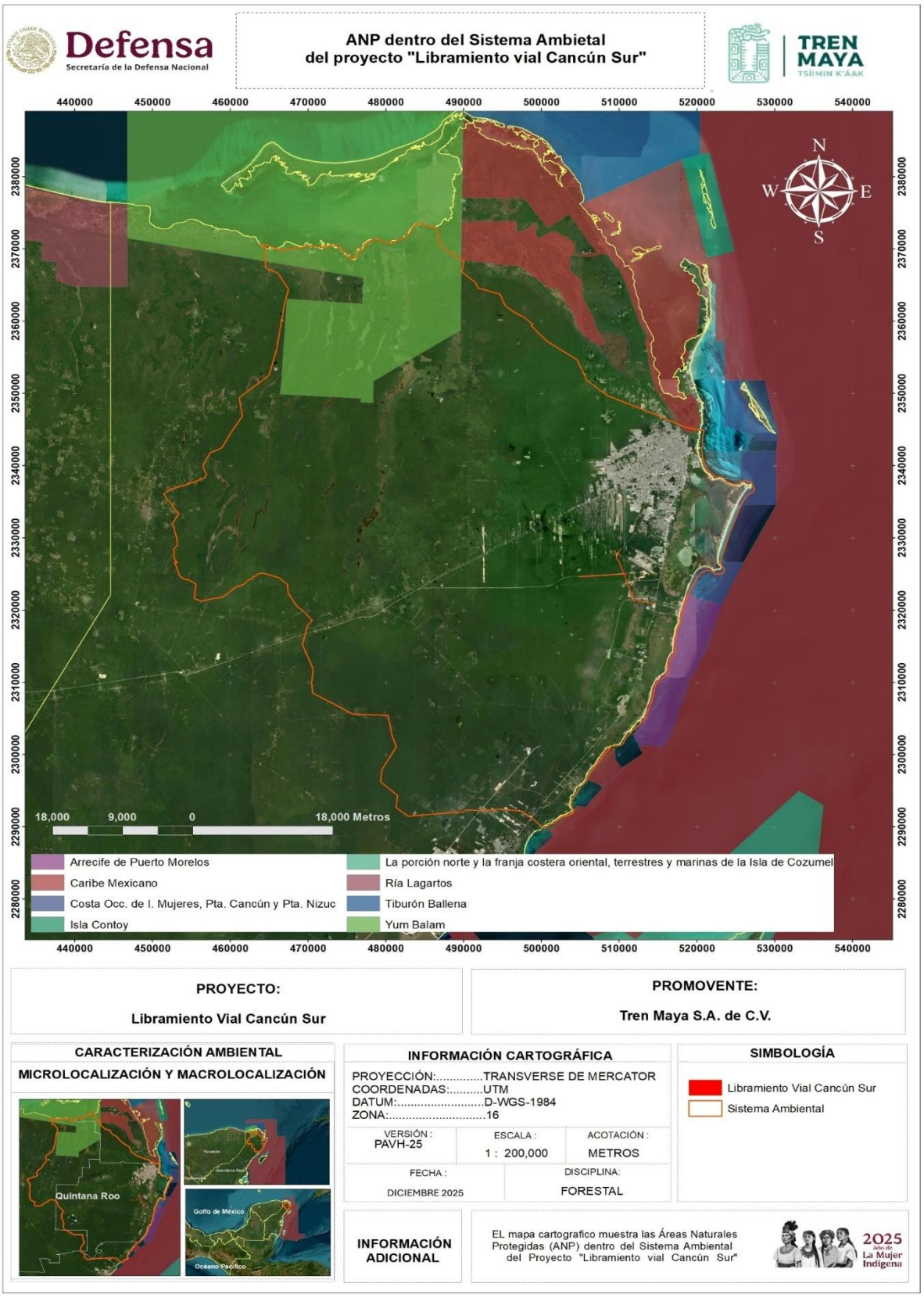


Figura IV.12: Áreas Naturales Protegidas (ANP), dentro del Sistema Ambiental.

Tabla IV.6: Sitios Ramsar, dentro del Sistema Ambiental.

Sitios Ramsar en el Sistema Ambiental.
Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam
Nichupte
Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

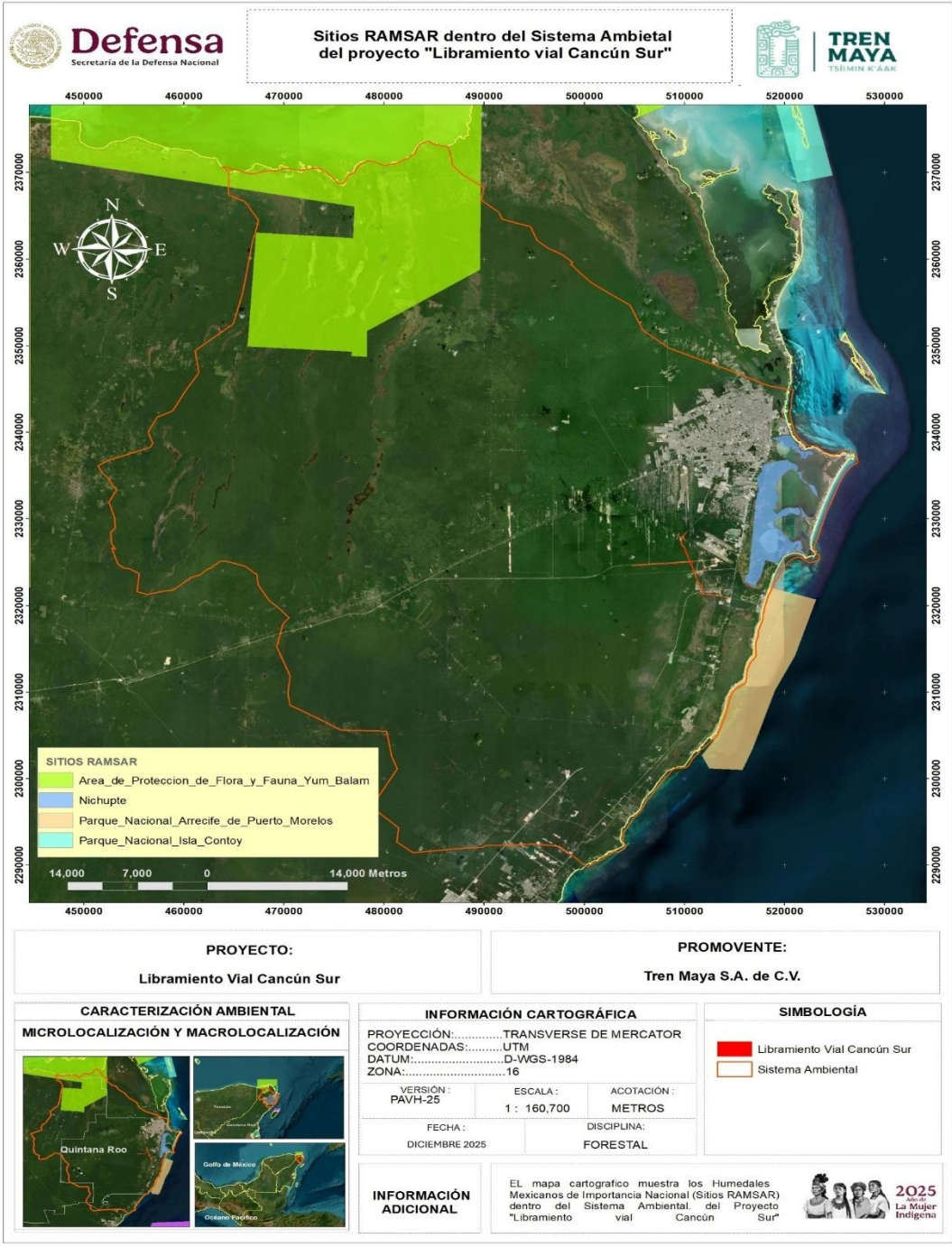


Figura IV.13: Sitios Ramsar, dentro del Sistema Ambiental.

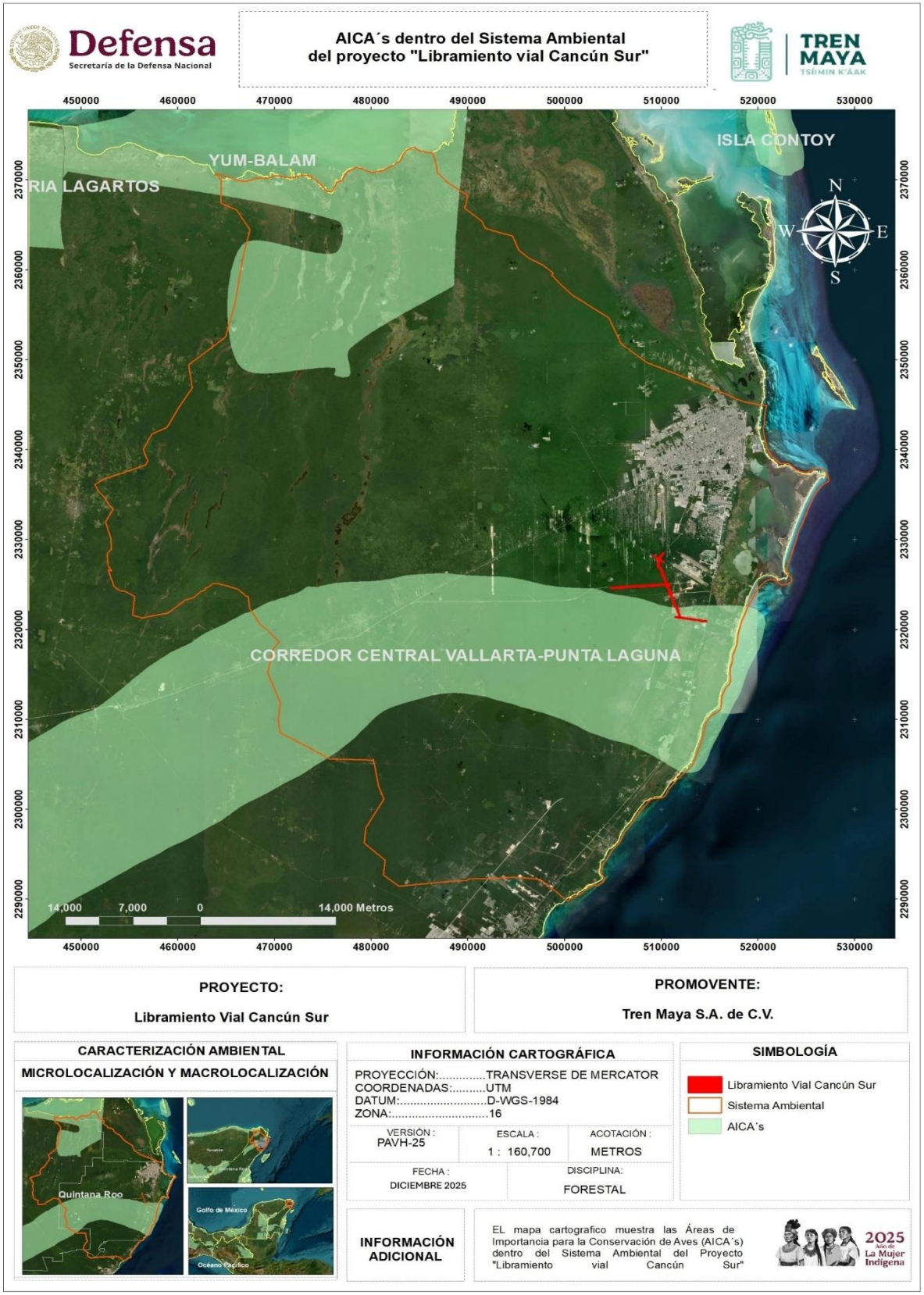


Figura IV.14: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), dentro del Sistema Ambiental.

En relación con el Área del Proyecto, se ha verificado que esta no se encuentra dentro de los límites de ninguna Área Natural Protegida (ANP), ni en sitios reconocidos bajo la Convención Ramsar como humedales de importancia internacional. Por lo tanto, se puede afirmar que no habrá afectaciones directas o indirectas a ecosistemas de manglares, los cuales son fundamentales para la biodiversidad, la protección costera y la captura de carbono.

Asimismo, se ha evaluado que el proyecto no interfiere con Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). Esto garantiza que las especies aviares que dependen de dichos hábitats para su anidación, alimentación o migración no se verán perjudicadas por las actividades asociadas al proyecto.

Tipos de vegetación y continuidad de unidades ambientales.

El tipo de vegetación en el Sistema Ambiental, representa los límites ecológicos importantes para el establecimiento de medidas de conservación, dado que el conocimiento del tipo de vegetación ayuda en la zonificación ambiental y el desarrollo de planes de uso del suelo que respeten y protejan las áreas de alta importancia ecológica.

El tipo de vegetación es una pieza fundamental en el Sistema Ambiental porque proporciona una base para comprender y gestionar los ecosistemas, garantizar la sostenibilidad y preservar la biodiversidad. Conociendo y protegiendo la vegetación, se puede planificar de manera más eficiente y efectiva, asegurando que los beneficios ecosistémicos se mantengan para las futuras generaciones.

Consulta Pública

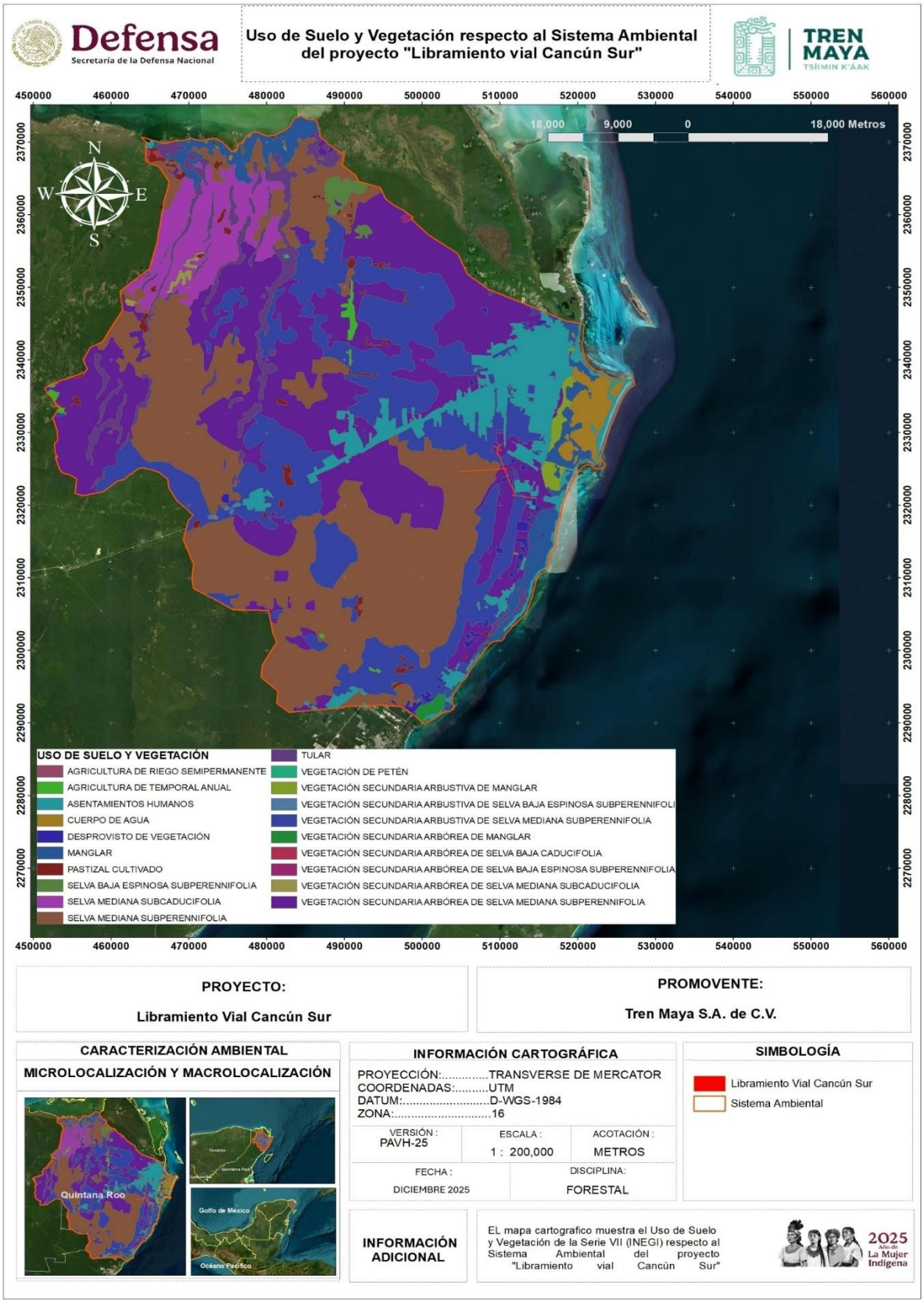


Figura IV.15: Uso de Suelo y Vegetación dentro del Sistema Ambiental.

Cuencas hidrológicas.

El proyecto se encuentra en la región hidrológica 32 Yucatán Norte, específicamente en la cuenca Quintana Roo y la subcuenca Quintana Roo, según la Red Hidrográfica 2.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esta región es caracterizada por su compleja red de ríos subterráneos y cenotes que forman parte del sistema kárstico de la península de Yucatán. Esta cuenca es parte del sistema de cuencas hidrológicas que abarca la región y se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales permanentes debido a la geología kárstica de la zona.

Características de la Cuenca RH32A:

- **Geología:** La cuenca RH32A está formada principalmente por rocas calizas que han dado lugar a un sistema de acuíferos subterráneos. Estos acuíferos son esenciales para el suministro de agua en la región 1.
- **Aguas Superficiales y subterráneas:** La región cuenta con numerosos cenotes y humedales que son fuentes importantes de agua dulce y hábitats para diversas especies. Aunque no hay ríos permanentes, los acuíferos subterráneos proporcionan agua para el consumo humano, la agricultura y otros usos.
- **Conservación:** La cuenca RH32A es crucial para la conservación del agua y la biodiversidad en la Península de Yucatán.

Importancia Ecológica:

- **Biodiversidad:** La cuenca alberga una variedad de especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones subterráneas y de humedales.
- **Ecosistemas Sensibles:** Los acuíferos y cenotes son ecosistemas sensibles que requieren una gestión adecuada para evitar la contaminación y el sobreexplotamiento.

La cuenca RH32A es un componente vital del sistema hidrológico de la Península de Yucatán y su conservación es esencial para mantener la sostenibilidad de los recursos hídricos y la biodiversidad de la región.

Consulta Pública

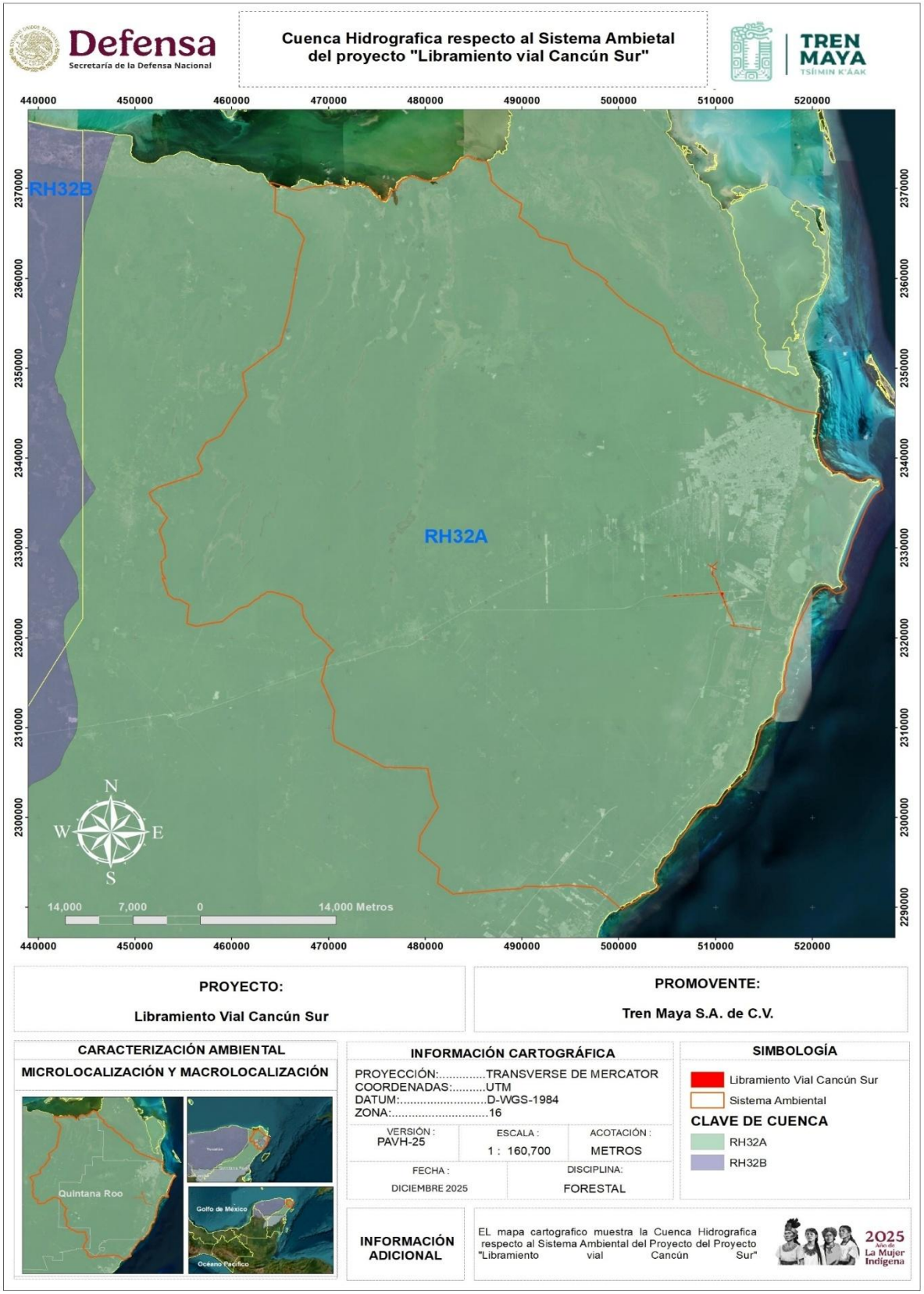


Figura IV.16: Sistema Ambiental con respecto a la Cuenca Hidrográfica.

La sub-cuenca RH32Aa es una subdivisión de la cuenca RH32A en la región hidrológica RH32 de la Península de Yucatán. Esta sub-cuenca, al igual que la cuenca principal, se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales permanentes debido a la geología kárstica de la zona, que incluye formaciones de roca caliza que han dado lugar a un sistema de acuíferos subterráneos.

Características de la Sub-cuenca RH32Aa:

- **Geología y Hidrología:** La sub-cuenca RH32Aa comparte las características geológicas y hidrológicas de la cuenca RH32A, con un predominio de acuíferos subterráneos que son cruciales para el suministro de agua en la región.
- **Aguas Superficiales y subterráneas:** Al igual que en la cuenca principal, la sub-cuenca RH32Aa contiene numerosos cenotes y humedales que son fuentes importantes de agua dulce y hábitats para diversas especies.
- **Recursos Hídricos:** La sub-cuenca proporciona agua para el consumo humano, la agricultura y otros usos, a través de los acuíferos subterráneos.

Importancia Ecológica:

- **Biodiversidad:** La sub-cuenca alberga una variedad de especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones subterráneas y de humedales.
- **Ecosistemas Sensibles:** Los acuíferos y cenotes son ecosistemas sensibles que requieren una gestión adecuada para evitar la contaminación y el sobreexplotamiento.

Consulta Pública

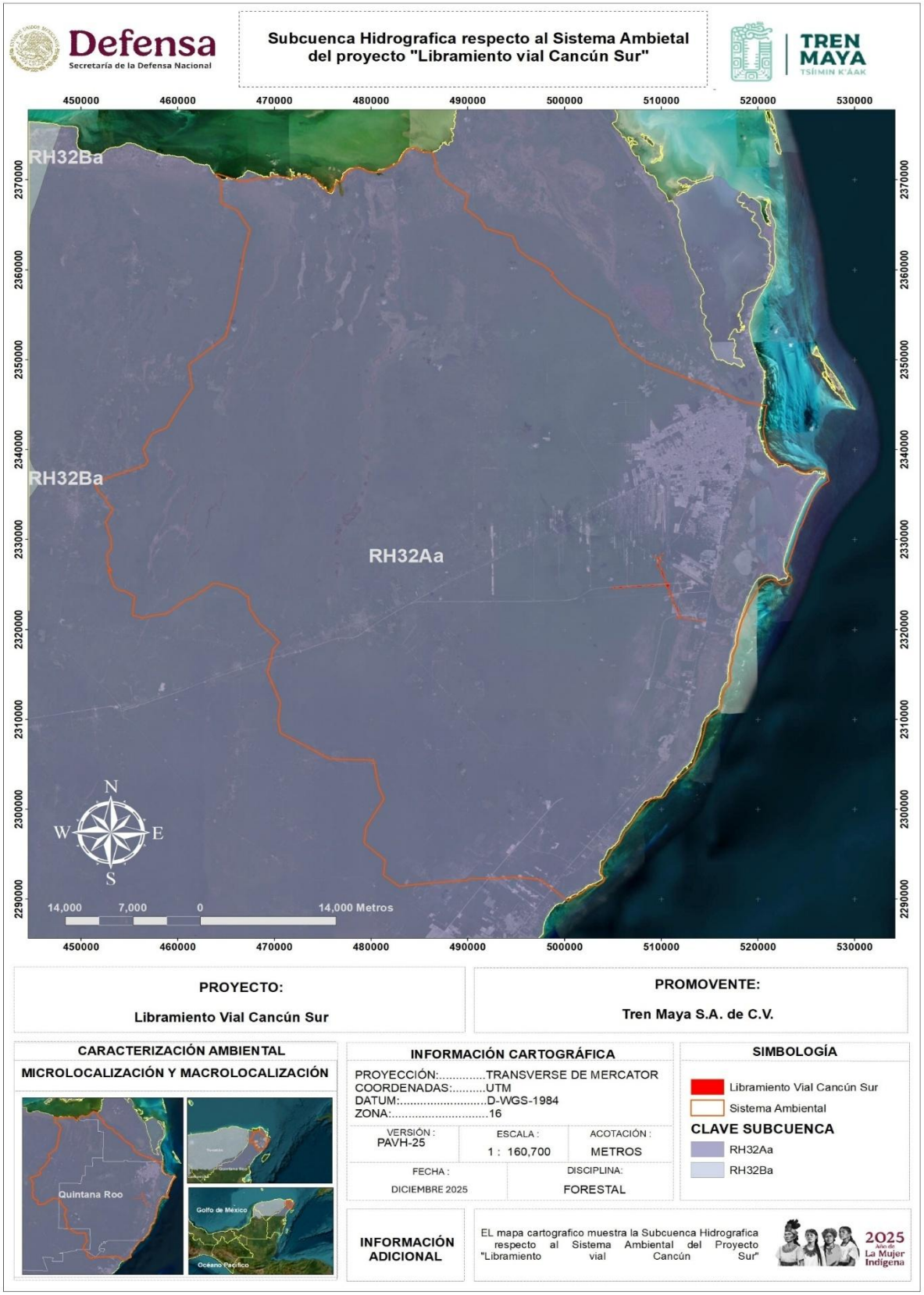


Figura IV.17: Sistema Ambiental respecto a la Subcuenca-Hidrográfica.

Las cuencas **RH32A** y **RH32Aa** son esenciales para la definición de un Sistema Ambiental (SA) debido a la convergencia de factores bióticos y abióticos en estas áreas. La comprensión y gestión de estos factores son fundamentales para evaluar y diseñar medidas de mitigación y compensación ambiental efectivas. A continuación, se describe la importancia de estas cuencas:

Factores Bióticos:

Ambas cuencas albergan una rica biodiversidad, incluyendo especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones subterráneas y de humedales. La identificación de estas especies y sus hábitats es crucial para la conservación de la biodiversidad y la implementación de medidas de protección. Las citadas cuencas contienen cenotes y humedales que son hábitats únicos y sensibles. La protección de estos ecosistemas es vital para mantener la salud ecológica de la región.

Los ecosistemas dentro de las cuencas están interconectados, lo que significa que las alteraciones en una parte de la cuenca pueden tener impactos en otras áreas. Esto hace que la gestión integral de las cuencas sea esencial para la sostenibilidad.

Factores Abióticos:

La geología kárstica de la región, caracterizada por formaciones de roca caliza, influye en la disponibilidad y calidad del agua. Los suelos en estas cuencas también juegan un papel importante en la infiltración y retención de agua. La presencia de acuíferos subterráneos en las cuencas RH32A y RH32Aa es fundamental para el suministro de agua en la región. Evaluar la capacidad de estos acuíferos y su vulnerabilidad a la contaminación es crucial para la gestión de los recursos hídricos.

El clima tropical de la región, con su régimen de lluvias y sequías, afecta los ciclos hidrológicos y, por ende, la disponibilidad de agua. La adaptación a las variaciones climáticas es necesaria para la gestión sostenible de las cuencas.

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental.

A continuación, se caracterizan los componentes del Sistema Ambiental (SA). La información presentada en este apartado es el resultado de una búsqueda, selección y análisis exhaustivo de datos a diferentes escalas, así como de trabajo de campo directo. Se utilizaron únicamente fuentes de información oficiales, incluyendo: INEGI (Instituto

Consulta Pública

Nacional de Estadística y Geografía), CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), etc.

Para la caracterización y análisis del SA, se emplearon varias herramientas especializadas para el manejo, procesamiento y modelado de datos, incluyendo: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Modelos de Información Geoespacial, Análisis Estadístico y Sensores Remotos

IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

IV.3.1.1 Medio abiótico.

a) Clima y fenómenos meteorológicos.

El objetivo del presente apartado es determinar la variación estadística de las variables meteorológicas que definen las condiciones históricas de la climatología en el Sistema Ambiental (SA) seleccionado para el proyecto de Libramiento Vial Cancún Sur. Para lograrlo, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la información meteorológica histórica disponible.

La caracterización del clima y la meteorología implica la descripción detallada de las variables que definen las condiciones climáticas de una región específica Este análisis considera el comportamiento de los principales parámetros meteorológicos, como las precipitaciones, la temperatura y los vientos. Se utilizaron datos históricos obtenidos de estaciones meteorológicas locales y fuentes oficiales. Dentro de este rubro se revisarán las siguientes temáticas:

I. Clima y fenómenos meteorologícos.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (1981), el subtipo de clima con mayor superficie en el Sistema Ambiental (SA) es el cálido subhúmedo, representando en su subtipo Aw0(x) por el 48.40% del área total y por el subtipo Aw1(x) en un 50.74%. Estos subtipos se caracterizan por tener una temperatura media anual mayor de 22°C y una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, respectivamente.

En la modificación de Enriqueta García (2004), el Grupo A se define 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°C2. Dentro del tipo climático Aw, que corresponde al clima cálido

Consulta Pública

subhúmedo con lluvias en verano, el subtipo Aw1 se refiere al cálido subhúmedo intermedio.

Tabla IV.7: Climas dentro del SA.

CLIMA	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (Ha)	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (%)
$Aw_0(x')$	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	174,772.82	48.40%
$Aw_1(x')$	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	183,265.47	50.74%
	Total	361,107.997	100

Consulta Pública

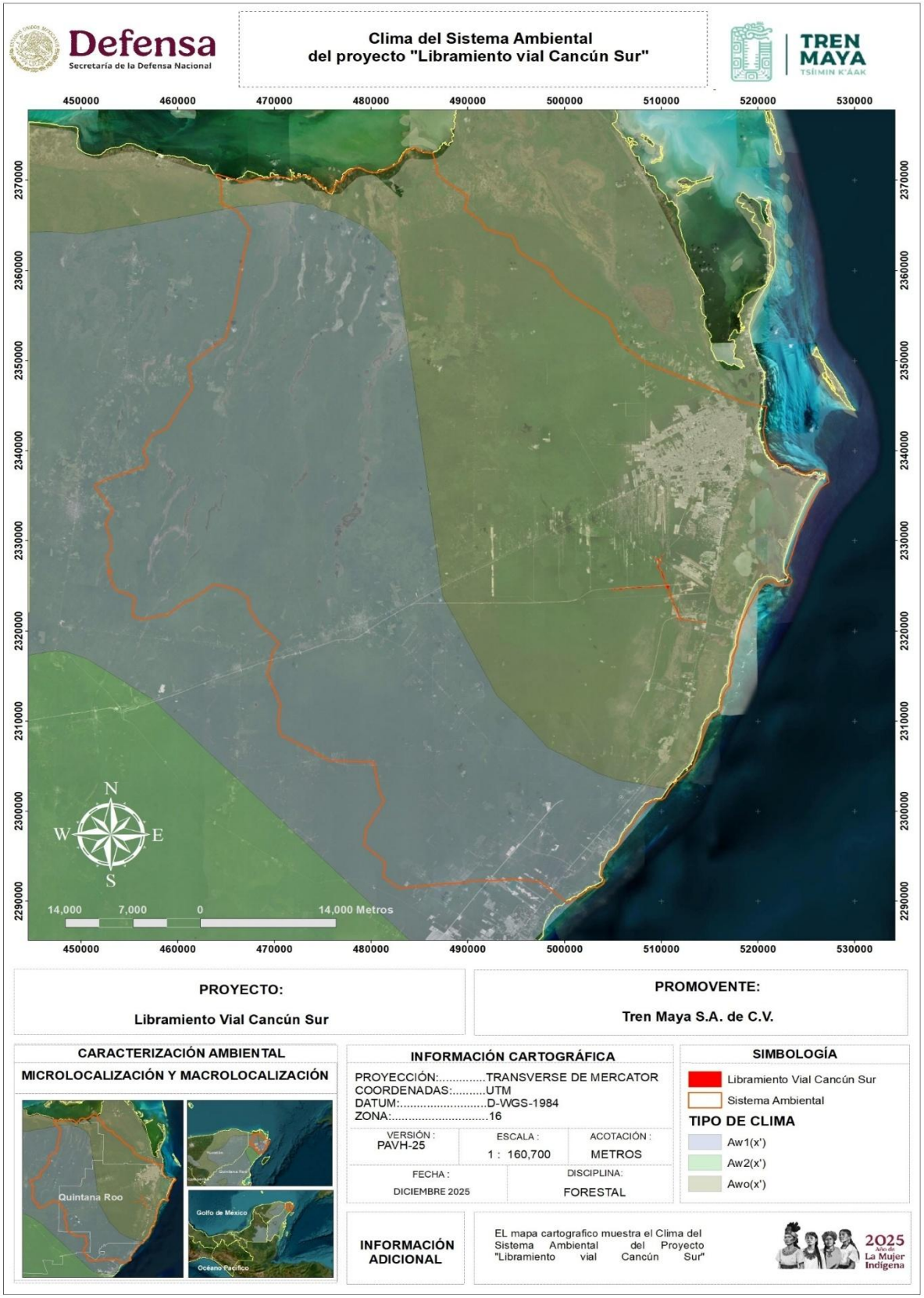


Figura IV.18: Climas dentro del SA.

II. Temperatura media anual.

De acuerdo con los datos históricos correspondientes a los años **1991-2025**, registrados por la estación climatológica Estación Cancún - 23155, de influencia directa para el Sistema Ambiental (SA) y la más cercana al proyecto con datos actualizados, encontramos que la temperatura correspondiente a la media normal anual es de **24.1 °C**.

Estos datos han sido recopilados y verificados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Comisión Nacional del +Agua (CONAGUA), quienes mantienen una red extensa de estaciones climatológicas en México. La información se ha obtenido a través de observaciones diarias y técnicas de análisis climático avanzadas, asegurando su precisión y relevancia para estudios ambientales y proyectos de desarrollo.

Tabla IV.8: Temperatura media normal promedio de la estación climatológica Estación Cancún - 23155.

ESTACIÓN CANCÚN - 23155	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MEDIA (°C)	24.1	24.8	25.1	26.5	27.9	28.6	29.4	30	29.6	28.7	27	26.5	24.1

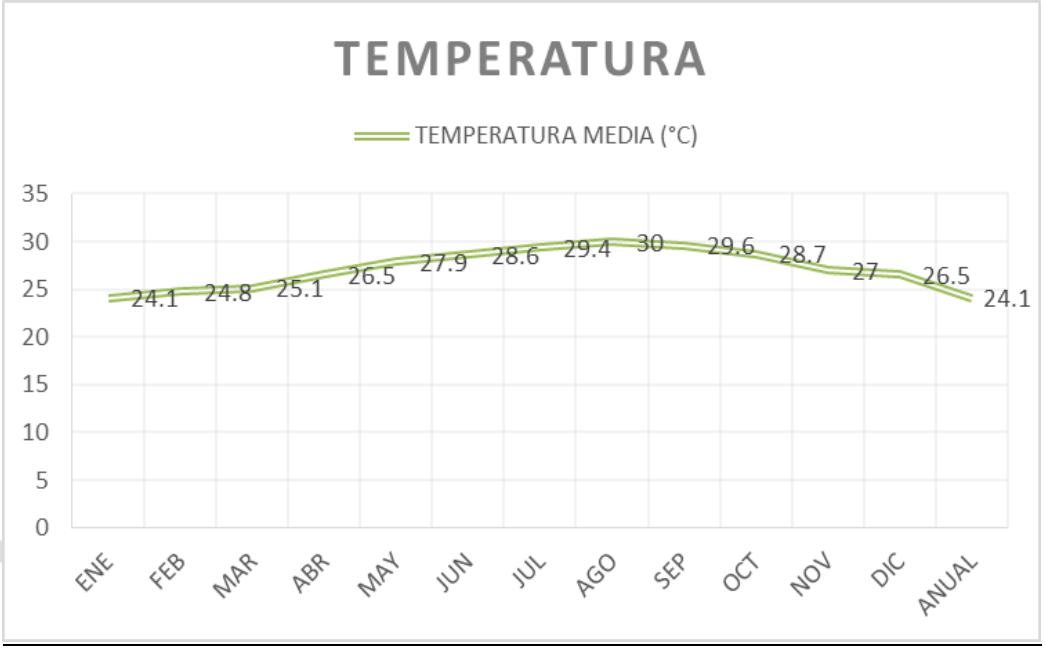


Figura IV.19: Temperatura media normal.

III. Precipitación.

La temporada de lluvias dentro del Sistema Ambiental se extiende de **mayo a noviembre**, siendo los meses más lluviosos septiembre y octubre. Durante esta temporada,

la precipitación promedio mensual puede alcanzar los **166 mm/m²**. Octubre es el mes con la mayor cantidad de lluvias, registrando un promedio de **166.81 mm de precipitación**. En contraste, los meses más secos registrados son enero y marzo, con una precipitación acumulada promedio de apenas **30 mm**.

De acuerdo con la estación meteorológica en el periodo de 2018 - 2024 la precipitación media normal mensual registrada fue de **1007 mm**.

Tabla IV.9: Precipitación normal mensual.

ESTACIÓN CANCÚN - 23155	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACIÓN (mm)	30	40	30	35	60	110	120	140	166	166.81	70	40	1007

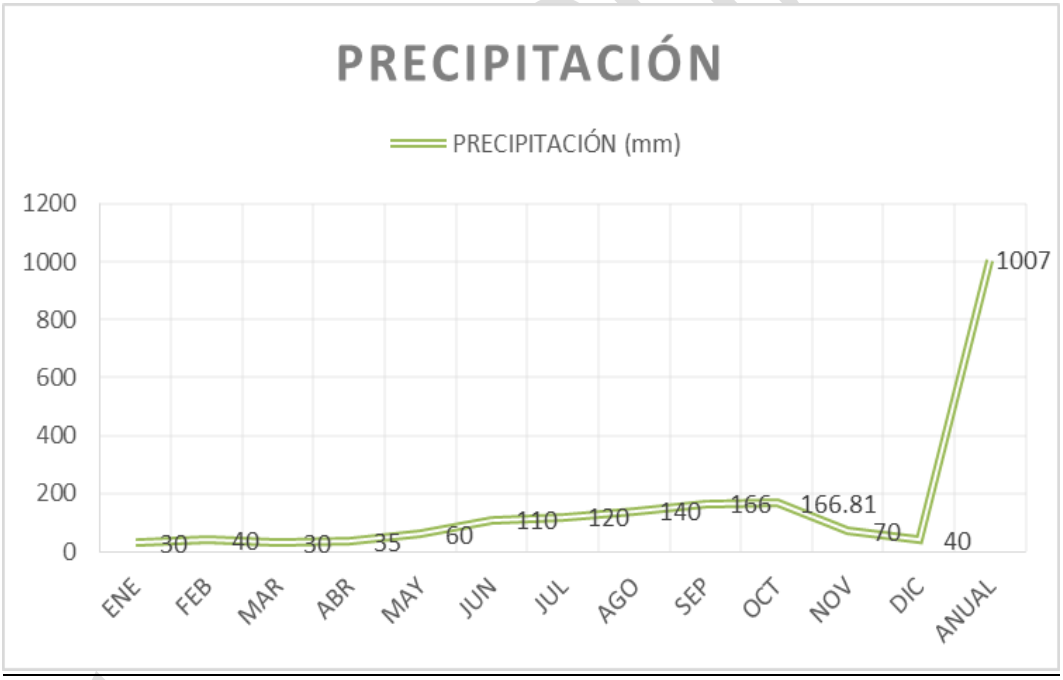


Figura IV.20: Precipitación anual.

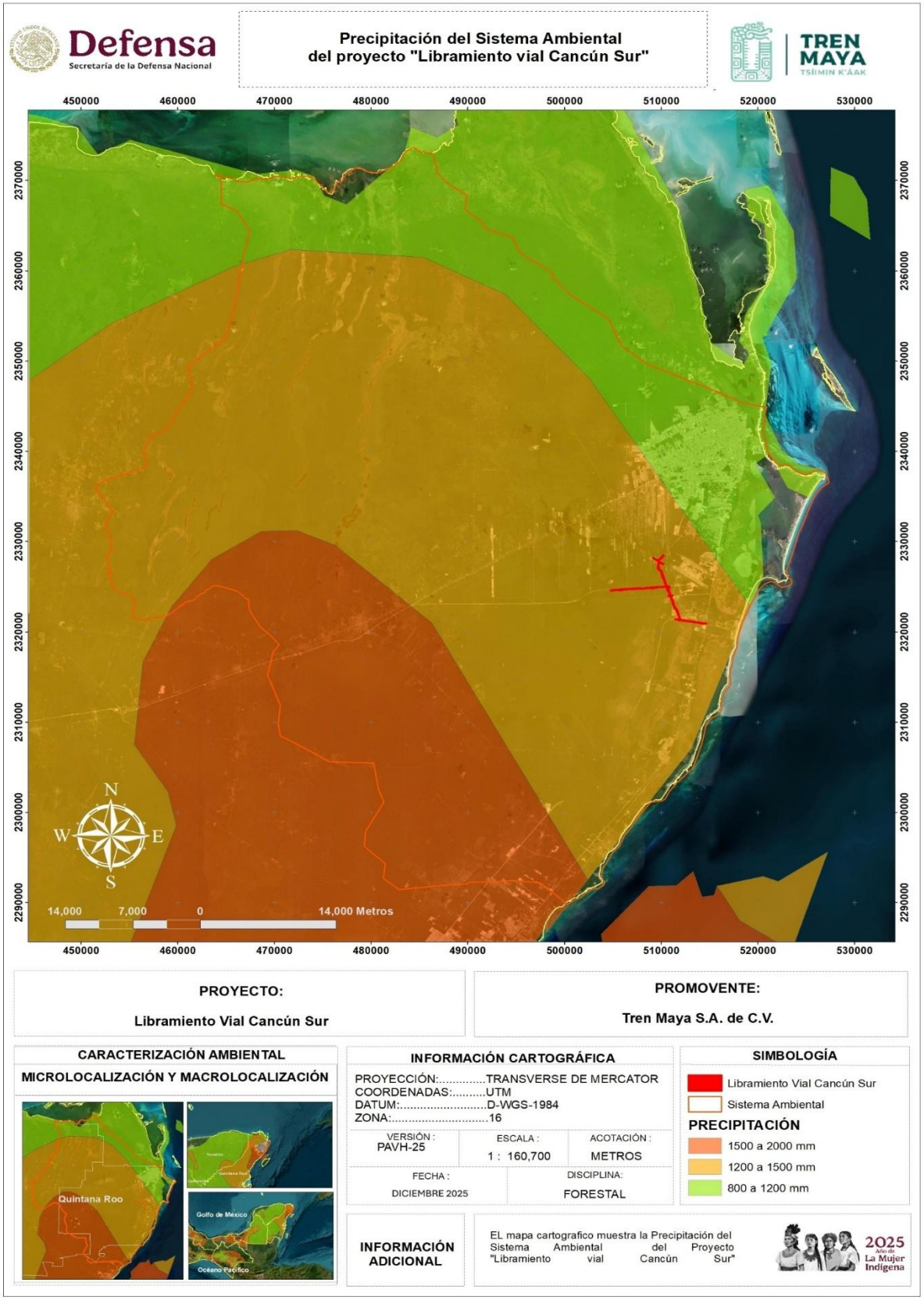


Figura IV.21: Precipitación en el Sistema Ambiental.

IV. Evapotranspiración.

La evapotranspiración normal de la estación climatológica Estación Cancún - 23155 se refiere a la cantidad de agua que se evapora y transpira de la superficie terrestre y las plantas, respectivamente, en condiciones promedio. Este valor es crucial para la planificación y gestión del agua en la región, especialmente en proyectos agrícolas y de conservación.

Los datos arrojados del año 2018 – 2024 muestran una temperatura media anual de **1,854 mm**.

Tabla IV.10: Evapotranspiración normal de la estación climatológica Estación Cancún - 23155.

ESTACIÓN CANCÚN - 23155	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
EVAPORACIÓN (mm)	124	115	135	145	160	175	185	190	180	165	150	130	1,854

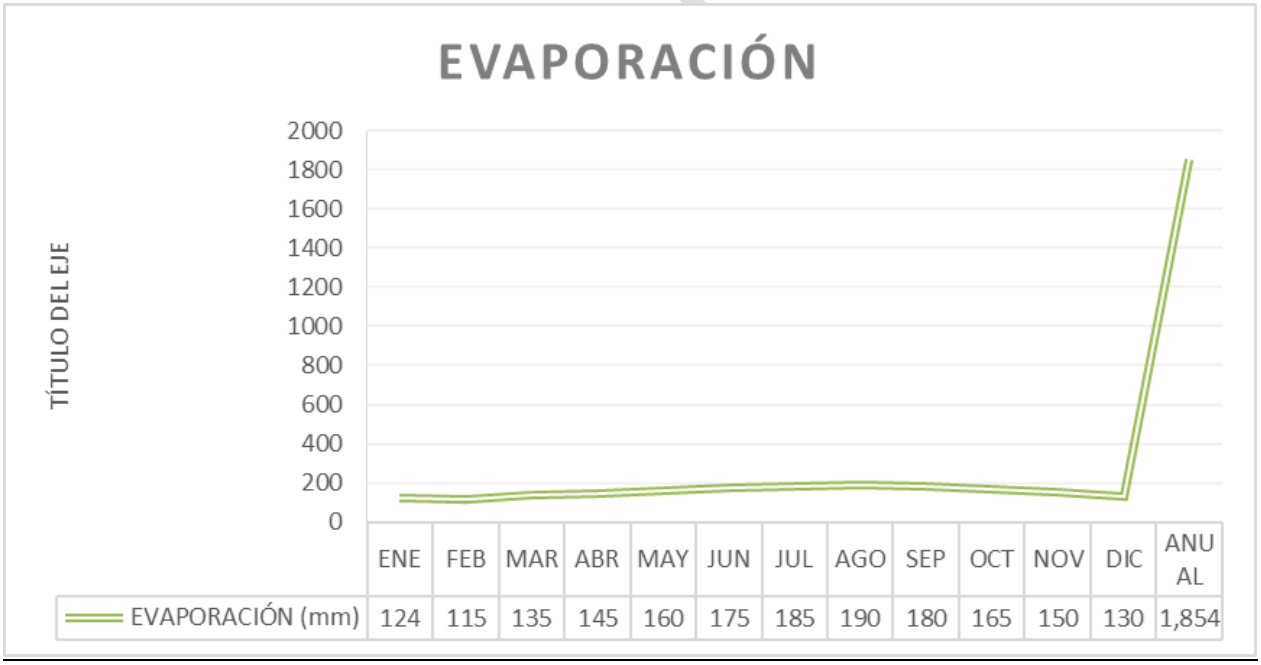


Figura IV.22: Evaporación en el SA.

V. Humedad relativa.

La humedad relativa promedio de la estación climatológica Estación Cancún - 23155 durante el período 2018-2024 muestra variaciones estacionales típicas de la región tropical.

En general, la humedad relativa en Cancún es alta durante todo el año debido a su proximidad al mar Caribe y la influencia de los vientos alisios.

VI. Sequía.

De acuerdo con el Atlas de Riesgo del Centro Nacional de Prevención de Desastres México (CENAPRED, 2020), el grado de riesgo por sequía en el Sistema Ambiental (SA) varía entre muy bajo y medio. Actualmente, la mayoría de los municipios del país no están experimentando sequía extrema, pero es importante continuar monitoreando y gestionando los recursos hídricos para evitar situaciones de estrés hídrico en el futuro.

Consulta Pública

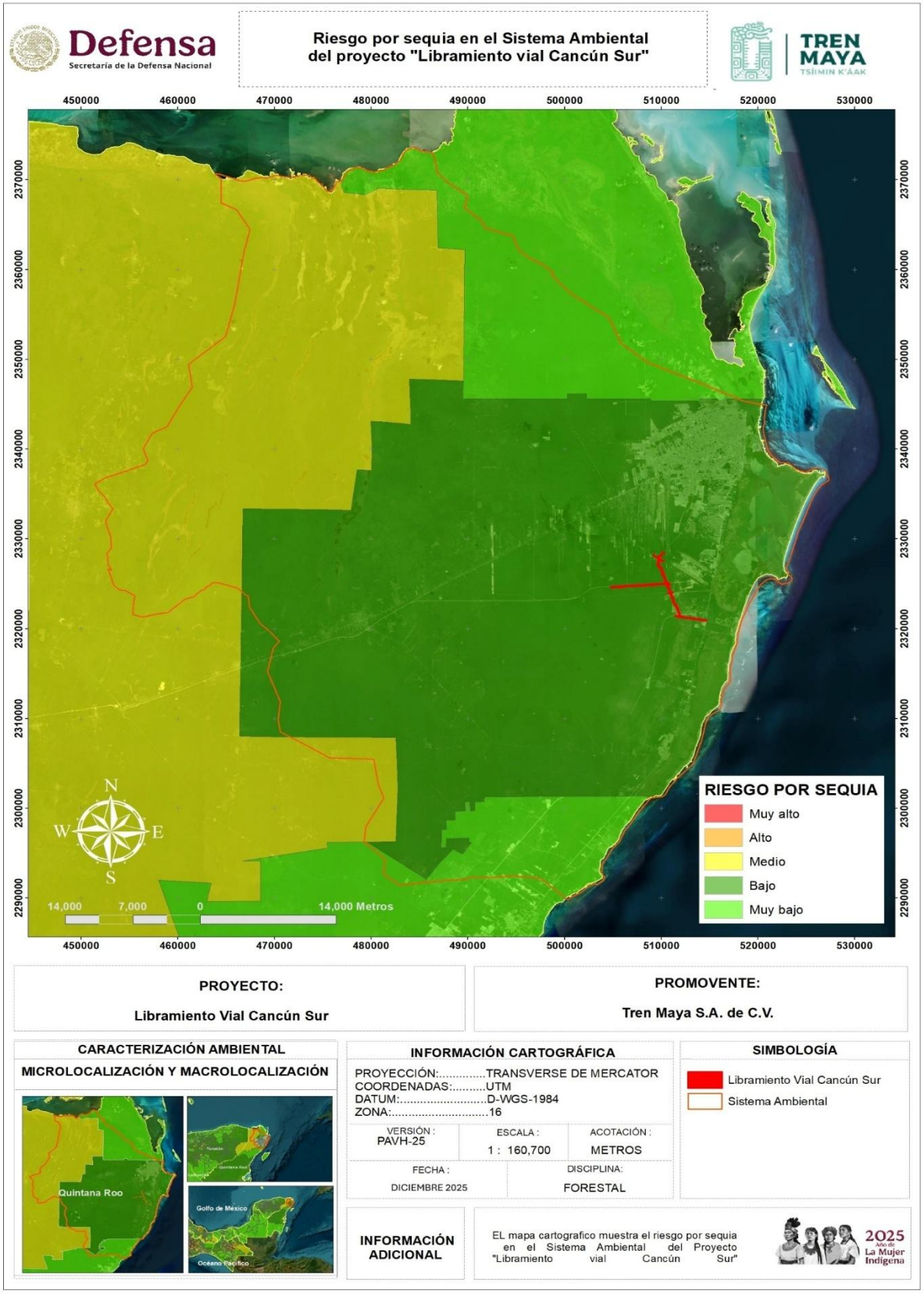


Figura IV.23: Riesgo por sequía en el Sistema Ambiental.

VII. Eventos extremos (Ciclones, Huracanes, Tormentas, etc).

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) identifica varios riesgos ecológicos en el estado de Quintana Roo. Algunos de los principales riesgos incluyen:

- Inundaciones: Debido a su ubicación geográfica y clima, Quintana Roo es propenso a inundaciones, especialmente durante la temporada de lluvias.
- Tormentas tropicales y huracanes: La región es vulnerable a fenómenos meteorológicos extremos, que pueden causar daños significativos a la infraestructura y el medio ambiente.
- Erosión costera: La erosión de las costas es un problema constante debido a la acción del mar y las tormentas.
- Desastres naturales: Otros riesgos incluyen incendios forestales y deslizamientos de tierra, que pueden afectar tanto a las áreas urbanas como rurales.
- Contaminación: La contaminación del agua y del aire es un riesgo ambiental que afecta tanto a la salud humana como a la biodiversidad local.

Estos riesgos son parte del Atlas de Riesgos del Estado de Quintana Roo, que integra información sobre fenómenos perturbadores a los que está expuesta la comunidad y su entorno.

Durante el período 2018-2024, la estación climatológica Estación Cancún - 23155 registró varios eventos extremos, incluyendo ciclones, huracanes y tormentas. Estos eventos son comunes en la región debido a su ubicación tropical y su proximidad al mar Caribe. Catalogados en grados de **Medio a Muy alto**.

Algunos de los eventos más significativos incluyen:

- Huracán Dean (2007): Es uno de los huracanes más destructivos registrados en la región.
- Huracán Wilma (2005): Otro huracán devastador que impactó fuertemente a Cancún.
- Tormenta tropical Gamma (2020): Causó inundaciones significativas y daños en la infraestructura.
- Huracán Zeta (2020): Impactó la región con fuertes vientos y lluvias torrenciales.

Consulta Pública

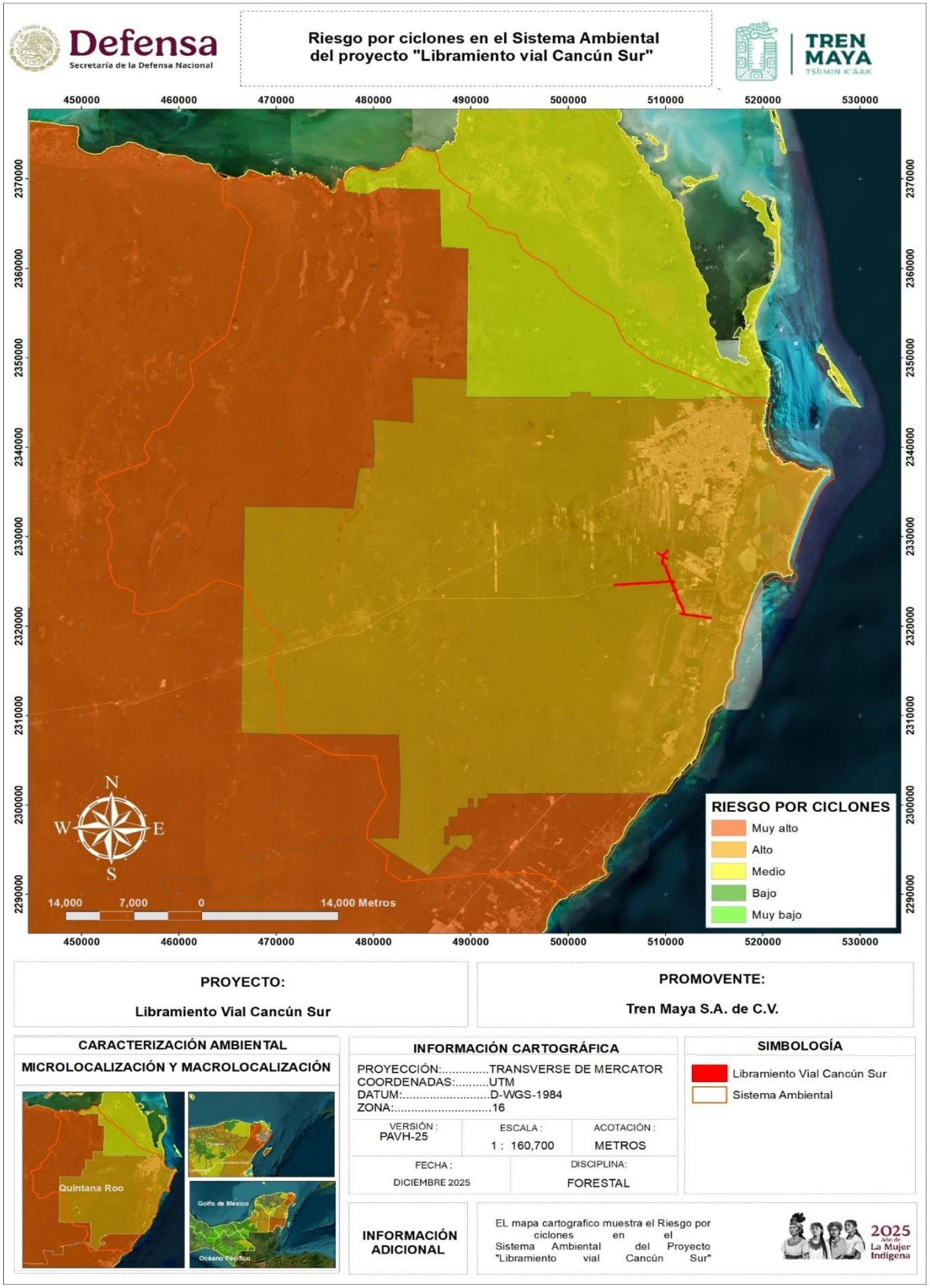


Figura IV.24: Riesgo por Ciclones Tropicales en el Sistema Ambiental.

b) Geología y geomorfología

I. Geología

El Proyecto se encuentra localizado en Quintana Roo, en la Península de Yucatán, región geológica compuesta principalmente por rocas sedimentarias calcáreas, evaporíticas y clásticas, formadas durante el Cenozoico y abarcando desde el Neógeno hasta la actualidad (Carballo-Parra, 2016; García, 1998).

La región ha experimentado procesos transgresivos-regresivos, donde el nivel del mar ha subido y bajado, dejando depósitos de diferentes tipos de sedimentos (Köppen, 1936). Huayacán presenta varios ambientes sedimentarios, incluyendo complejos arrecifales, playas de alta energía, megarrizaduras de fondo, dunas litorales y lagunas restringidas (Martínez-Rivera, Ordaz-Hernández, & Garatachia-Ramírez, 2020; Aguayo et al., 1980). Aunque la región es tectónicamente estable, es importante estar atento a fenómenos naturales como huracanes y erosión costera debido a su ubicación en el Caribe. La Península de Yucatán es conocida por sus aguas subterráneas y cenotes, depresiones naturales en la roca caliza que permiten el acceso al agua subterránea (Soto García et al., 2024).

La naturaleza porosa de los carbonatos que forman la Península de Yucatán, junto con el relieve topográfico prácticamente inexistente, 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 (Bauer-Gottwein et al., 2011). Este fenómeno resulta en una rápida recarga del acuífero, lo que es fundamental para el suministro de agua dulce en la región.

A pesar de la complejidad de este sistema, se ha concluido que el agua subterránea regional en el centro de la Península de Yucatán fluye hacia las costas. Este flujo se ve influenciado principalmente por ligeras diferencias en la elevación del terreno y por fracturas a escala regional, lo que permite que el agua subterránea se distribuya de manera eficiente a lo largo de la península (Bauer-Gottwein et al., 2011).

Además, es importante destacar que este sistema de acuíferos es crucial para la biodiversidad y los ecosistemas de la región. Los cenotes y cuevas subterráneas no sólo actúan como reservorios de agua, sino que también proporcionan hábitats únicos para diversas especies, algunas de las cuales son endémicas y están en peligro de extinción (Smart et al., 2006).

Consulta Pública

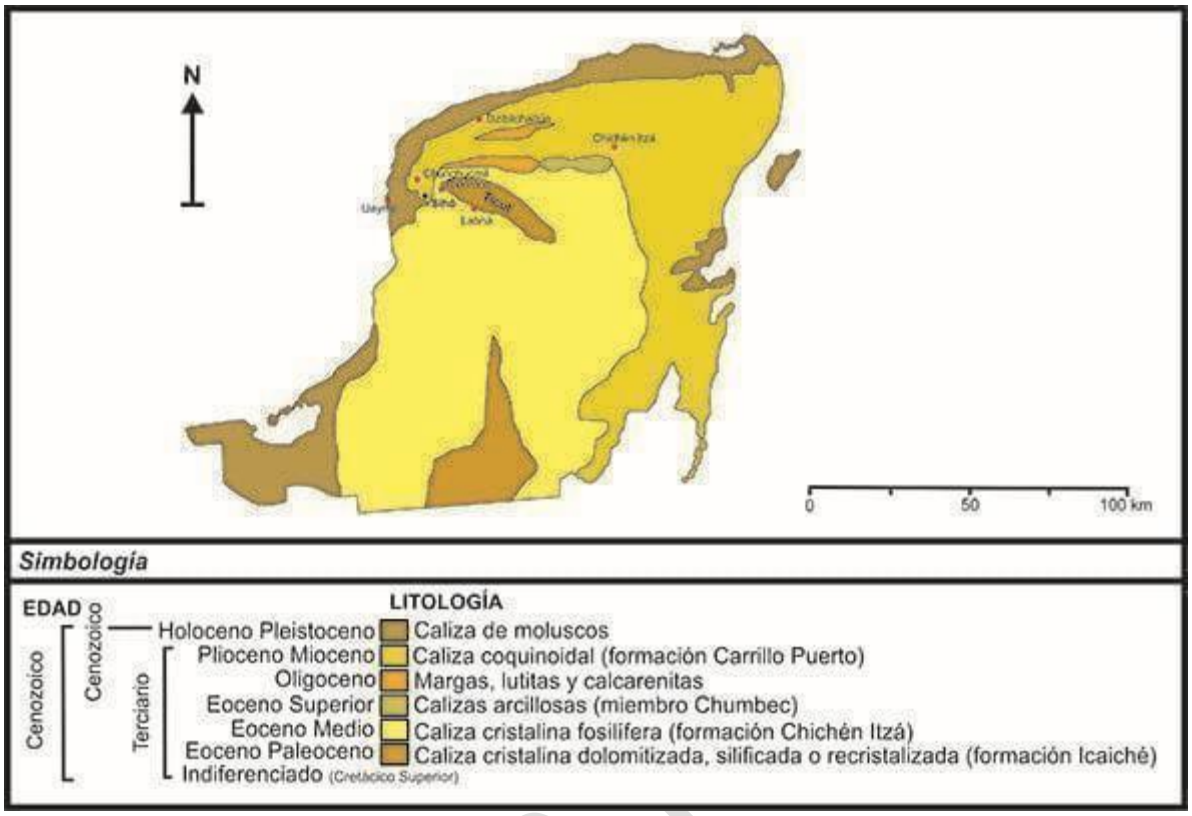


Figura IV.25: Litología, en el entorno geológico de la Península de Yucatán.

II. Geomorfología

La península de Yucatán se encuentra en el extremo sureste de la República Mexicana, ubicada aproximadamente entre los 18° y 21°30’ de latitud norte y los 87° y 90°30’ de longitud oeste. Esta región abarca los estados de Yucatán, Quintana Roo, más de la mitad del estado de Campeche y el norte de las repúblicas de Guatemala y Belice (Bautista et al., 2005). Con una extensión de 300,000 km², su área superficial es de poco más de 165,000 km² (Bauer et al., 2011). La península se asienta sobre una vasta plataforma compuesta por rocas evaporíticas y carbonatadas formadas a través de procesos de sedimentación, abarcando ocho unidades geológicas que van desde el Eoceno hasta el Cuaternario.

La Península de Yucatán destaca por su geomorfología única y fascinante, dominada por formaciones kársticas. Estas formaciones resultan de la disolución de rocas calcáreas, dando lugar a características como cenotes (pozos naturales), dolinas (depresiones) y sistemas de cuevas subterráneas (Ruiz-Martínez, Silva-Casarín, & Posada-Vanegas, 2013). En Huayacán, Quintana Roo, se encuentran terrazas marinas formadas debido a fluctuaciones en el nivel del mar durante distintos periodos geológicos. Estas terrazas son visibles en los acantilados y playas (Soto García et al., 2024). La región se caracteriza por una extensa planicie costera, que es relativamente plana y baja, con una

elevación promedio cercana al nivel del mar. Esto facilita la formación de playas y áreas de manglares (Ruiz-Martínez et al., 2013).

La combinación de estas características geológicas y geomorfológicas hace de la Península de Yucatán una región de gran interés científico y ecológico. La presencia de formaciones kársticas y terrazas marinas, junto con la planicie costera y los ecosistemas asociados, crea un entorno único que es vital para la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental de la región.

La región posee una gran cantidad de dolinas, cenotes, microcúpulas kársticas, lagunas y llanuras de inundación, estas últimas varían en tamaño desde unos pocos metros hasta varios kilómetros. La geomorfología de la zona costera incluye playas que se extienden hacia el este con un alineamiento NE-SW, manifestándose como playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales marinos (CONAGUA, 2020).

De acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la superficie total del área de estudio Sistema Ambiental del Proyecto Libramiento Vial Cancún Sur, en Quintana Roo, con una superficie de 361,107.997 has, se compone en un 81.21% de calizas del sistema Ts(cz), un 9.26% de caliza sedimentaria del sistema Tpl(cz) del periodo terciario, y el 9.51% restante, clasificado como Q(s), corresponde a material palustre. Estas clasificaciones reflejan la diversidad y complejidad del paisaje geológico de la región, lo anterior de acuerdo a los datos obtenidos del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Tabla IV.11: Superficie por tipo de roca en SA.

Tipo de Roca	Era Geológica	Sistema	Clave Geológica	Superficie De Incidencia (Ha)	Superficie De Incidencia (%)
Caliza Sedimentaria	Cenozoico	Neógeno	Ts(cz)	290,330.13	81.21%
Caliza Sedimentaria	Cenozoico	Terciario	Tpl(cz)	33,454.33	9.26%
Suelo	Cenozoico	Cuaternario	Q(s)	34,980.91	9.51%
			Total	**361,107.99**	**100**

Consulta Pública

III. 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 de Yucatán. Esta península se caracteriza por una inclinación que va de sur a norte, y está limitada en sus tres lados por pendientes continentales escalonadas que descienden abruptamente hacia las profundidades abisales del Golfo de México. Una característica distintiva de esta región es la presencia de arrecifes de coral en la periferia y terrazas sumergidas que se relacionan con antiguas líneas de costa. La plataforma emergida de la península de Yucatán se encuentra limitada por las costas y se divide en tres regiones principales:

- Una planicie interior ubicada al norte y al este.
- Un área de elevaciones (cerros y lomas) que se extiende hacia el sur.

Esta plataforma ha sido descrita como una formación masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida en dos regiones fisiográficas: una planicie al norte y una región de colinas al sur que se extiende hasta el norte de Guatemala. La falta de drenaje superficial en la región significa que toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas y otras aberturas en el terreno rocoso. El suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones, así como en las fisuras de las rocas. A pesar de esto, la región soporta una vegetación tropical densa, compuesta por árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

La región queda comprendida en la provincia Fisiográfica denominada "Península de Yucatán". Debido a sus características, también se le denomina "Plataforma Calcárea de Yucatán", caracterizada por su superficie sensiblemente plana, especialmente en la parte norte de la península, y lomeríos prolongados de gran altura que constituyen el anticlinal que delimita los estados de Campeche y Quintana Roo.

En el Sistema Ambiental existen una gran cantidad de dolinas, cenotes, microcúpulas kársticas, lagunas y llanuras de inundación, estas últimas con dimensiones que varían desde metros hasta kilómetros, presentando formas circulares, alargadas e irregulares. Estas geoformas están asociadas a un fracturamiento que se manifiesta en el área de Cobá, Yucatán, con el mayor grado de karsticidad y una orientación muy variada. Hacia la costa, el alineamiento se presenta de NE a SW, con playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales marinos (CONAGUA, 2020).

Consulta Pública

IV. Fisiografía

El área de Huayacán, Quintana Roo 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.

La fisiografía de Quintana Roo se caracteriza por su relieve predominantemente plano, con algunas colinas bajas y ondulaciones. La región está formada principalmente por rocas calcáreas, lo que da lugar a formaciones cársticas como cenotes, dolinas y cuevas. La península de Yucatán, en la que se encuentra Quintana Roo, es conocida por su suelo calcáreo que permite la formación de extensas redes de agua subterránea (Ruiz-Martínez, Silva-Casarín, & Posada-Vanegas, 2013).

Además, la región cuenta con una planicie costera que se extiende a lo largo de su litoral, facilitando la formación de playas y manglares. Los manglares son especialmente importantes para la protección de la costa y la biodiversidad local (Soto García et al., 2024). También se encuentran terrazas marinas que son evidentes en los acantilados y playas, formadas por fluctuaciones en el nivel del mar a lo largo de diferentes periodos geológicos (Ruiz-Martínez et al., 2013).

Debido a la naturaleza calcárea de la plataforma, se encuentran exclusivamente geomorfos de calizas, propios del sistema kárstico. En el sector norte, se ubican áreas de llanos fosetados con numerosas depresiones y fosas (cenotes), las cuales carecen de un drenaje superficial. Hacia el oriente, las zonas costeras presentan marismas y arrecifes de coral en la parte marítima. El resto de la plataforma es ligeramente más elevado y cuenta con numerosas lomas bajas y colinas, que están separadas de los llanos fosetados por un escarpe con orientación noroeste-sureste.

V. Riesgos geológicos

Fallas y zonas de fracturas

Consulta Pública

Estos riesgos geológicos son parte del **Atlas Nacional de Riesgos** del CENAPRED, que proporciona información detallada sobre los fenómenos naturales que pueden afectar a la región y ayuda a las autoridades y la población a tomar decisiones informadas para mitigar estos riesgos.

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.

En Quintana Roo, algunas de las fallas y fracturas más cercanas incluyen:

1. **Falla de Cancún**: Esta falla se encuentra en la zona de Cancún y es una de las más conocidas en la región.
2. **Falla de Chetumal**: Ubicada cerca de la ciudad de Chetumal, esta falla también es significativa en términos de riesgos geológicos.
3. **Fracturas en la Península de Yucatán**: La Península de Yucatán, que incluye a Quintana Roo, es una zona kárstica con una alta densidad de fracturas y fallas

De acuerdo con la información vectorial del conjunto de datos geológicos serie I de INEGI (2013), dentro del sistema ambiental hay presencia de 9 fracturas al Sur, además fuera del SA se encuentran algunas dolinas al Este del proyecto.

Peligro geológico por disolución kárstica

En Quintana Roo, el peligro geológico por disolución kárstica es significativo debido a la presencia de rocas carbonatadas, como la caliza, que son fácilmente solubles. Este proceso puede llevar a la formación de dolinas, sumideros y cavernas, lo que aumenta el riesgo de subsidencia y colapsos. Estos fenómenos pueden afectar tanto a la infraestructura como a la seguridad de las personas que viven en áreas kársticas.

1. **Formación de Dolinas y Sumideros**: La disolución de rocas calizas crea cavidades subterráneas que pueden colapsar y formar dolinas y sumideros en la superficie. Este

Consulta Pública

proceso es especialmente común en áreas con alta precipitación y fluctuaciones del nivel freático (Hernández Aguilar, 2023).

2. **Subsidencia y Colapsos**: La subsidencia del suelo debido a la disolución kárstica puede causar el hundimiento gradual del terreno, mientras que los colapsos pueden ser eventos súbitos y catastróficos. Ambos fenómenos representan un riesgo para la infraestructura y las edificaciones (Espinasa Pereña, 2024).
3. **Impacto en Infraestructura**: Los colapsos y hundimientos pueden dañar carreteras, edificios y otras infraestructuras esenciales, afectando significativamente a la economía y la seguridad de la población local (González Hita, 2023).

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 Yucatán 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 compuesto por calizas masivas o de estratos delgados con echados subhorizontales de 2° al pie de ladera, 10° sobre los flancos y 15° 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 60 m y pendientes agrupadas en rangos de 20 y 40%.

Riesgos por Sismos

La Península de Yucatán se encuentra en una zona de baja sismicidad, lo que significa que los sismos en esta región son poco frecuentes y generalmente de baja magnitud.

Consulta Pública

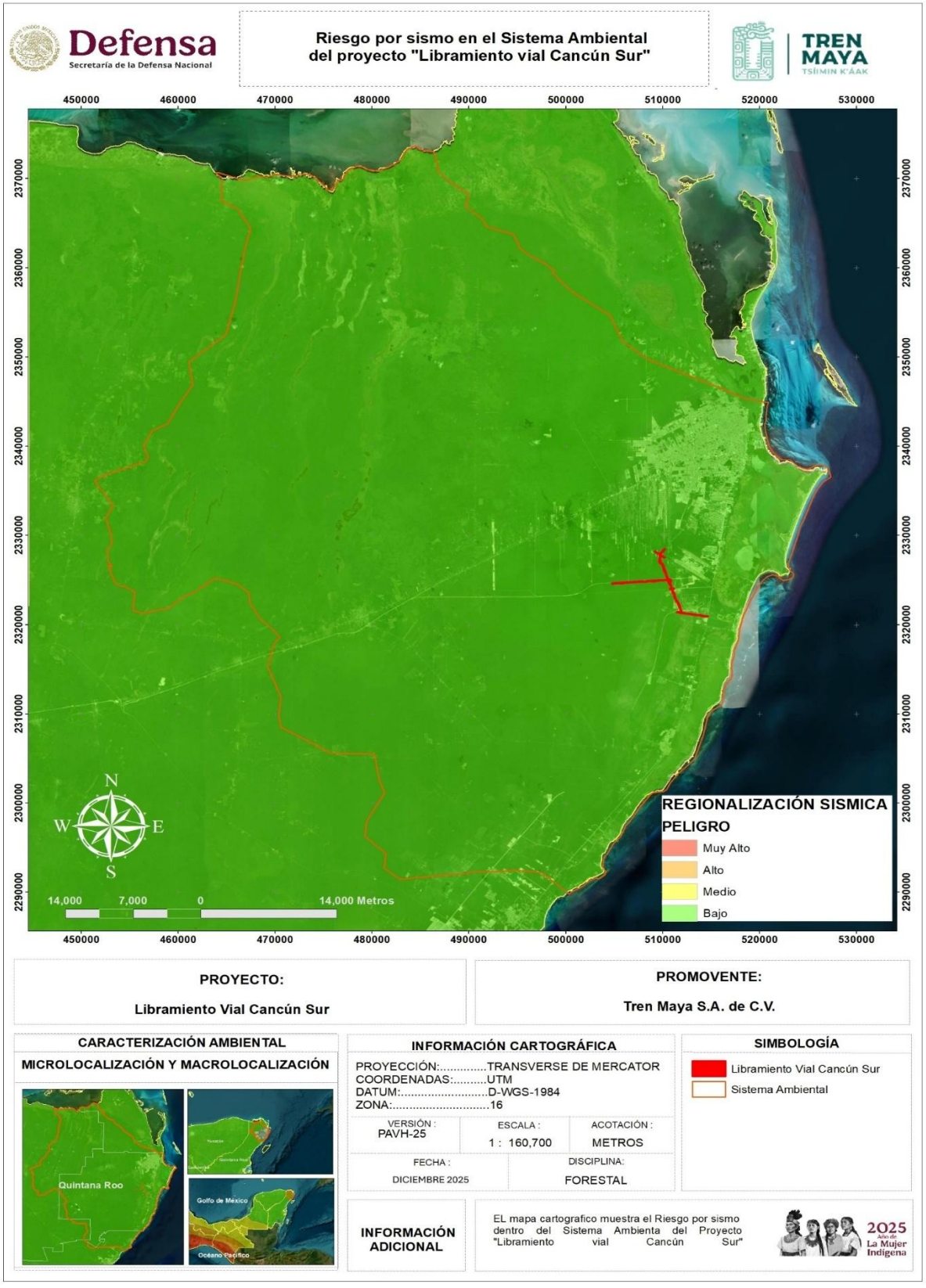


Figura IV.26: Riesgo por sismicidad en el Sistema Ambiental.

Riesgos Sísmicos en la Península de Yucatán

1. Sismos Intraplaca: Estos sismos ocurren dentro de una placa tectónica en lugar de en los límites entre placas. Aunque la Península de Yucatán no está en el límite de choque entre placas tectónicas, puede experimentar sismos intraplaca debido a las fuerzas acumuladas en la corteza terrestre.
2. Efectos de Sismos Cercanos: La península puede sentir los efectos de sismos originados en áreas cercanas, como las Islas Caimán o la región del Caribe. Por ejemplo, un sismo de magnitud 7.6 registrado el 8 de febrero de 2025 en las Islas Caimán provocó alertas en 11 municipios de la Península de Yucatán.

c) Suelos

Para realizar la descripción de los suelos del SA localizado en la porción Norte 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 del SA se encuentran presente seis unidades de suelo: Luvisol (LV), Histosol (HS), Leptosol (LP) y Solonchak (SC), Arenosol (AR) y Gleysol(GL)

De estos, el Leptosol representa la mayor superficie (86.07%), seguido del Solonchak (6.46%), el Gleysol (3.02%), el Luvisol (1.27%), el Histosol (0.14%) y el Arenosol (0.52 %). El resto de la superficie del SA lo completan los cuerpos de agua y los asentamientos urbanos y rurales (localidades).

Tabla IV.12: Tipos de Suelo en el Sistema Ambiental.

Tipo de Suelo	Clasificador	Clave Edafológica	Superficie de Incidencia (Ha)	Porcentaje de Incidencia (%)
LEPTOSOL (LP)	Húmico (hu)	LPhuli+LVhulep+LPhurz/2	48,811.57	14.12%
	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli+LVhulen/3R	1,109.90	0.28%
	Húmico (hu)	LPhuli+LPhurz/2	4,304.78	1.10%
	Húmico (hu)	LPhuli+LPhurz/3	345.5	0.09%
	Húmico (hu)	LPhurz+CMhulen/3	294.71	0.08%
	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli/2	478.09	0.12%
	NO	LPhuli+AReuh/2	94.97	0.02%
	NO	LPhurz+SChu/2	224.85	0.06%
	Húmico (hu)	LPhuli+LPhurz+PHlep/2R	224,805.19	63.68%
	Húmico (hu)	LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	25,421.73	6.52%
	Arénico (ar)	ARcaso+SCarso/1	944.67	0.24%

Consulta Pública

Tipo de Suelo	Clasificador	Clave Edafológica	Superficie de Incidencia (Ha)	Porcentaje de Incidencia (%)
ARENOSOL (AR)	szh	ARcasoh+SCszhsoh+SCgl/1	20	0.01%
	NO	AReuhso/1	63.92	0.02%
	Húmico (hu)	AReuh+LPhurz/1	990.42	0.25%
GLEYSOL (GL)	Húmico (hu)	GLcamo+LPhurz/3	1,541.85	0.40%
	NO	GLcamo/3	7,307.05	1.87%
	Húmico (hu)	GLmo+LPhuli+LPhurz/3	1,547.98	0.40%
	NO	GLhu/3	72.22	0.02%
	NO	GLmo+GLca/3	1,285.91	0.33%
HISTOSOL (HS)	NO	HSeuhfo+GLhum+LPhuli/3R	536.61	0.14%
LUVISOL (LV)	NO	LVhulep+LVcr+LPhurz/3	4,332.86	1.11%
	NO	LVhulen+VRcr/3	634.9	0.16%
SOLONCHAK (SC)	Hiposálico (szw)	SCarso+GLszwso+LPhurz/1	4,324.31	1.11%
	NO	SCglsoh+GLhum+LPhuli/2	1,210.73	0.31%
	Hiposálico (szw)	SCglso+GLszwhu+LPhurz/2	2,804.80	0.72%
	Hiposálico (szw)	SCglsoh+GLszwhu+LPhurz/2	3,347.42	0.86%
	NO	SChugl+GLmo/3	214.76	0.06%
	Húmico (hu)	SChu+LPhurz/3	3,355.78	0.86%
	NO	SCgl+SCmo/3	2,196.52	0.56%
	NO	SCha+AReuh/1	6,385.72	1.64%
	NO	SCha/1	158.73	0.04%
	NO	SCha/3	1,115.92	0.29%
	NO	SCmo+SCgl/2	19.66	0.01%
H2O	NA	H2O	4,825.91	1.24%
ZU	NA	ZU	3,458.40	0.89%
SD	SD	SD	2,519.73	0.39%
		TOTAL	**361,107.997**	**100.00%**

Tabla IV.13: Resumen tipos de Suelo en el Sistema Ambiental.

Tipo de Suelo	Hectáreas de Superficie	Porcentaje
LEPTOSOL	305,891.29	86.07%
ARENOSOL	2019.01	0.52%
GELYSOL	11,755.01	3.02%
HISTOSOL	536.61	0.14%

Consulta Pública

Tipo de Suelo	Hectáreas de Superficie	Porcentaje
LUVISOL	4,967.76	1.27%
SOLONCHAK	25,134.35	6.46%
H20	4,825.91	1.35%
ZU	3,458.40	0.96%
SD	2,519.73	0.39%

Consulta Pública

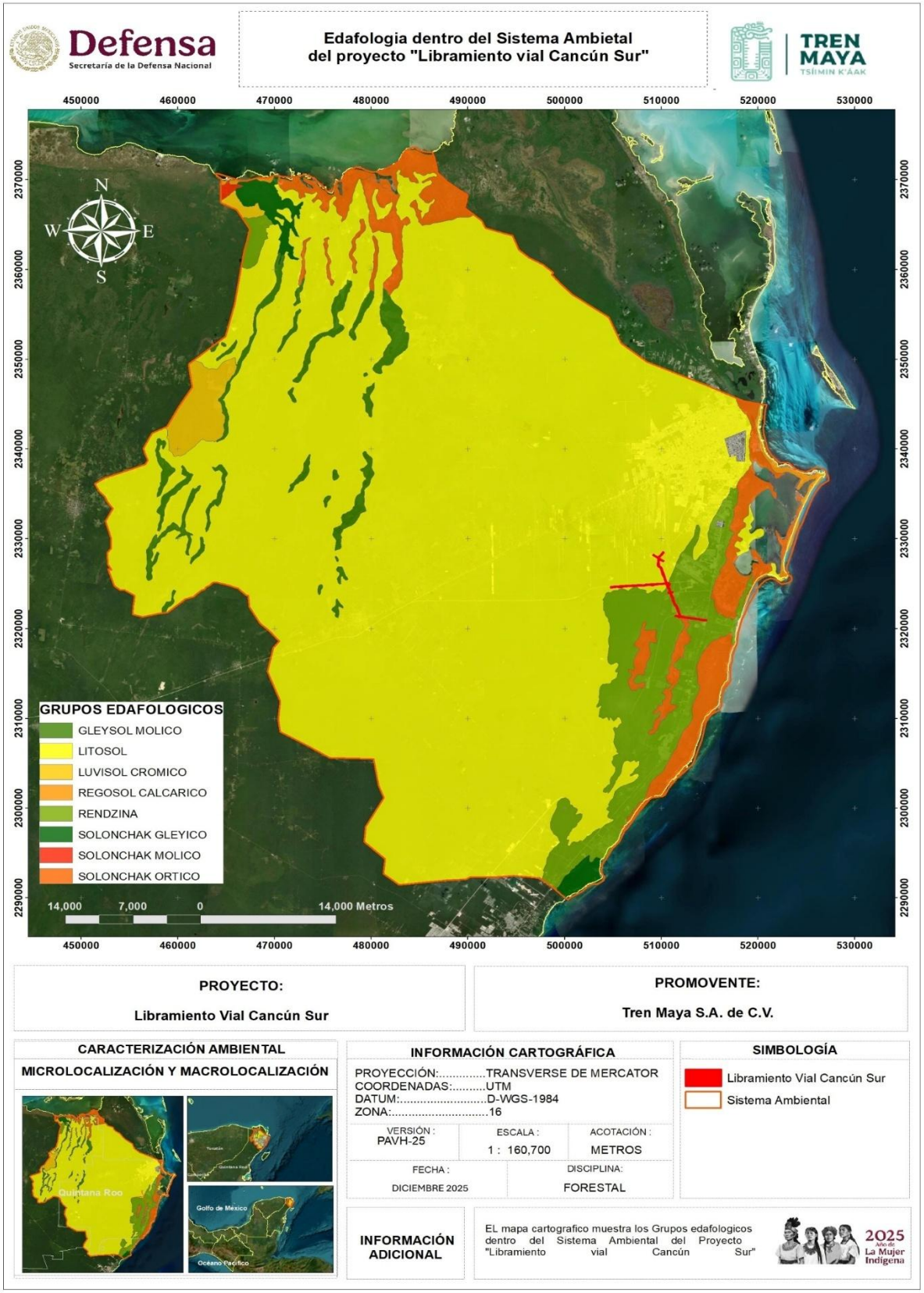


Figura IV.27: Mapa de grupos edafológicos en el SA.

Leptosol (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 Solonchak 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).

Luvisol (LV)

Los Luvisoles se distinguen por la acumulación de arcilla en el horizonte B, formada por la lixiviación de materiales finos desde los horizontes superiores. El horizonte superior (A) de estos suelos suele estar bien desarrollado y es rico en materia orgánica. Este horizonte está compuesto por la descomposición de materiales vegetales y animales. Generalmente, los Luvisoles presentan un color claro en el horizonte superior (A), mientras que el horizonte de acumulación de arcilla (B) puede ser más oscuro debido a la mayor presencia de minerales y materia orgánica. La textura de los Luvisoles puede variar, pero típicamente tienen una textura franca arcillosa, lo que les proporciona una buena capacidad para retener agua y nutrientes. Estos suelos son generalmente fértiles debido a la acumulación de arcilla y materia orgánica, lo que los hace adecuados para la agricultura y la producción de cultivos. Los Luvisoles suelen tener un pH moderadamente ácido a neutro, lo que es favorable para el crecimiento de una amplia variedad de plantas. Aunque tienen una buena capacidad de retención de agua, los Luvisoles también permiten un buen drenaje, evitando el encharcamiento y la acumulación de sales. Los Luvisoles se encuentran en diversas regiones del mundo, incluyendo zonas templadas y tropicales, y son comunes en áreas con una vegetación densa y un clima que favorece la lixiviación.

Consulta Pública

Phaeozem (PH)

Los suelos Phaeozem son un tipo de suelo muy fértil y productivo, conocido por sus excelentes propiedades para la agricultura. Tienen un horizonte superior (A) muy oscuro, debido a la alta acumulación de materia orgánica, lo que les da un color característico. Estos suelos son extremadamente fértiles y ricos en nutrientes, lo que los hace ideales para el cultivo de una amplia variedad de plantas y cultivos. La estructura de los Phaeozem es granular, lo que facilita la aireación del suelo y el movimiento del agua, favoreciendo el crecimiento de las raíces de las plantas. Su pH es neutro a ligeramente ácido, lo que es favorable para el crecimiento de muchas especies vegetales. Además, tienen una buena capacidad para retener agua, lo que ayuda a mantener la humedad adecuada para el crecimiento de los cultivos. Los Phaeozem se encuentran principalmente en regiones templadas y subtropicales, en áreas con praderas y pastizales. Suelen contener una buena cantidad de minerales esenciales para el crecimiento de las plantas, como calcio, magnesio y potasio. Estos suelos tienen una buena permeabilidad, permitiendo el drenaje adecuado del exceso de agua y evitando problemas de encharcamiento.

Agua

El proyecto se encuentra ubicado en una zona con una moderada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. A continuación, se mencionan aspectos particulares del proyecto analizada con base en las aguas superficiales y subterráneas, así como en los aspectos de calidad del agua.

I. Hidrología superficial

El SA se ubica en la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán (RHA-XII), que comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, la RHA-XII está hidrológicamente conformada por las Regiones Hidrológicas (RH) 30, 31, 32 y 33 en las cuales los parteaguas de sus microcuencas quedan incluidos en los límites políticos de los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche.

Asimismo, el área del proyecto (AP) incluye su totalidad al interior de la Región Hidrológica No. 32 Yucatán-Norte (RH32). La RH32 Yucatán Norte (Yucatán) que se divide en cuenca A Quintana Roo y cuenca B Yucatán, en esta primera está dentro de la cual se ubica el SA y el AP en solicitud. Las únicas aguas superficiales de importancia de la Península de Yucatán son los ríos Palizada, Candelaria y Champotón, en el estado de Campeche, y el

Consulta Pública

Hondo, en Quintana Roo; otros escurrimientos son los ríos Chumpán y Mamantel en Campeche, y el arroyo Ucum o río Escondido, en Quintana Roo. En el resto de la Región los arroyos superficiales son intermitentes, funcionan solamente cuando tienen suficiente carga hidráulica y normalmente se descargan en sumideros.

Región hidrológica No. 32 Yucatán Norte (Yucatán)

La RH32 abarca parte de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, comprende una extensión total de 56 443 km2; en el estado comprende las porciones centro, este y Norte, cubre un área que equivale a 94.67%, sus límites son: al Norte el Golfo de México, al Este Quintana Roo, al Sur la RH33 y al Oeste Campeche y el Golfo de México.

II. Hidrología subterránea

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, la hidrogeología trata del estudio integral del agua subterránea, su distribución y evolución en tiempo y espacio en el marco de la geología, mientras que la geohidrología se encarga de estudiar el comportamiento del agua en el ambiente geológico según las leyes de la hidráulica. Comprende la hidráulica de pozos, es decir de perforaciones para obtener agua con diferentes fines y el control de su comportamiento en el entorno, según el tipo de material perforado. El abastecimiento de agua dulce en México proviene principalmente del subsuelo, más del 70% del recurso utilizado en la ciudades, industrias y actividades agrícolas es de origen subterráneo (Hatch, 2018).

Para el ordenamiento y gestión del agua subterránea en México, se ha delimitado un total de 653 delimitaciones territoriales administrativas comúnmente llamados Acuíferos, la división geográfica no obedece al confinamiento natural del agua subterránea. El conocimiento real de los acuíferos permite una visión de la estructura dinámica en los flujos: áreas de recarga, tránsito y puntos de descarga (Cubas *et al.,* 2017; Hatch, 2018).

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, y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

En la Península de Yucatán, existen dos tipos de acuíferos:

Consulta Pública

Acuífero Miocénico: Esta unidad acuífera se caracteriza por: alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde el área de recarga hacia las costas.

Acuífero Eocénico: Los depósitos calcáreos y evaporíticos de Eoceno-Paleoceno forman una unidad hidrogeológica con alta permeabilidad y un acuífero kárstico cuya distribución superficial la constituye la provincia geomórfica III. Esta unidad presenta subdivisiones hidrogeológicas, aunque contiene varios acuíferos colgados de carácter local. Su nivel freático es profundo (60 a 100 m) y estable, y en los acuíferos colgados, somero y variable.

En el Sistema Ambiental (SA), se encuentra localizado en el acuífero Miocénico y sus principales componentes de flujo subterráneo se descargan en el mar a lo largo de la línea de playa. Este acuífero es vital para el abastecimiento de agua dulce en la región costera y para el mantenimiento de los ecosistemas marinos cercanos.

En el año 2019, la configuración de profundidad al nivel estático mostró variaciones significativas que iban de 2 a 100 metros. Las profundidades más someras, que oscilaron entre 2 y 5 metros, se registraron en la costa del acuífero de la Península de Yucatán. Estas áreas son particularmente vulnerables a la intrusión salina y requieren una gestión cuidadosa para garantizar la calidad del agua. En contraste, los niveles estáticos más profundos, que fluctuaron entre 40 y 100 metros, se observaron en las localidades de San Francisco Suc Tuc y Hopelchén. Estas diferencias de profundidad reflejan la heterogeneidad del acuífero y la variabilidad en las condiciones hidrogeológicas de la península. Las áreas con mayores profundidades están menos expuestas a la contaminación superficial y pueden servir como importantes reservorios de agua durante períodos de sequía.

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 con características hidráulicas muy diferentes.

Consulta Pública

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 de la Península de Yucatán, lo que le asigna una superficie total de 139,451.30 km^2.

Este acuífero 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). Esta red kárstica no solo almacena grandes volúmenes de agua, sino que también facilita su flujo a través de la región.

Según la actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Península de Yucatán, estado de Yucatán; el acuífero tiene una recarga total de 14,931.8 (hm^3/año) con una descarga anual comprometida DNC de 7,686.8 (hm^3/año), presentado un Volumen de extracción de aguas subterráneas VEAS 5,185.36 (hm^3/año), teniendo una Disponibilidad media anual de agua subterránea positiva DMA de 2,059.63(hm^3/año).

Aire

La calidad del aire en la Península de Yucatán, específicamente en la Región Hidrológica No. 32, se monitorea continuamente por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán. El Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA YUCATÁN) mide automáticamente y de forma continua las concentraciones de varios contaminantes del aire, incluyendo partículas menores o iguales a 2.5 micrómetros (PM2.5), ozono (O3), dióxido de azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2) y monóxido de carbono (CO)1.

Principales Contaminantes Monitoreados por el SMCA:

1. PM2.5: Partículas menores o iguales a 2.5 micrómetros que pueden afectar la salud respiratoria.
2. O3: Ozono, que puede causar problemas respiratorios en personas sensibles.
3. SO2: Dióxido de azufre, que puede contribuir a la formación de smog y lluvia ácida.
4. NO2: Dióxido de nitrógeno, que es un componente del smog y puede afectar la salud pulmonar.
5. CO: Monóxido de carbono, que puede ser tóxico en altas concentraciones.

Consulta Pública

Hasta el 6 de febrero de 2025, la calidad del aire en la región se ha mantenido en niveles aceptables, con concentraciones de contaminantes dentro de los límites normativos. Sin embargo, es importante seguir monitoreando y tomando medidas preventivas para asegurar que la calidad del aire se mantenga saludable.

Tabla IV.14: Contaminantes monitoreados por el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA YUCATÁN).

Contaminante	Descripción	Nivel Actual
Partículas PM2.5	Partículas menores o iguales a 2.5 micrómetros.	Dentro de los límites normativos.
O_3	Ozono	
SO_2	Dióxido de Azufre	
NO_2	Dióxido de Nitrógeno	
CO	Monóxido de Carbono	

IV.3.1.2 Medio biótico.

a) Vegetación

I. Caracterización de la vegetación

México es un país megadiverso tanto en términos de la riqueza de sus especies vegetales como de su diversidad fisonómica. Según Villaseñor (2016), se estima que existen 23,314 especies de plantas repartidas en 2,854 géneros, 297 familias y 73 órdenes. La flora mexicana incluye 1,039 especies de helechos y licofitas, 149 gimnospermas y 22,126 angiospermas. Las familias con mayor número de especies son Asteraceae (3,057 especies), Fabaceae (1,903 especies), Orchidaceae (1,213 especies), Poaceae (1,047 especies) y Euphorbiaceae (714 especies). Por otro lado, los géneros más abundantes son Salvia (328 especies), Euphorbia (245 especies), Tillandsia (237 especies), Quercus (174 especies) y Mammillaria (169 especies).

Dentro del territorio nacional se encuentran centros de diversificación de grupos botánicos como los pinos (Pinus), encinos (Quercus), cactus (Cactaceae) y agaves (Agave) (Villaseñor, 2016; Martínez-Meyer et al., 2014; López-Hernández et al., 2017). Además, México cuenta con una amplia variedad de comunidades vegetales, y su diversidad de ecosistemas se reconoce como una de las más complejas a nivel global (González-Medrano, 2003; Frías-Castro et al., 2017).

Consulta Pública

La flora mexicana no solo destaca por su diversidad, sino también por su alto nivel de endemismo. Según CONABIO (2010), aproximadamente el 50% de las especies de plantas con flores (angiospermas) presentes en el país son endémicas, lo que significa que no se encuentran de manera natural en ninguna otra parte del mundo. Este alto grado de endemismo es resultado de la compleja historia geológica y climática del territorio mexicano, así como de la diversidad de hábitats disponibles, que van desde zonas áridas hasta bosques tropicales húmedos. Asimismo, la riqueza florística de México está vinculada a la presencia de una amplia gama de ecosistemas que incluyen desde desiertos y matorrales xerófilos hasta bosques templados y selvas tropicales. La diversidad de tipos de vegetación es tal que a lo largo de los años han surgido diferentes propuestas para clasificarla. Los sistemas de clasificación más reconocidos y aplicados a nivel nacional son los de Miranda y Hernández de 1963 y el de Rzedowski de 1978.

Además, la conservación de la biodiversidad vegetal en México es un tema de gran importancia, ya que muchos de estos ecosistemas están amenazados por actividades humanas como la deforestación, la agricultura intensiva y el cambio climático. Investigaciones recientes han subrayado la necesidad de implementar estrategias de conservación basadas en la ciencia, como la creación de áreas protegidas y la restauración de hábitats degradados, para asegurar la supervivencia de estas especies y sus ecosistemas (CONABIO, 2017; SEMARNAT, 2020).

El estado de Quintana Roo se encuentra inmerso en la provincia fisiográfica de la Península de Yucatán y en la subprovincia de carso yucateco (INEGI, 2010), lo que implica que gran parte de su territorio está constituido por formaciones kársticas, caracterizadas por la presencia de suelos delgados, cuevas y cenotes. Estas formaciones juegan un papel crucial en la recarga de acuíferos y la disponibilidad de agua en la región.

De acuerdo con Pozo et al. (2011), el estado reporta 12 tipos de vegetación, los cuales son:

- Selva alta subperennifolia.
- Selva mediana subperennifolia.
- Selva mediana subcaducifolia.
- Selva baja espinosa subperennifolia.
- Selva baja subcaducifolia.
- Selva baja caducifolia.
- Palmar.
- Manglar.

Consulta Pública

- Sábana.
- Vegetación de dunas costeras.
- Petén.
- Tular.

La clasificación y estudio detallado de estos tipos de vegetación son fundamentales para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales de Quintana Roo. La gran diversidad de hábitats presentes en el estado sostiene una rica biodiversidad, incluyendo numerosas especies endémicas y en peligro de extinción.

Investigaciones adicionales señalan la importancia de preservar estos ecosistemas debido a su papel en la mitigación del cambio climático, la protección de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos (CONABIO, 2017). Estos esfuerzos de conservación son apoyados por marcos legales y políticas públicas que buscan proteger y restaurar la vegetación nativa y promover el desarrollo sostenible en la región (SEMARNAT, 2020).

II. Uso de Suelo y vegetación de acuerdo con la información vectorial serie VII en el SA

En la siguiente tabla se muestra la superficie de ocupación de la vegetación de acuerdo con los datos de la Carta de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI, serie VII. Esta clasificación es crucial para entender la distribución y extensión de los diferentes tipos de vegetación en el Sistema Ambiental, y para llevar a cabo una correcta planificación y manejo del Proyecto.

Tabla IV.15: Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la SA.

Tipo De Información	Uso Y Tipo De Vegetación	Clave	Superficie De Incidencia (Ha)	Superficie De Incidencia (%)
Agrícola-Pecuaria-Forestal	Pastizal cultivado	PC	2,839.31	0.79%
	Agricultura de riego semipermanente	RS	160.23	0.04%
	Agricultura de temporal anual	TA	1,111.22	0.31%
	Manglar	VM	12,578.77	3.51%

Consulta Pública

Tipo De Información	Uso Y Tipo De Vegetación	Clave	Superficie De Incidencia (Ha)	Superficie De Incidencia (%)
Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva baja espinosa subperennifolia	SBQ	1,880.24	0.52%
	Selva mediana subcaducifolia	SMS	17,185.09	4.79%
	Selva mediana subperennifolia	SMQ	104,971.44	29.27%
	Tular	VT	12,983.73	3.62%
	Vegetación de petén	PT	28.85	0.01%
	Vegetación secundaria arbórea de manglar	VSA/VM	781.9	0.22%
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	VSA/SBC	118.91	0.03%
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	VSA/SBQ	132.05	0.04%
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	VSA/SMS	649.26	0.18%

Consulta Pública

Tipo De Información	Uso Y Tipo De Vegetación	Clave	Superficie De Incidencia (Ha)	Superficie De Incidencia (%)
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	VSA/SMQ	95,313.76	26.57%
	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	VSa/VM	1,857.99	0.52%
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	VSa/SBQ	176.44	0.05%
	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	VSa/SMQ	73,238.62	20.42%
Complementaria	Desprovisto de vegetación	ADV	2,329.75	0.65%
	Asentamientos humanos	AH	25,389.72	7.08%
	Cuerpo de agua	H2O	4,875.65	1.36%
	SD	SD	2,519.76	1.36%
		TOTAL:	**361,107.99**	**100%**

Consulta Pública

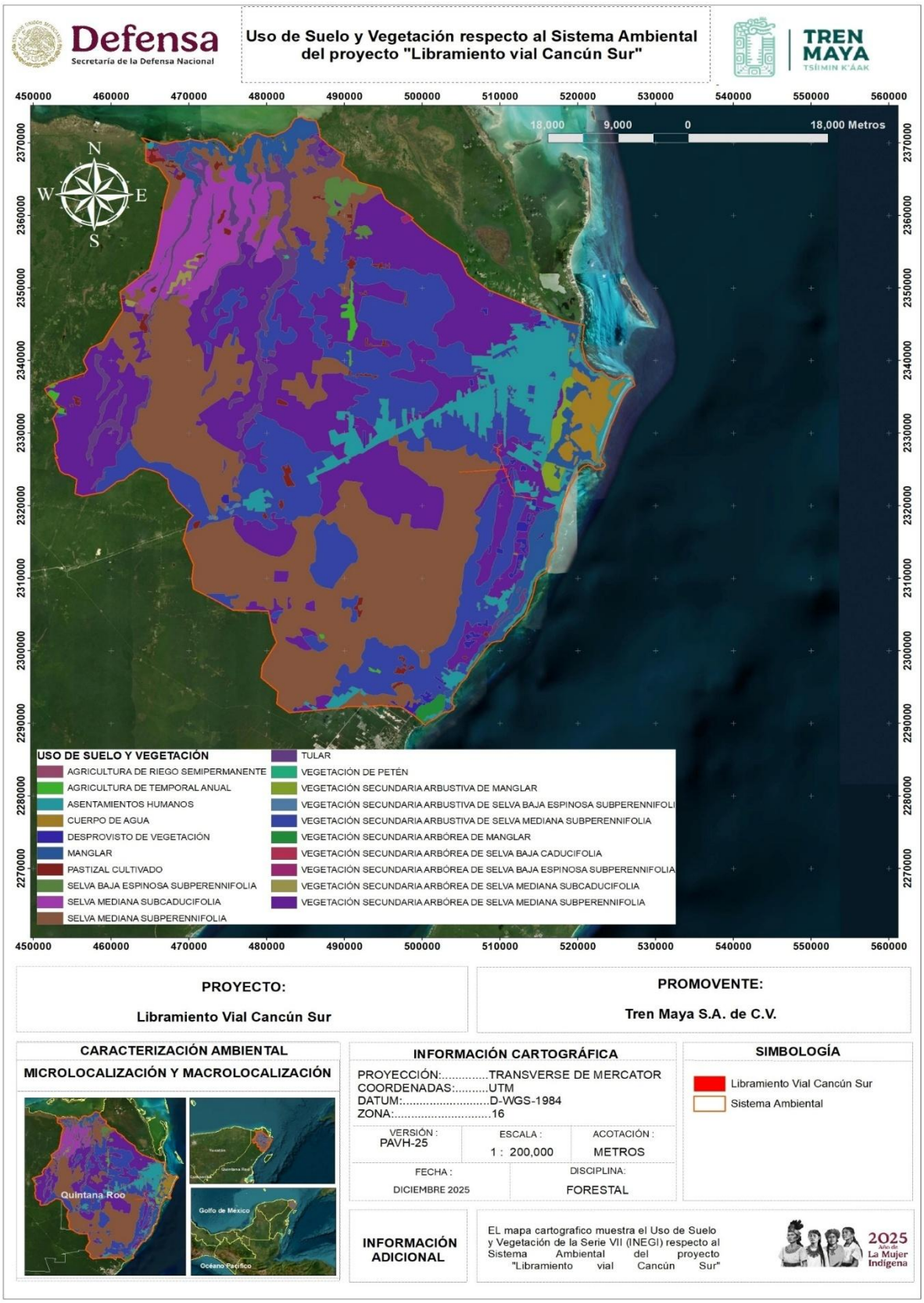


Figura IV.28: Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental.

A continuación, se describen brevemente estos tipos de vegetación de acuerdo con lo expuesto por Rzedowski (2006) e INEGI (2018).

Pastizal cultivado (PC): Terreno dedicado al cultivo de pastos para la alimentación de ganado. Estos pastizales suelen ser manejados de manera intensiva para maximizar la producción de forraje. Incluyen especies como gramíneas y leguminosas que proporcionan una fuente de alimento sostenible para el ganado.

Agricultura de riego semipermanente (RS): Cultivos que requieren riego constante, pero no durante todo el año. Este tipo de agricultura es común en áreas donde las lluvias no son suficientes para mantener el cultivo durante toda la temporada de crecimiento. Ejemplos de cultivos incluyen maíz, trigo y hortalizas.

Agricultura de temporal anual (TA): Cultivos que dependen de las lluvias estacionales y se siembran anualmente. Este tipo de agricultura es común en regiones donde las lluvias son suficientes durante una parte del año para sostener el crecimiento de los cultivos. Los cultivos típicos incluyen maíz, frijol y sorgo.

Manglar (VM): Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.

Se desarrolla en 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.

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 de manera general, desde 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.

Consulta Pública

Selva baja espinosa subperennifolia (SBQ): Bosque tropical con árboles bajos, espinosos y de hojas perennes. Este tipo de selva es característico de regiones con estaciones secas prolongadas y está compuesto por especies como el cactus y arbustos espinosos. Es un ecosistema que alberga una variedad de fauna adaptada a condiciones de sequía.

Selva mediana subcaducifolia (SMS): Bosque tropical con árboles de altura media que pierden sus hojas en ciertas estaciones. Este tipo de selva se encuentra en áreas con estaciones secas y húmedas bien definidas. Ejemplos de especies incluyen el cedro rojo (Cedrela odorata) y el caoba (Swietenia macrophylla).

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 cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 °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 de altitud. En 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. 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.

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), *Terminalia buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas. Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche.

Tular (VT): Comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos

Consulta Pública

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 2.5 metros 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 jamaicense* del sureste del país.

Vegetación de petén (PT): Vegetación densa y variada en pequeñas islas de vegetación en áreas inundadas. Los petenes son ecosistemas únicos que se encuentran en zonas de transición entre tierra firme y áreas inundadas. Albergan una gran biodiversidad, incluyendo especies de plantas y animales raros.

Vegetación secundaria arbórea de manglar (VSA/VM): Vegetación que surge después de la perturbación de un manglar, compuesta principalmente por árboles. Esta vegetación se establece después de eventos como huracanes o actividades humanas que alteran el manglar original. Incluye especies pioneras que colonizan rápidamente el área perturbada.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (VSA/SBC): Vegetación que surge después de la perturbación de una selva baja caducifolia, compuesta principalmente por árboles. Esta vegetación secundaria se caracteriza por especies de rápido crecimiento que se establecen tras la deforestación o incendios.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia (VSA/SBQ): Vegetación que surge después de la perturbación de una selva baja espinosa subperennifolia, compuesta principalmente por árboles. Este tipo de vegetación se desarrolla en áreas donde la vegetación original ha sido alterada, y está formada por especies que se adaptan rápidamente a las nuevas condiciones.

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMS): Vegetación que surge después de la perturbación de una selva mediana subcaducifolia, compuesta principalmente por árboles. Este tipo de vegetación se establece tras eventos que alteran significativamente el ecosistema original, como la tala o incendios controlados.

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ): Vegetación que surge después de la perturbación de una selva mediana subperennifolia,

Consulta Pública

compuesta principalmente por árboles. Incluye especies que colonizan rápidamente el área perturbada y que son capaces de crecer bajo condiciones de sombra y humedad elevada.

Vegetación secundaria arbustiva de manglar (VSa/VM): Vegetación que surge después de la perturbación de un manglar, compuesta principalmente por arbustos. Esta vegetación se establece en áreas de manglar afectadas por actividades humanas o fenómenos naturales, y está formada por especies arbustivas que toleran suelos salinos y condiciones de inundación.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia (VSa/SBQ): Vegetación que surge después de la perturbación de una selva baja espinosa subperennifolia, compuesta principalmente por arbustos. Este tipo de vegetación secundaria se desarrolla en áreas donde la vegetación original ha sido alterada, y está formada por especies que se adaptan rápidamente a las nuevas condiciones.

Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ): Vegetación que surge después de la perturbación de una selva mediana subperennifolia, compuesta principalmente por arbustos. Incluye especies que colonizan rápidamente el área perturbada y que son capaces de crecer bajo condiciones de sombra y humedad elevada.

Desprovisto de vegetación (ADV): Área sin cobertura vegetal, posiblemente debido a actividades humanas o condiciones naturales adversas. Estas áreas pueden ser el resultado de procesos de deforestación, erosión, urbanización o condiciones climáticas extremas que impiden el crecimiento de la vegetación.

Asentamientos humanos (AH): Áreas ocupadas por viviendas, infraestructuras y actividades humanas. Estos espacios incluyen ciudades, pueblos y comunidades rurales, y son caracterizados por una alta densidad de población y la presencia de construcciones y servicios básicos.

Cuerpo de Agua (H_2O): Los cuerpos de agua desempeñan un papel fundamental en la planificación y uso del suelo debido a su importancia ecológica y económica. Los cuerpos de agua, como lagunas, cenotes, ríos y manglares, son esenciales para la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la región. Además, proporcionan recursos hídricos vitales para la población y actividades económicas

Consulta Pública

III.Uso de Suelo y vegetación de acuerdo con la información vectorial serie VII en el AP

En la siguiente tabla se muestra la superficie de ocupación de la vegetación en el Área del Proyecto de acuerdo con los datos de la Carta de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI, serie VII. Esta clasificación es crucial para entender la distribución y extensión de los diferentes tipos de vegetación en el Sistema Ambiental, y para llevar a cabo una correcta planificación y manejo del Proyecto.

Tabla IV.16: Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la AP.

Tipo De Información	Uso Y Tipo De Vegetación	Clave	Superficie De Incidencia (Ha)	Superficie De Incidencia (%)
Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva mediana subperennifolia	SMQ	30.5121	26.527
	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	VSa/SMQ	16.6265	14.455
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	VSA/SMQ	54.3289	47.233
Complementaria	Desprovisto de vegetación	ADV	13.5496	11.78
	Asentamientos humanos	AH	0.0056	0.005
		TOTAL:	**115.02300**	**100%**

La vegetación predominante en el Área del Proyecto es Selva Mediana Subperennifolia en su estrato Arbóreo en fase secundaria **(VSA/SMQ)** con un 47.9233%, seguido de la fase arbustiva **(VSa/SMQ)** con el 14.455% de incidencia en el AP.

Consulta Pública

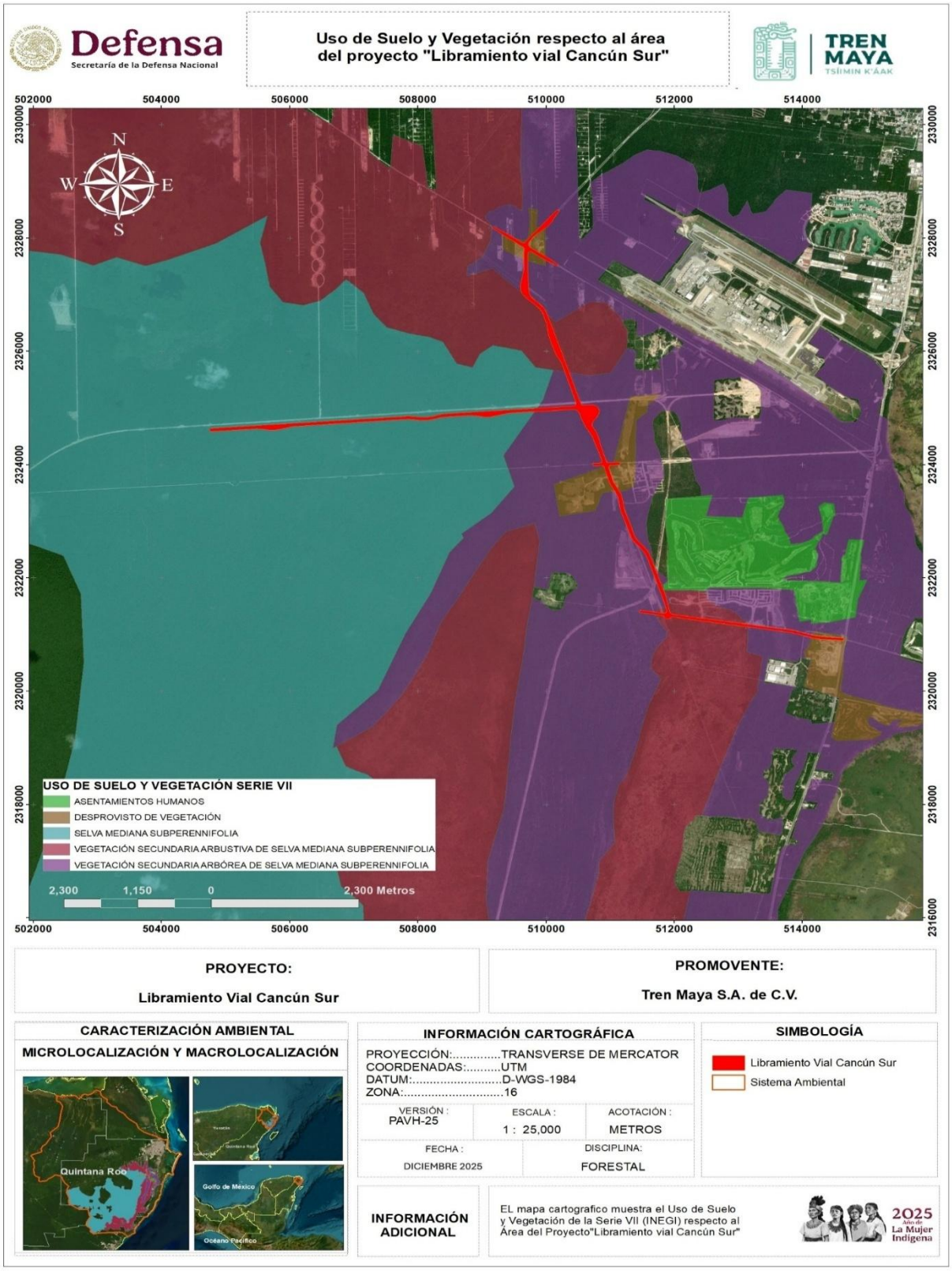


Figura IV.29: Uso de Suelo y Vegetación en el Área del Proyecto.

IV. Listado potencial de flora

Con relación al listado florístico del documento de "Biodiversidad de Quintana Roo: Estudio de Estado" de Pozo, Armijo y Calmé (2011), así como de los registros biológicos contenidos en las plataformas de CONABIO correspondientes a Naturalista y EncicloVida, dentro del SA 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. Esta diversidad refleja la riqueza botánica de la región y su importancia para la conservación de la biodiversidad.

La NOM-059-SEMARNAT-2010, una normativa mexicana que clasifica las especies de flora y fauna en riesgo, y su modificación al anexo III (14 de noviembre de 2019), indican que 17 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo. Entre estas especies se incluyen: Avicennia germinans, Beaucarnea pliabilis, Campyloneurum phyllitidis, Coccothrinax readii, Conocarpus erectus, Guaiacum sanctum, Handroanthus chrysanthus, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle, Syringodium filiforme, Thrinax radiata y Zinnia elegans clasificadas como amenazadas (A), así como Attalea cohune, Gossypium hirsutum, Thalassia testudinum, Vanilla planifolia y Zamia prasina. Estas especies están sujetas a medidas de protección y conservación para evitar su extinción.

En el marco del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), se identificaron especies de prioridad alta (III) para la conservación: A. germinans, C. erectus, L. racemosa, R. mangle y V. planifolia. Este programa tiene como objetivo implementar acciones específicas para la recuperación y conservación de las especies en riesgo y sus hábitats.

Respecto a los instrumentos internacionales, se identificaron 181 taxones en alguna categoría de riesgo según la Lista Roja de la UICN: 171 en Preocupación Menor (LC), 5 en Vulnerable (VU), 4 en En Peligro (EN) y 1 en Críticamente en Peligro (CR). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) reportó 45 especies en riesgo por el comercio internacional: 42 en el Apéndice II y 3 en el Apéndice III. Estas regulaciones internacionales buscan controlar y regular el comercio de especies para garantizar su supervivencia.

V. Metodología de trabajo

Para la correcta caracterización de la vegetación presente tanto en el SA como dentro del AP, fue necesario llevar a cabo un trabajo exhaustivo, en donde se combinaron

Consulta Pública

tantas actividades de gabinete como de campo. Este enfoque integral permitirá obtener un panorama completo y preciso de la diversidad florística y las condiciones ecológicas del área de estudio.

Las actividades de gabinete incluyeron la revisión y análisis de publicaciones científicas, bases de datos botánicas y mapas de vegetación previamente elaborados. Se consultaron obras de referencia como el "Atlas de la biodiversidad de México" (Sarukhán et al., 2009), el "Manual de botánica sistemática" (Smith, 2018) y artículos especializados publicados en revistas científicas indexadas, como la "Revista Mexicana de Biodiversidad".

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 revisó 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 ArcMap 10.8, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando

Consulta Pública

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 Sistema Ambiental y el Área del Proyecto. 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 vital interés para los gestores e investigadores de los recursos naturales, ya que proporciona una base fundamental para la conservación y manejo de los ecosistemas. Por tanto, es imprescindible que estos datos cumplan con ciertos estándares de calidad y rigor científico. Para cumplir con estos objetivos, se requiere la aplicación de metodologías reproducibles y estandarizadas en el establecimiento de los sitios de muestreo, asegurando así que la información recopilada sea válida y representativa (Alanis et al., 2018).

El diseño del muestreo debe ser meticuloso y seguir protocolos bien establecidos que permitan obtener datos precisos y confiables sobre la composición y estructura de las comunidades vegetales. Entre las metodologías comúnmente utilizadas se encuentran los transectos lineales, parcelas permanentes y puntos de cuadrícula, cada una con sus ventajas y limitaciones específicas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Estas metodologías permiten cuantificar la abundancia, distribución y diversidad de las especies vegetales en un área determinada, proporcionando datos esenciales para la toma de decisiones de conservación.

Una vez definidos los sitios de muestreo en gabinete, se realizaron recorridos de campo para verificar que los tipos de vegetación identificados en el escritorio fueran congruentes con lo que se distribuye en el terreno. Esta fase de validación es crucial, ya que las imágenes satelitales y mapas pueden no reflejar con exactitud la realidad del terreno debido a factores como cambios estacionales, impactos antropogénicos o errores en la interpretación de datos remotos (Sarukhán et al., 2009).

Los muestreos se realizaron en el periodo comprendido entre el **10 al 29 de abril de 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.

Consulta Pública

- 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 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. 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.

Consulta Pública

Epífito y Cactáceas: 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.

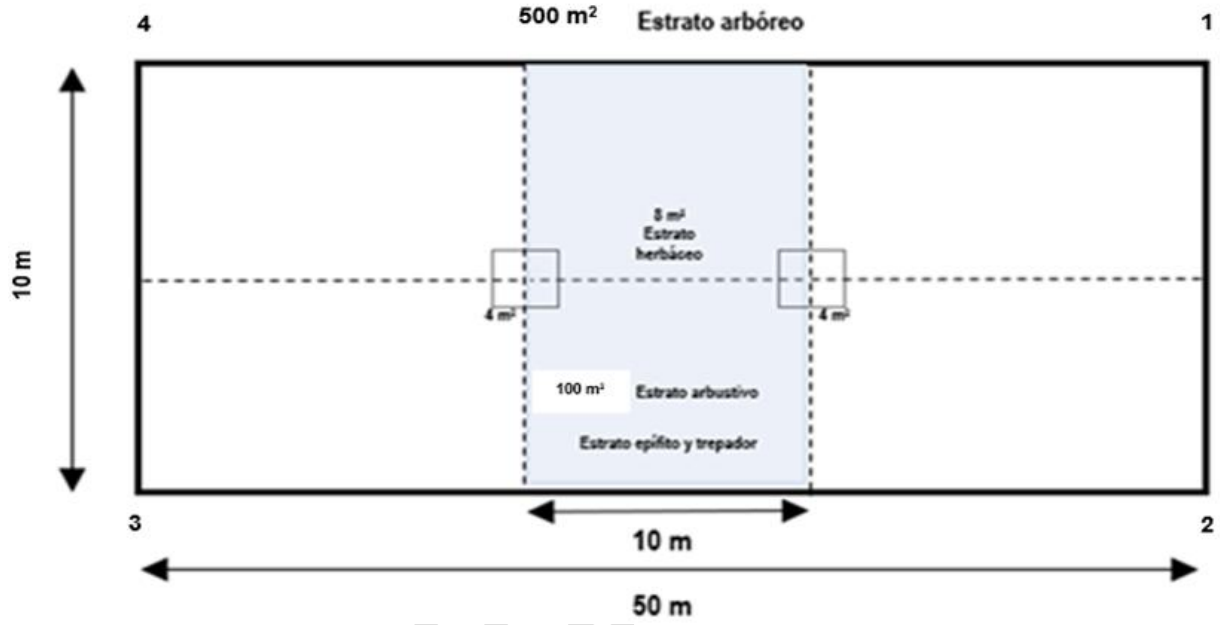


Figura IV.30: Diagrama del sitio de muestreo empleado.

- Análisis de la información para la caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación se realizó utilizando un enfoque combinado que incluyó tanto métodos remotos como la información recopilada en campo. Este enfoque permitió obtener una visión integral y precisa de la diversidad y distribución de las comunidades vegetales presentes en el **Área del Proyecto (AP)** y en el **Sistema Ambiental (SA)**.

El análisis remoto se llevó a cabo mediante el uso de imágenes satelitales de alta resolución y datos vectoriales de la **Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI (2021)**. Estas herramientas permitieron identificar y clasificar los diferentes tipos de vegetación presentes en el área de estudio, proporcionando una base preliminar para la planificación de las actividades de campo.

Una vez definidos los sitios de muestreo en gabinete, se realizaron recorridos exhaustivos en campo para validar la información obtenida de manera remota. En estos recorridos, se establecieron puntos de muestreo específicos tanto en el AP como en el SA, seleccionados estratégicamente para cubrir los principales tipos de vegetación identificados. Se utilizaron metodologías estandarizadas y reproducibles, tales como transectos lineales y parcelas permanentes, para asegurar la representatividad y calidad de los datos recolectados (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

La información recopilada en campo incluyó la identificación taxonómica de las especies vegetales presentes, así como la evaluación de la estructura y composición de las comunidades vegetales. Estos datos fueron comparados y complementados con la información obtenida de manera remota, permitiendo así ajustar y refinar los mapas de vegetación previamente elaborados.

Este enfoque combinado no solo garantiza la precisión y confiabilidad de los resultados, sino que también permite identificar posibles incongruencias entre los datos de gabinete y las observaciones en terreno. En caso de detectar discrepancias, los sitios de muestreo fueron ajustados para asegurar que la caracterización de la vegetación cumpliera de manera óptima los objetivos del estudio.

Curva de acumulación de especies (CAE)

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

Consulta Pública

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 (m^2ha^{-1}).

Descripción de la biodiversidad

Para la descripción de este apartado, se realizó una descripción tanto a nivel riqueza como en su diversidad.

Riqueza (S)

Se define como riqueza al número de especies presentes en un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes dentro de los muestreos realizados a largo de las actividades de caracterización forestal.

Diversidad

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan en un sólo valor tanto a la riqueza específica como la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad, o presentarse una situación contraria. Esto significa que su valor aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Para la determinación de la diversidad se han generado diversos índices que permiten relacionar las variables antes expuestas y que para esta caracterización se emplearon el índice de

Consulta Pública

Shannon-Wiener (H), índice de dominancia de Simpson (), 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 (), 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 ()

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 comparar 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).

Consulta Pública

J= H/Hmax
Dónde:
H= índice de diversidad de Shannon-Wiener.
Hmax = diversidad máxima esperada.

- 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 (2021)**, se definió que los tipos de vegetación dominantes dentro del **Área del Proyecto** correspondieron a **Selva Mediana Subperennifolia**, **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia** y **Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia**. Esta clasificación se basó en la revisión detallada de los datos obtenidos y se verificó mediante recorridos de campo. Durante estos recorridos, se corroboró que los tipos de vegetación definidos en el análisis de gabinete eran congruentes con las observaciones realizadas en el terreno.

Para asegurar una caracterización precisa y representativa de la vegetación, se establecieron se establecieron **20 sitios de muestreo** distribuidos dentro del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP), de los principales tipos de vegetación identificados, los cuales corresponden a la **Selva Mediana Subperennifolia**. La selección de estos sitios se realizó considerando criterios ecológicos y la heterogeneidad del paisaje, asegurando una cobertura adecuada y representativa de las comunidades vegetales presentes.

El uso de metodologías estandarizadas y reproducibles en la selección y evaluación de los sitios de muestreo es fundamental para garantizar la calidad y comparabilidad de los datos obtenidos. La implementación de técnicas como transectos lineales, parcelas permanentes y puntos de cuadrícula permitió obtener información detallada sobre la composición, estructura y dinámica de las comunidades vegetales (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Tabla IV.17: Coordenadas de los vértices de los sitios de muestreo del SA en formato WGS84-UTM.

	Coordenadas							
Sitio	**X1**	**Y1**	**X2**	**Y2**	**X3**	**Y3**	**X4**	**Y4**
1	504807	2324436	504824	2324436	504823	2324398	504809	2324394
2	506091	2324476	506101	2324478	506106	2324440	506095	2324437
3	507462	2324610	507472	2324610	507471	2324569	507461	2324568
4	508748	2324727	508733	2324724	508762	2324687	508750	2324684
5	509641	2324838	509653	2324839	509650	2324799	509642	2324798
6	510226	2324878	510229	2324882	510232	2324842	510225	2324842

Consulta Pública

	Coordenadas							
Sitio	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
7	510780	2324048	510789	2324097	510791	2324058	510782	2324056
8	511124	2323204	511135	2323203	511140	2323164	511128	2323161
9	511671	2321330	511679	2321329	511681	2321287	511671	2321287
10	512212	2321255	512223	2321256	512224	2321216	512215	2321216
11	511334	2323006	511343	2323005	511345	2322968	511337	2322968
12	510837	2324525	510850	2324595	510853	2324557	510839	2324568
13	510754	2325215	510765	2325211	510768	2325174	510758	2325171
14	511149	2325244	511156	2325246	511161	2325206	511149	2325204
15	512368	2324284	512381	2325286	512383	2325245	512372	2325245
16	510209	2326417	510220	2326418	510224	2326377	510214	2326376
17	509814	2327183	509819	2327183	509823	2327143	509816	2327140
18	509619	2327297	509629	2327300	509633	2327260	509624	2327261
19	510083	2326106	510095	2326110	510096	2326072	510087	2326071
20	510285	2325174	510295	2325173	510298	2325136	510287	2325135

Tabla IV.18: Coordenadas de los vértices de los sitios de muestreo del AP en formato WGS84-UTM.

	Coordenadas							
Sitio	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
1	509710	2327361	509748	2327363	509710	2327350	509748	2327353
2	509723	2327224	509749	2327226	509738	2327221	509751	2327218
3	509764	2326922	509768	2326882	509775	2326921	509776	2326883
4	510015	2326544	510049	2326569	510020	2326572	510009	2326549
5	510323	2325598	510326	2325556	510337	2325599	510338	2325558
6	510379	2325416	510380	2325427	510417	2325429	510414	2325419
7	510682	2324961	510693	2324962	510695	2324922	510687	2324923
8	510557	2324925	510568	2324926	510569	2324887	510560	2324885
9	510633	2324713	510641	2324715	510648	2324673	510635	2324670
10	505647	2324703	5056609	2324700	505609	2324709	505648	2324712
11	507367	2324821	502366	2324828	502325	2324823	502327	2324816
12	509020	2324924	509019	2324911	508980	2324916	508980	2324923
13	504849	2324647	504847	2324650	504804	2324656	504804	2324641
14	506448	2324752	506446	2324765	506409	2324752	506407	2324763

Público

	Coordenadas							
Sitio	**X1**	**Y1**	**X2**	**Y2**	**X3**	**Y3**	**X4**	**Y4**
15	507970	2324865	507933	2324865	507930	2324867	507968	2324875
16	510116	2325015	510115	2325005	510080	2325001	510078	2325010
17	510070	2326336	510081	2326339	510009	2326312	510099	2326308
18	510153	2326134	510154	2326141	510194	2326145	510194	2326156
19	508453	2324893	508455	2324886	508417	2324876	508414	2324887
20	510223	2325881	510223	2325892	510263	2325890	510262	2325900

Consulta Pública

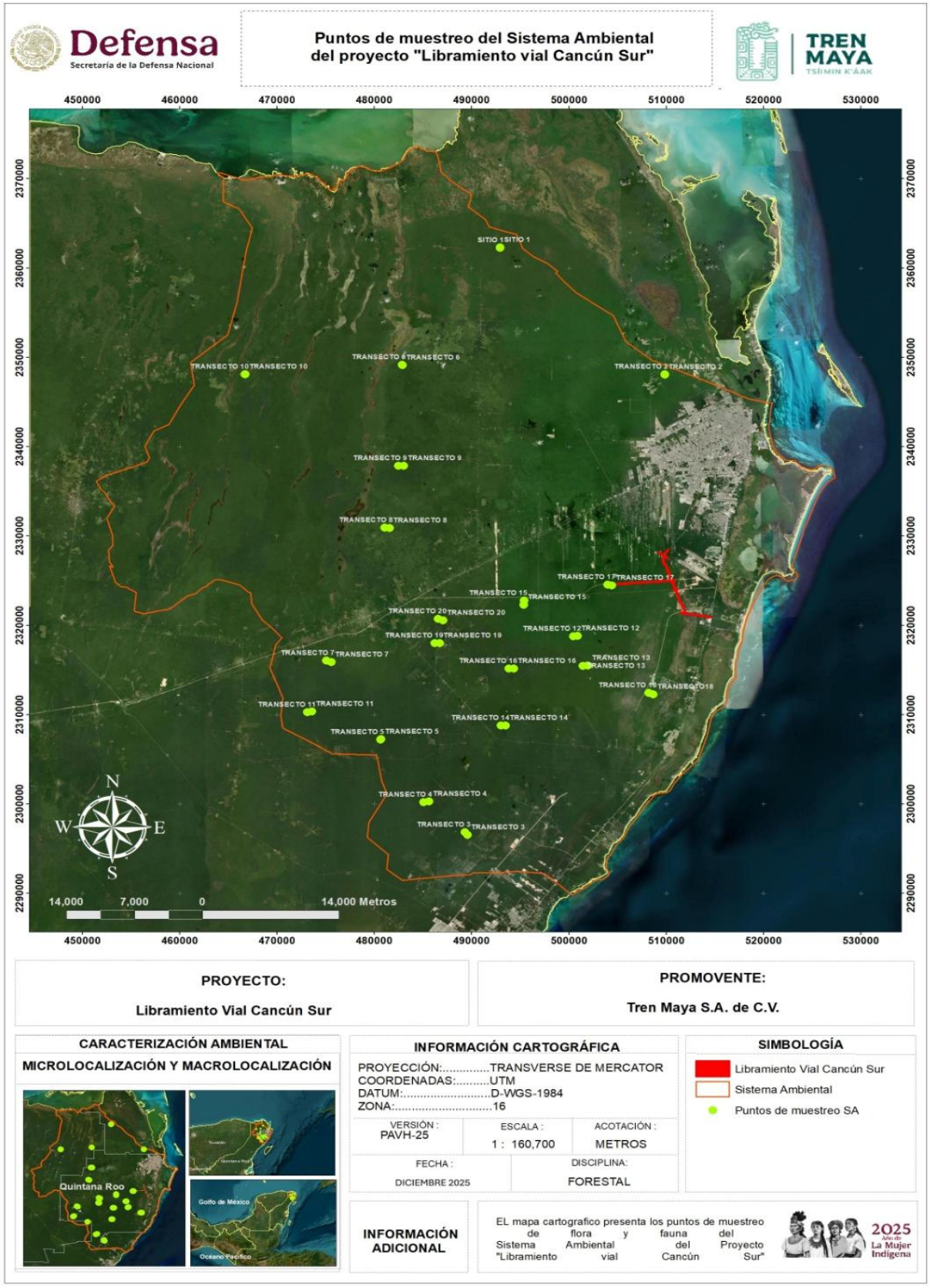


Figura IV.31: Distribución de sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental (SA).



Figura IV.32: Distribución de sitios de muestreo dentro del Área del Proyecto (AP).

VI. Análisis caracterización ambiental

- Curva de acumulación de especies (CAE)

Sistema Ambiental (SA)

La curva de acumulación de especies se obtuvo con el programa EstimateS, el cual es una potente herramienta metodológica para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenida en distintos inventarios. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez y Hortal, 2003). Para calcular el esfuerzo de muestreo se utilizaron los sitios de muestreo como unidades de estimación. De acuerdo con el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt de Villareal (2004), en su Capítulo 7.3 nos menciona que "… Si la curva nos indica que obtuvimos más del 85 % de las especies en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis; si los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma similar y presentan valores cercanos a los observados, son seguridad se ha obtenido un buen muestreo" (Villareal *et al*., 2004).

Para el área propuesta de la SA, la curva de acumulación para el estimador **Chao 1** obtuvo un nivel de confianza de la muestra del **84.01%**, mientras que para el estimador **ACE MEAN** se obtuvo un nivel de riqueza de **91.56%**. Lo anterior denota una buena representatividad de la diversidad de flora en el sitio e indican que a medida que se colectan más muestras, el intervalo de confianza tiende a estrecharse, lo que indica una mayor confianza en la estimación de la riqueza de especies.

Consulta Pública

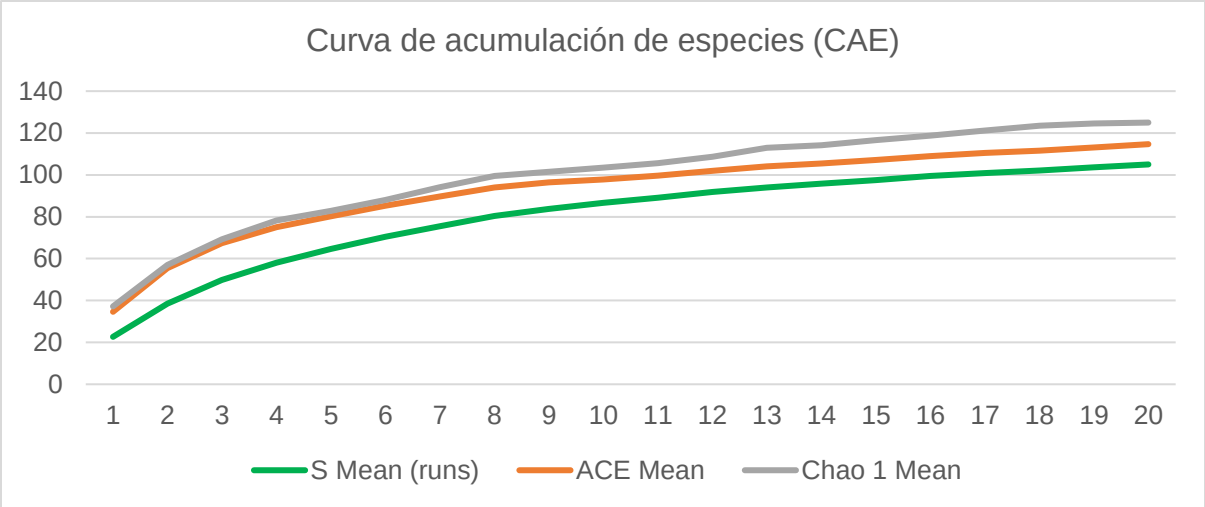


Figura IV.33: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del SA.

Área del proyecto (AP)

La curva de acumulación de especies se obtuvo con el programa EstimateS, el cual es una potente herramienta metodológica para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenida en distintos inventarios. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez y Hortal, 2003). Para calcular el esfuerzo de muestreo se utilizaron los sitios de muestreo como unidades de estimación. De acuerdo con el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt de Villareal (2004), en su Capítulo 7.3 nos menciona que "… Si la curva nos indica que obtuvimos más del 85 % de las especies en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis; si los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma similar y presentan valores cercanos a los observados, son seguridad se ha obtenido un buen muestreo" (Villareal *et al.*, 2004).

Para el Área del Proyecto, la curva de acumulación para el estimador Chao 1 obtuvo un nivel de confianza de la muestra del **84.01%**, mientras que para el estimador **ACE MEAN** se obtuvo un nivel de riqueza de **91.56%**. Lo anterior denota una buena representatividad de la diversidad de flora en el sitio e indican que a medida que se colectan más muestras, el intervalo de confianza tiende a estrecharse, lo que indica una mayor confianza en la estimación de la riqueza de especies.

Consulta Pública

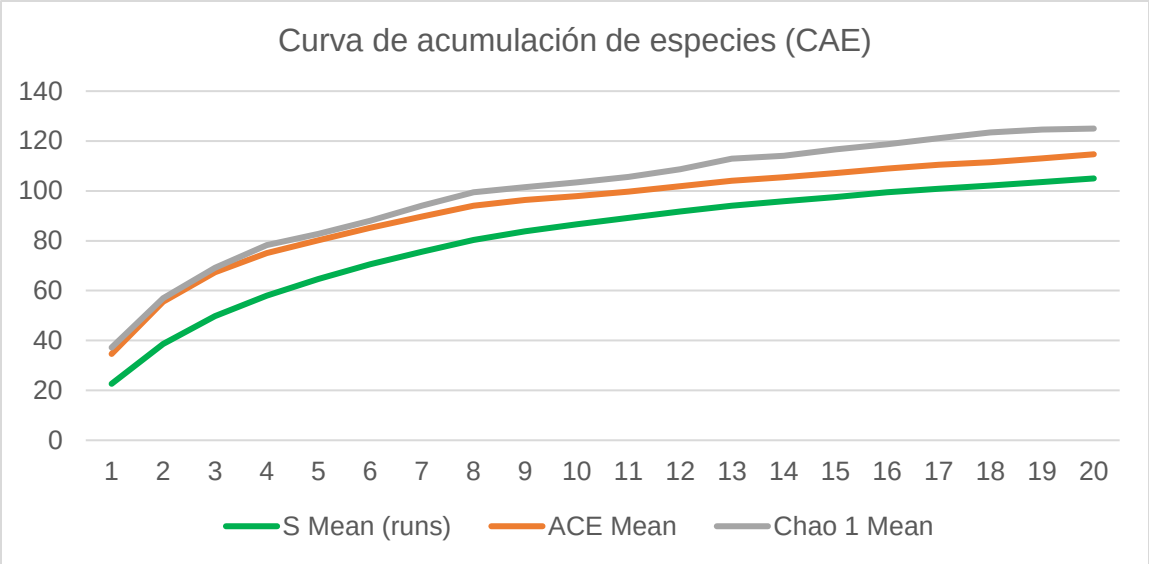


Figura IV.34: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del AP.

- 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). Este método, sugerido por Curtis & McIntosh (1982) y Mueller & Ellenberg (1974), permite calcular la importancia fitosociológica y estructural de una especie dentro de una comunidad determinada. El IVI es una herramienta fundamental para la ecología vegetal, ya que puede ser aplicado para clasificar y ordenar comunidades vegetales de manera objetiva y cuantitativa.

La principal ventaja del IVI radica en su precisión y objetividad, ya que no permite interpretaciones subjetivas. Además, proporciona elementos cuantitativos esenciales en el análisis ecológico, permitiendo comparar diferentes comunidades y detectar cambios en la composición y estructura vegetal a lo largo del tiempo. El IVI se calcula mediante la combinación de tres atributos fundamentales de cualquier comunidad vegetal:

Abundancia: Se refiere al número de individuos de una especie presente en la comunidad. Este atributo mide cuántos individuos de una especie específica se encuentran en un área determinada.
Dominancia: Se refiere al porcentaje de cobertura de la especie desde una distribución horizontal. Este atributo mide qué tan dominante es una especie en términos de su cobertura en el área de estudio.

Consulta Pública

Frecuencia: Se refiere a la ocurrencia de la especie en los sitios de muestreo. Este atributo mide cuántos sitios de muestreo contiene la especie en relación con el número total de sitios muestreados.

Los resultados para el SA y el AP, se muestran en la tabla siguiente:

Consulta Pública

Caracterización de la vegetación a través de los sitios de muestreo

A continuación, se presenta el resultado de las observaciones de campo, el levantamiento de información y el listado de especies potencialmente presentes en el área de estudio, para determinar la composición florística del tipo de vegetación que se verá afectada con el cambio de uso de suelo.

Sistema Ambiental (SA)	Área del Proyecto (AP)
Riqueza y estructura florística	
En el área del Sistema Ambiental (SA), se observó la dominancia de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) con un 29.27% de incidencia en la geometría del SA. Este tipo de vegetación fue objeto de análisis ya que es la que predomina en el área del proyecto, permitiendo así establecer una base para la comparación de la composición florística entre ambos escenarios. *Ver Tabla 16 y Figura 26.* En el Sistema Ambiental (SA), se registraron un **total de 91 especies y 81 géneros, pertenecientes a 43 familias botánicas**. Estas familias incluyen una amplia variedad de formas de vida vegetal, que van desde árboles y arbustos hasta hierbas y epífitas. La diversidad de formas de vida presentes en la Selva Mediana Subperennifolia es un reflejo de la complejidad estructural y funcional de este ecosistema, que proporciona hábitats para una multitud de organismos. Las seis formas de vida diferenciadas en esta vegetación se representan en la siguiente figura, destacando la importancia de cada una en la estructura ecológica de la comunidad.	En el Área del Proyecto (AP), se observó la dominancia de Selva Mediana Subperennifolia en su estrato arbóreo fase secundaria (VSA/SMQ) con un 47.33% de incidencia en la geometría del AP. Este tipo de vegetación fue objeto de análisis ya que es la que predomina en el área del proyecto, permitiendo así establecer una base para la comparación de la composición florística entre ambos escenarios. *Ver Tabla 17 y Figura 27.* Se registraron un **total de 105 especies y 97 géneros, pertenecientes a 47 familias botánicas**. Estas familias incluyen una amplia variedad de formas de vida vegetal, que van desde árboles y arbustos hasta hierbas y epífitas. La diversidad de formas de vida presentes en la Selva Mediana Subperennifolia es un reflejo de la complejidad estructural y funcional de este ecosistema, que proporciona hábitats para una multitud de organismos.

Consulta Pública

Tabla IV.19: Listado Florístico (Familias, Generos, Especies) SA.

Familia	Género	Especie
Fabaceae	1	1
Salicaceae	1	1
Acanthaceae	1	1
Anacardiaceae	2	2
Annonaceae	2	2
Apocynaceae	3	3
Araceae	1	1
Araliaceae	1	1
Arecaceae	3	3
Asteraceae	1	1
Athyriaceae	1	1
Bignoniaceae	2	2
Boraginaceae	1	1
Bromeliaceae	2	7
Burseraceae	2	2
Cactaceae	1	1
Celastraceae	1	1
Chrysobalanaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Cucurbitaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Ebenaceae	1	1
Euphorbiaceae	3	3
Fabaceae	10	12

Las seis formas de vida diferenciadas en esta vegetación se representan en la siguiente figura, destacando la importancia de cada una en la estructura ecológica de la comunidad.

Tabla IV.20: Listado Florístico (Familias, Generos, Especies) AP.

Familia	Género	Especie
Rubiaceae	1	1
Rutaceae	1	1
Acanthaceae	1	1
Anacardiaceae	3	3
Annonaceae	1	1
Apocynaceae	3	3
Araceae	1	1
Araliaceae	1	1
Arecaceae	3	3
Asteraceae	1	1
Athyriaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Bromeliaceae	2	5
Burseraceae	2	2
Cactaceae	1	1
Capparaceae	1	1
Celastraceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Cucurbitaceae	1	1
Cyperaceae	1	1

Consulta Pública

Icacinaceae	1	1
Lamiaceae	2	2
Lauraceae	1	1
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Moraceae	2	3
Myrtaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Orchidaceae	5	5
Picramniaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Poaceae	1	1
Polygonaceae	2	3
Rhamnaceae	1	1
Rubiaceae	4	4
Salicaceae	1	1
Sapindaceae	4	4
Sapotaceae	4	6
Simaroubaceae	1	1
Total	**81**	**91**

Dennstaedtiaceae	1	1
Ebenaceae	1	1
Euphorbiaceae	5	5
Fabaceae	11	14
Icacinaceae	1	1
Iridaceae	1	1
Lamiaceae	3	3
Lauraceae	1	1
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	4	4
Moraceae	2	3
Myrtaceae	1	1
Orchidaceae	8	9
Picramniaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Poaceae	1	1
Polygonaceae	2	4
Rhamnaceae	1	1
Rubiaceae	7	7
Rutaceae	2	2
Salicaceae	2	2
Sapindaceae	4	4
Sapotaceae	4	5
Simaroubaceae	1	1
Urticaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
Total	**97**	**105**

Consulta Pública

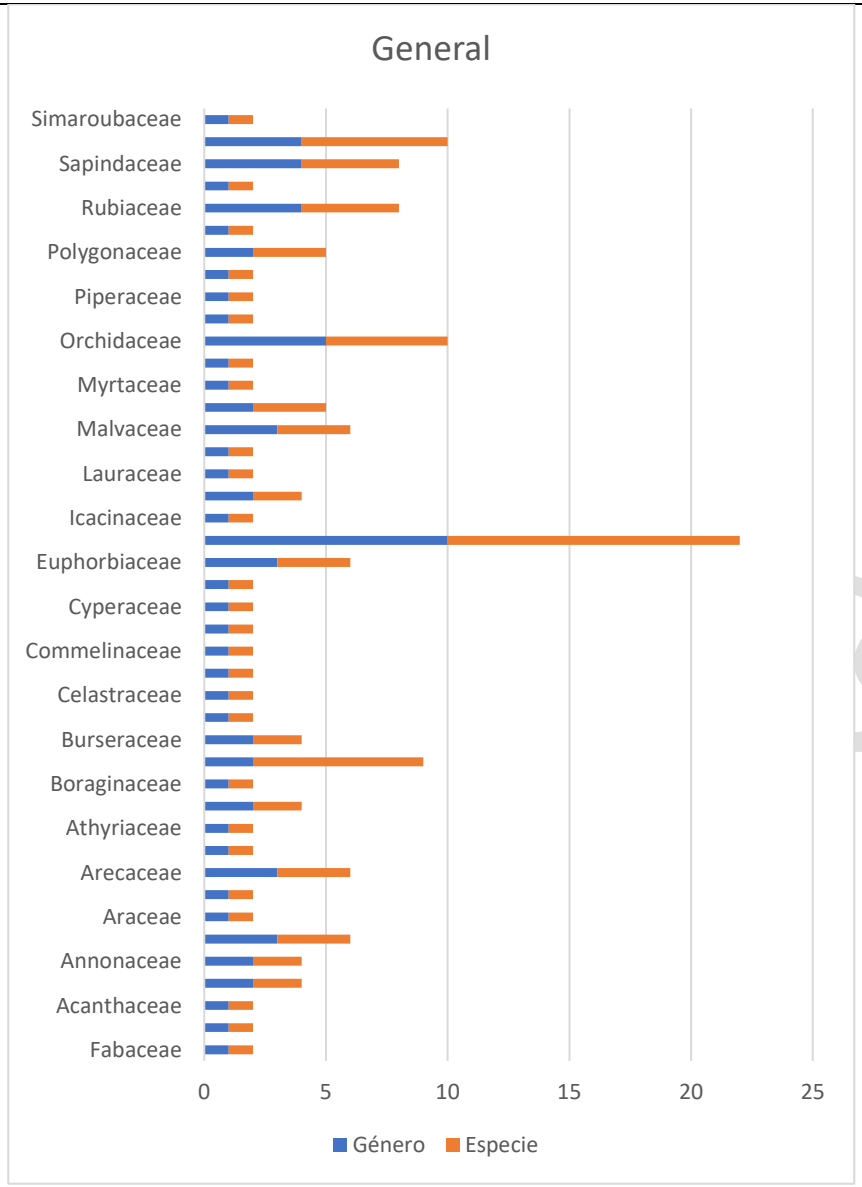


Figura IV.35: Representación grafica, Listado Floristico (Familias, Generos, Especies) SA

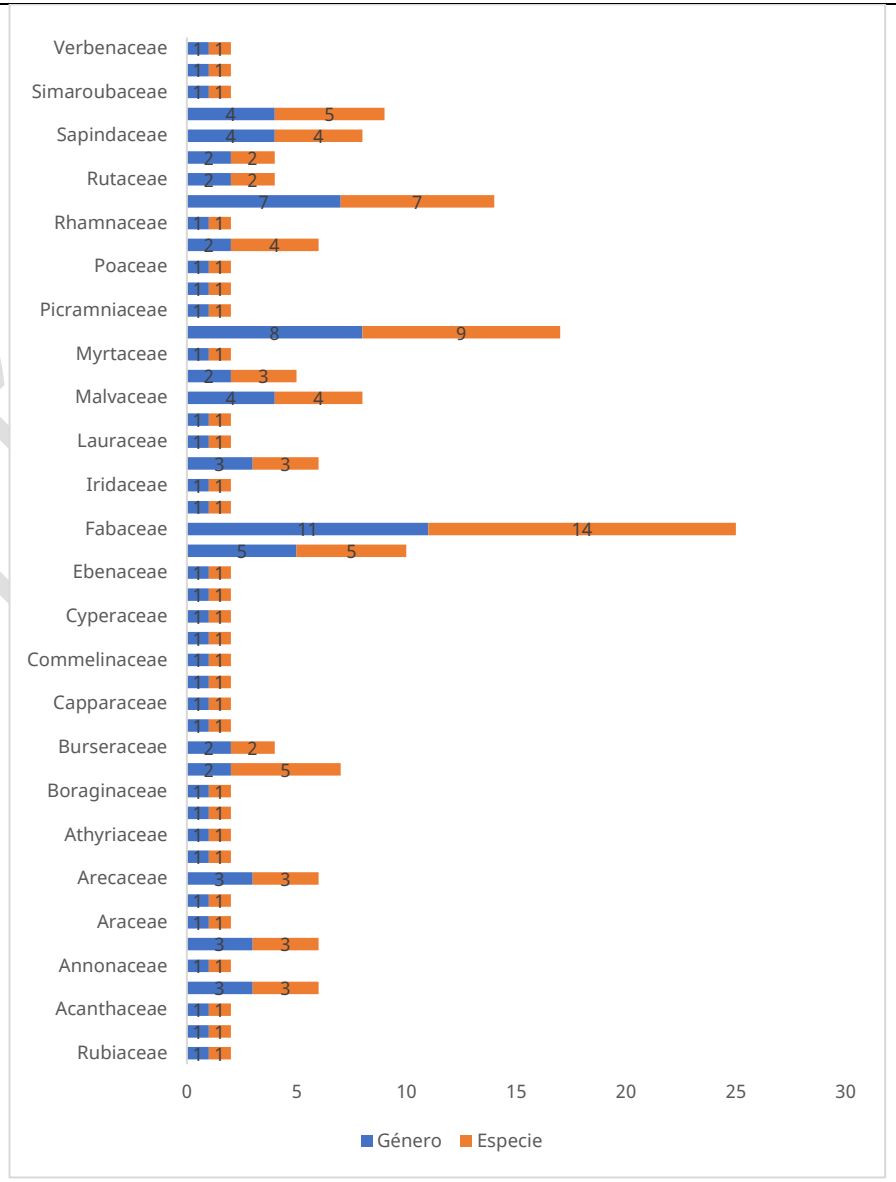


Figura IV.36: Representación gráfica, Listado Floristico (Familias, Generos, Especies) AP.

Riqueza y estructura florística por tipo de vegetación

Forma de Vida Arbórea

Para el estrato arbóreo en el Sistema ambiental se registraron un total de 60 especies distribuidas en 56 géneros y 32 familias.

Tal como puede observarse en la Figura y Tabla siguiente la Familia Fabaceae es la más representativa con 10 géneros y 12 especies.

Tabla IV.21: Riqueza arbórea en el SA.

Árboles		
Familia	**Género**	**Especie**
Fabaceae	1	1
Salicaceae	1	1
Anacardiaceae	2	2
Annonaceae	2	2
Apocynaceae	3	3
Araliaceae	1	1
Arecaceae	3	3
Bignoniaceae	2	2
Boraginaceae	1	1
Burseraceae	2	2
Celastraceae	1	1
Chrysobalanaceae	1	1
Ebenaceae	1	1
Euphorbiaceae	3	3
Fabaceae	1	1

Para el estrato arbóreo en el Área del proyecto se registraron un total de 48 especies distribuidas en 46 géneros y 22 familias.

Tal como puede observarse en la Figura y Tabla siguiente la Familia Fabaceae es la más representativa con 11 géneros y 14 especies.

Tabla IV.22: Riqueza arbórea en el AP.

Árboles		
Familia	Género	Especie
Rubiaceae	1	1
Rutaceae	3	3
Anacardiaceae	1	1
Burseraceae	2	2
Capparaceae	1	1
Celastraceae	5	5
Euphorbiaceae	4	4
Fabaceae	1	1
Lamiaceae	3	3
Lauraceae	2	2
Malpighiaceae	2	3
Malvaceae	1	1
Moraceae	2	3

Consulta Pública

Icacinaceae	1	1
Lamiaceae	2	2
Lauraceae	1	1
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Moraceae	2	3
Myrtaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Picramniaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Polygonaceae	2	3
Rhamnaceae	1	1
Rubiaceae	4	4
Salicaceae	1	1
Sapindaceae	4	4
Sapotaceae	4	6
Simaroubaceae	1	1
Total	56	60

Orchidaceae	2	2
Picramniaceae	3	3
Polygonaceae	1	1
Rhamnaceae	3	3
Rubiaceae	1	1
Salicaceae	2	2
Sapindaceae	1	1
Sapotaceae	2	2
Simaroubaceae	3	3
Total	**46**	**48**

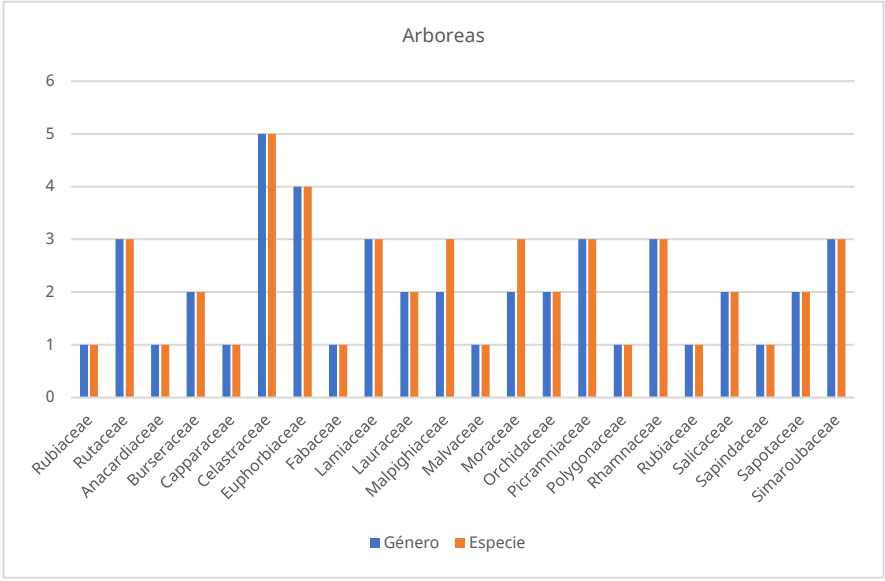


Figura IV.38: Representación gráfica, riqueza arbórea en el AP.

Consulta Pública

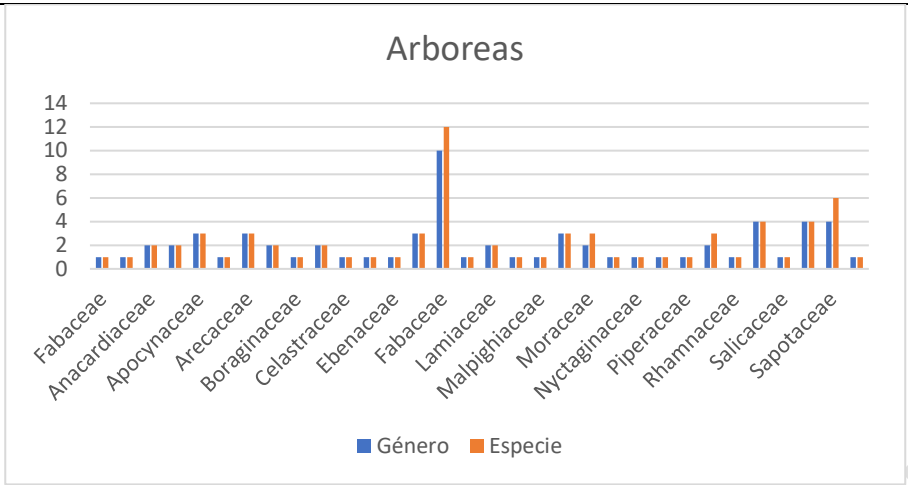


Figura IV.37: Representación gráfica, Riqueza arbórea en el SA.

Comparativa: Para ambos la diversidad resulta ser distinta en abundancias, lo que indica que ambos sitios presentan una amplia distribución de especies, además las especies registradas pueden observarse en los listados potenciales de la zona.

Forma de Vida Arbustiva

Para el estrato arbustivo en el Sistema ambiental se registraron un total de 5 especies distribuidas en 5 géneros y 5 familias.

Tabla IV.23: Riqueza arbustiva en el SA.

Arbustos		
Familia	**Género**	**Especie**
Acanthaceae	1	1
Fabaceae	1	1
Malvaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Rubiaceae	1	1
Total	**5**	**5**

Para el estrato arbustivo en el AP se registraron un total de 33 especies distribuidas en 33 géneros y 19 familias.

Tabla IV.24: Riqueza arbustiva en el AP.

Arbustos		
Familia	**Género**	**Especie**
Acanthaceae	1	1
Annonaceae	1	1
Apocynaceae	3	3
Araliaceae	1	1
Athyriaceae	1	1

Consulta Pública

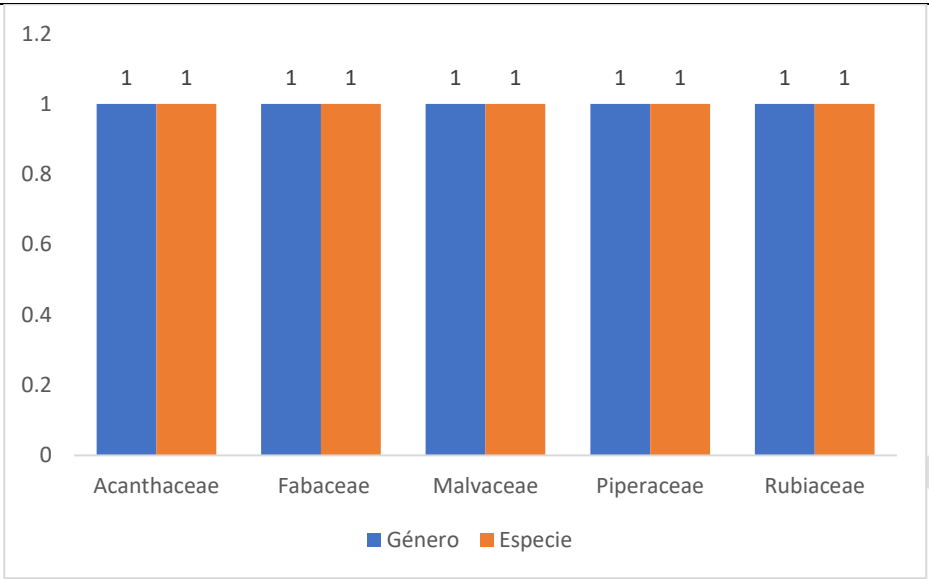


Figura IV.39: Representación gráfica, riqueza arbustiva en el SA.

Tal como puede observarse en la Figura y Tabla anterior se observa un equilibrio entre especies, géneros y familias, lo que detona la heterogeneidad encontrada en el muestreo.

Boraginaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1
Ebenaceae	1	1
Euphorbiaceae	5	5
Icacinaceae	1	1
Lamiaceae	3	3
Malvaceae	4	3
Myrtaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Rubiaceae	1	1
Rutaceae	1	1
Sapotaceae	4	5
Urticaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
Total	**33**	**33**

Consulta Pública

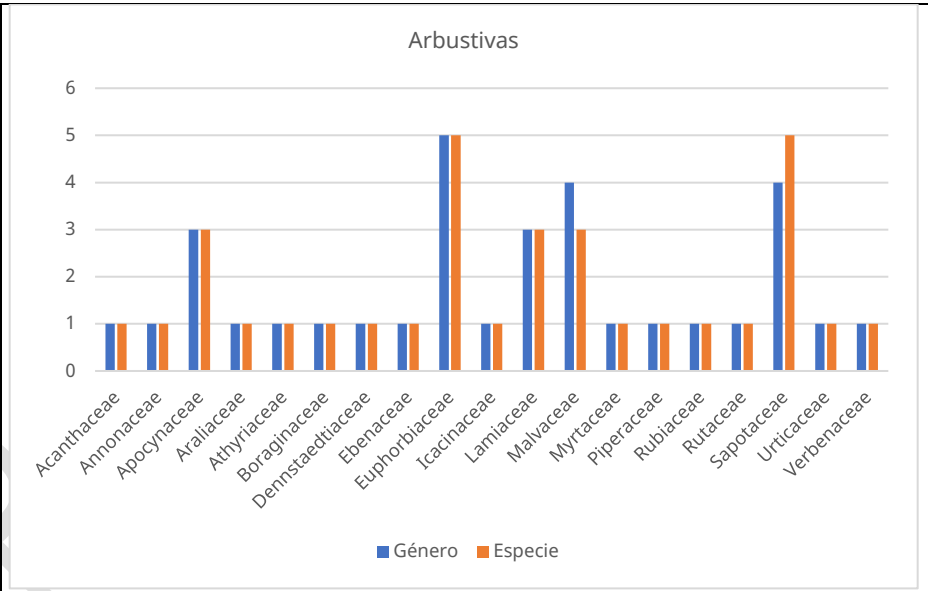


Figura IV.40: Representación gráfica, riqueza arbustiva en el AP.

Resultados comparativos: Para el caso de este estrato se registró una mayor diversidad de especies en el AP, lo que pudiera estar relacionado al tipo de vegetación más representativa que es Selva mediana subperennifolia en su etapa secundaria arbustiva y arbórea.

Forma de Vida Herbácea

Para el estrato de herbáceas en el Sistema ambiental se registraron un total de 7 especies distribuidas en 7 géneros y 7 familias. Las familias se distribuyeron de forma heterogénea.	Para el estrato de herbáceas en el AP se registraron un total de 7 especies distribuidas en 7 géneros y 7 familias. Las familias presentaron la misma representatividad 1 ejemplar por cada especie.

Consulta P

Tabla IV.25: Riqueza estrato herbáceas en el SA.

Hierbas		
Familia	**Género**	**Especie**
Asteraceae	1	1
Athyriaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Cucurbitaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Poaceae	1	1
Total	**7**	**7**

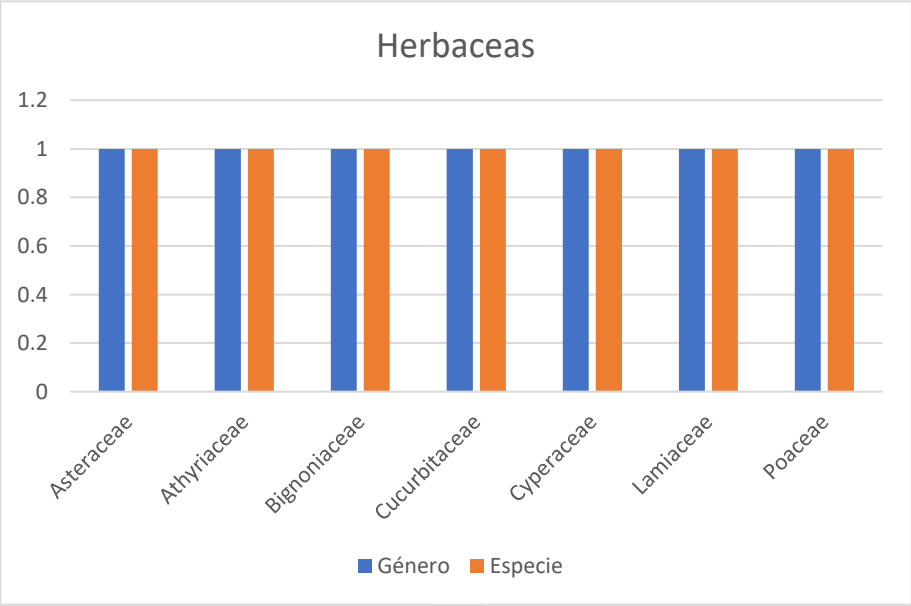


Figura IV.41: Representación gráfica, riqueza estrato herbáceas en el SA.

Tabla IV.26: Riqueza estrato herbáceas en el AP.

Hierbas		
Familia	**Género**	**Especie**
Athyriaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Asteraceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Iridaceae	1	1
Poaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Total	**7**	**7**

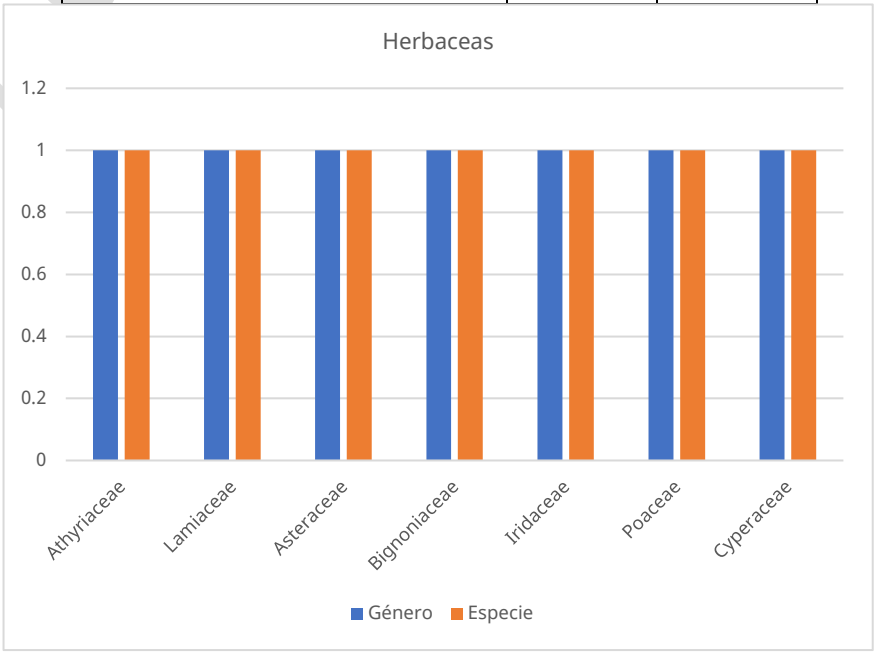


Figura IV.42: Representación gráfica, riqueza estrato herbáceas en el AP.

Versión Pública

Resumen comparativo: Para el caso de ambas zonas de muestreo las familias se distribuyeron de forma homogénea, lo que nos muestra la heterogeneidad de la zona.

Forma de Vida Epífitas/trepadoras/cactáceas

Para el estrato de epífitas y trepadoras en el Sistema ambiental se registraron un total de 19 especies distribuidas en 15 géneros y 9 familias.

Las familias mayormente representativas fueron Bromeliaceae, Sapotaceae y Orchidaceae con una abundancia de 5, 2 y 5 especies respectivamente.

Tabla IV.27: Riqueza estrato epífitas/trepadoras en el SA.

Epífitas/trepador cactáceas		
Familia	**Género**	**Especie**
Annonaceae	2	2
Apocynaceae	1	1
Araceae	1	1
Arecaceae	1	1
Bromeliaceae	1	5
Cactaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Orchidaceae	5	5
Sapotaceae	2	2
Total	**15**	**19**

Para el estrato de epífitas y trepadoras en el Área del Proyecto se registraron un total de 17 especies distribuidas en 17 géneros y 7 familias.

Las familias mayormente representativas fueron Orchidaceae, Bromeliaceae, Arecaceae y Apocypaceae con una abundancia de 9, 5 y 3 especies respectivamente.

Tabla IV.28: Riqueza estrato epífitas/trepadoras en el AP.

Epífitas/trepador cactáceas		
Familia	**Género**	**Especie**
Apocynaceae	3	3
Araceae	1	1
Arecaceae	3	3
Bromeliaceae	2	2
Cactaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Orchidaceae	6	6
Total	**17**	**17**

Consulta Pública

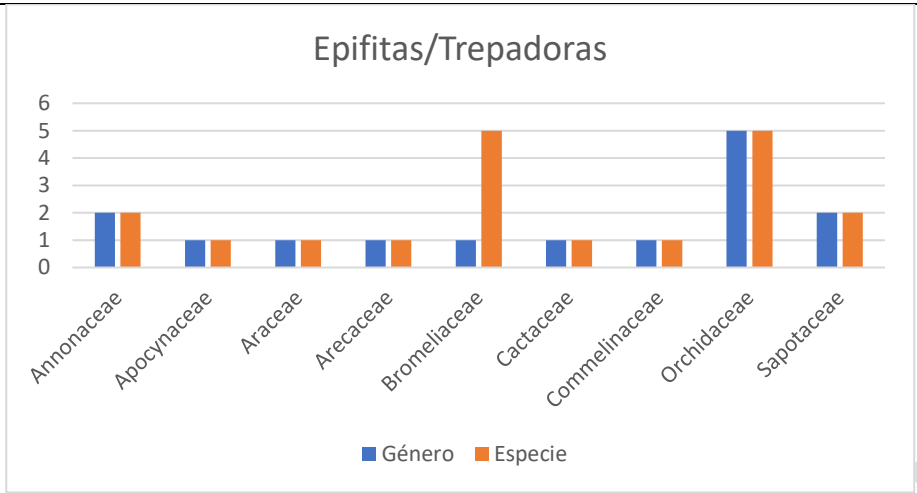


Figura IV.43: Representación gráfica, riqueza estrato epífitas/trepadoras en el SA.

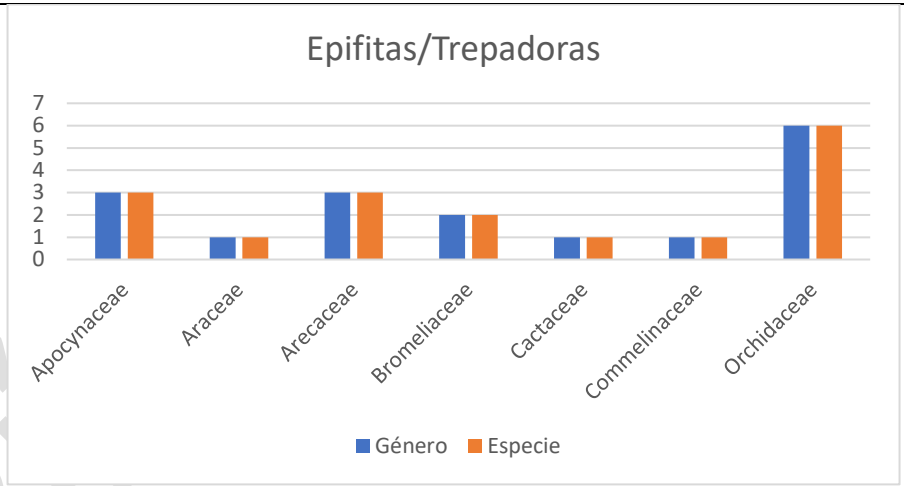


Figura IV.44: Representación gráfica, riqueza estrato epífitas/trepadoras en el AP.

Resumen comparativo: En ambos muestreos una de las familias más representativas resultó ser Bromeliaceae, las 7 familias con incidencia en el AP, resultaron muestreadas en el Sistema Ambiental, lo que nos arroja datos de homogeneidad en la zona.

Índices de diversidad

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los índices de diversidad respecto a los 4 estratos. Mismos que se desglosan en las tablas y figuras siguientes:

Tabla IV.29: Índices de diversidad por estrato.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**EPÍFITO Y TREPADOR**
Riqueza S	60	5	7	19
N° de individuos	966	236	59	393
Índice de equidad Shannon-Wiener *H'*	3.312	1.313	0.807	3.177

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los índices de diversidad respecto a los 4 estratos. Mismos que se desglosan en las tablas y figuras siguientes:

Tabla IV.30: Índices de diversidad por estrato.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**EPÍFITO Y TREPADOR**
Riqueza S	48	33	7	17
N° de individuos	653	1591	70	255

H_{MAX}	4.094	6.873	1.946	2.944
Índice de dominancia Simpson ʎ	0.944	0.683	0.829	0.887
Índice de equitatividad J´	0.809	0.191	0.415	1.079

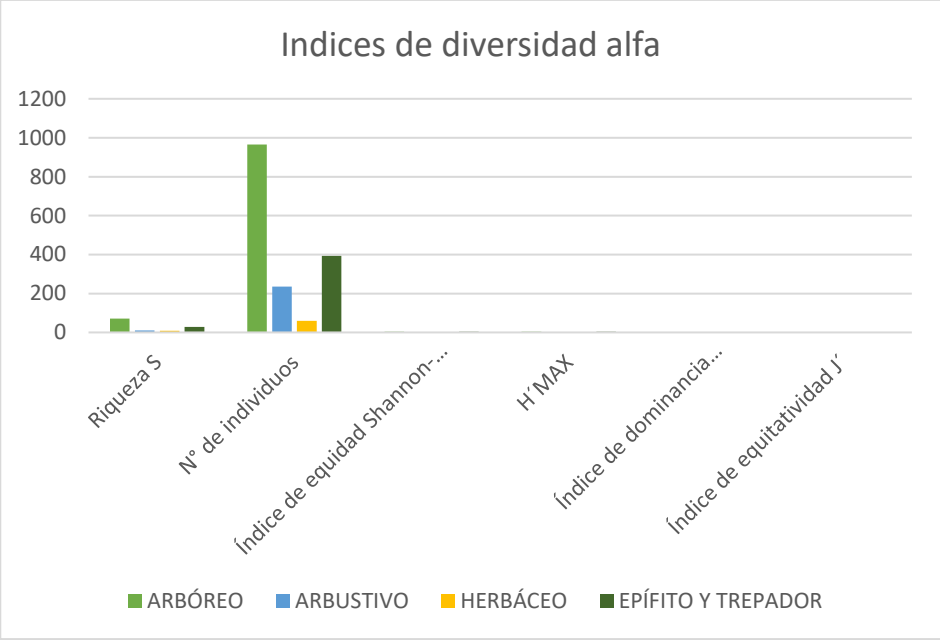


Figura IV.45: Representación gráfica diversidad alfa.

Análisis:

1. Riqueza S: El estrato arbóreo es el más rico en especies, seguido por el estrato epífito y trepador.

Índice de equidad Shannon-Wiener H'	2.562	3.148	1.668	2.044
H_{MAX}	3.871	3.497	1.946	2.833
Índice de dominancia Simpson ʎ	0.934	0.872	0.799	2.044
Índice de equitatividad J´	0.662	0.900	0.857	0.721

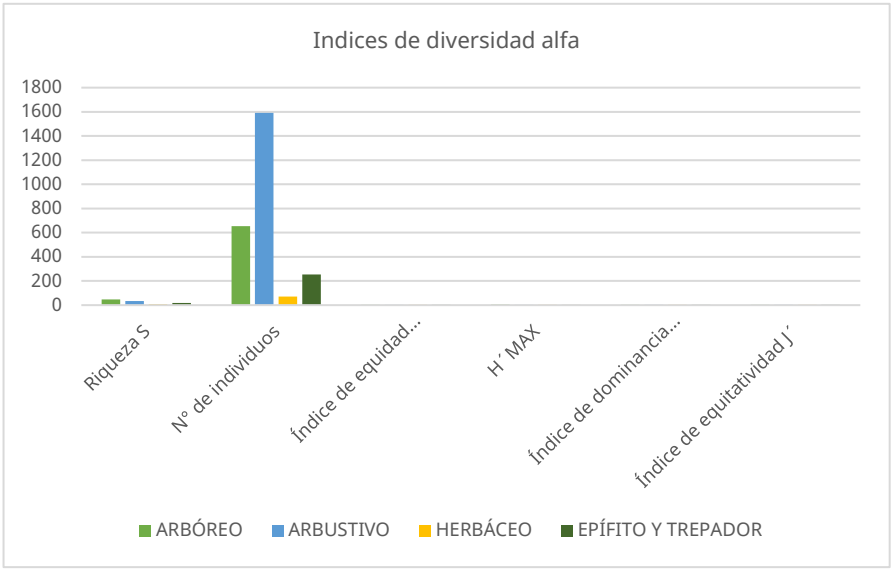


Figura IV.52: Representación gráfica diversidad alfa.

Análisis:

1. Riqueza S: El estrato arbóreo es el más rico en especies, seguido por el estrato arbustivo.

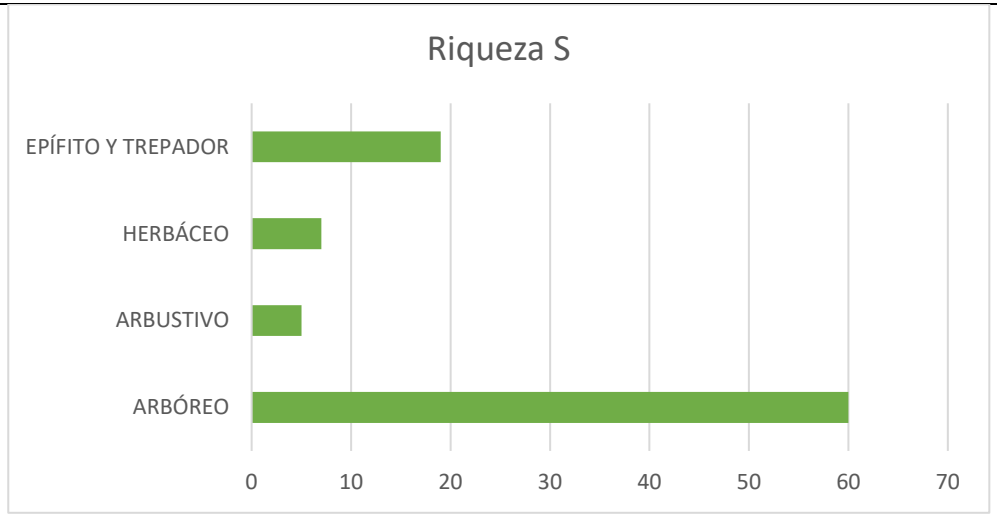


Figura IV.46: Riqueza en el SA.

2. Número de individuos: El estrato arbóreo tiene el mayor número de individuos, seguido por el estrato epífito y trepador.

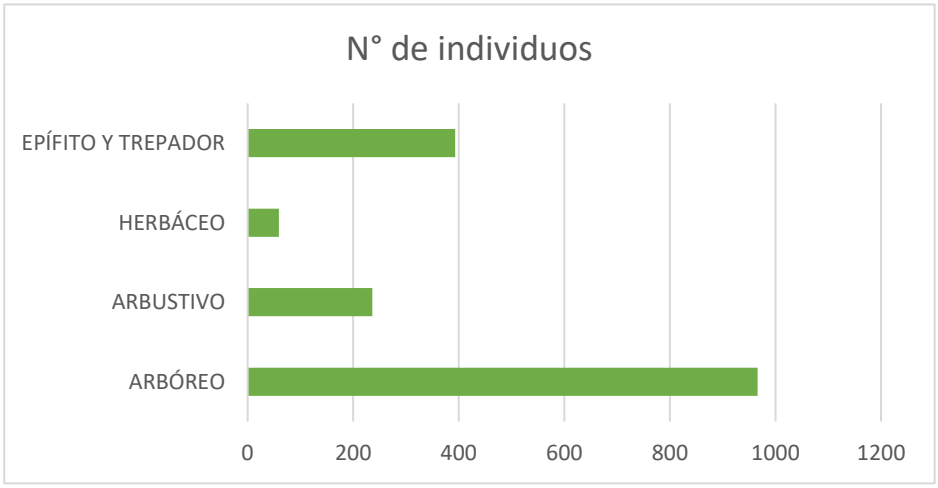


Figura IV.47: No de individuos en el SA.

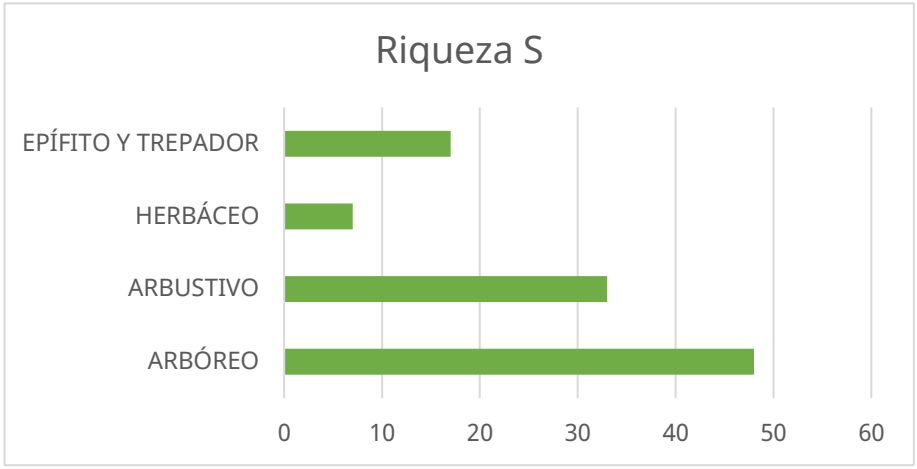


Figura IV.53: Riqueza en el AP.

2.Número de individuos: El estrato arbustivo tiene el mayor número de individuos, seguido por el estrato arbóreo.

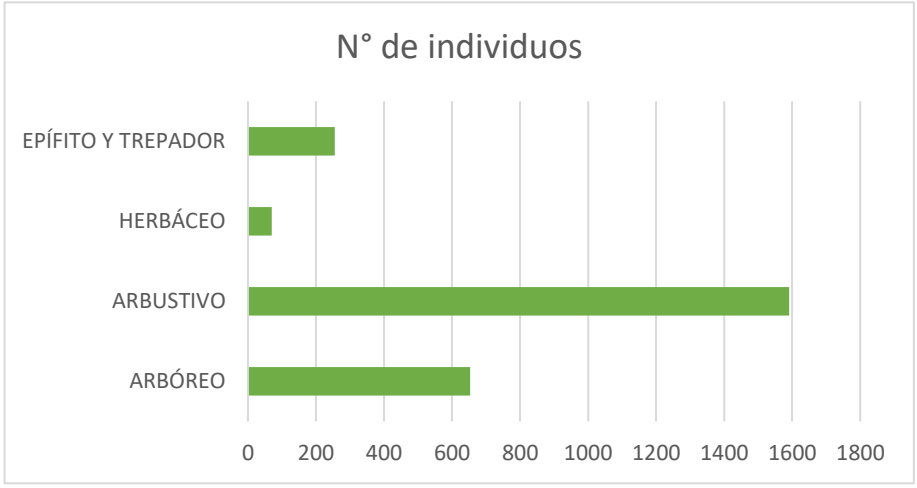
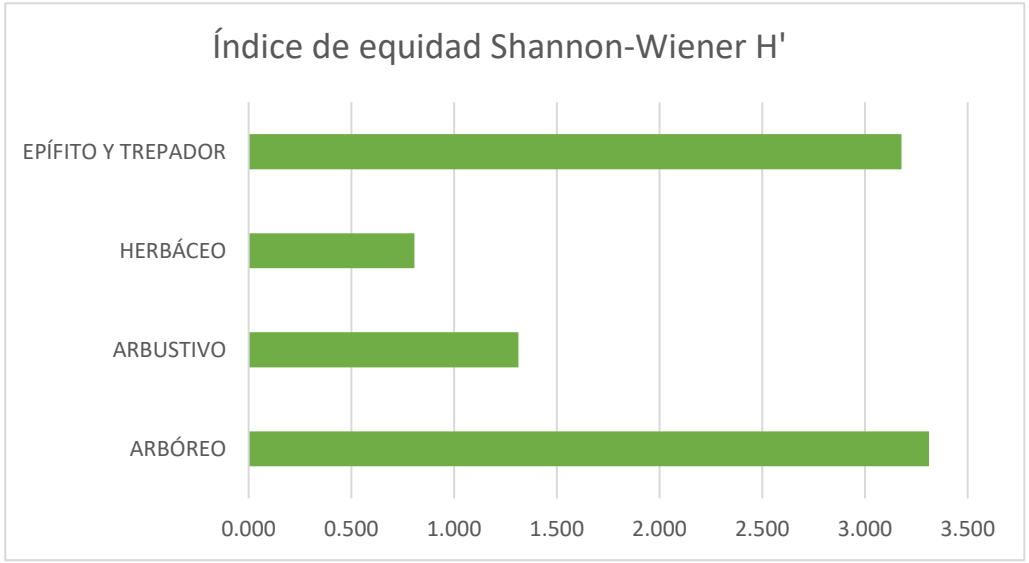
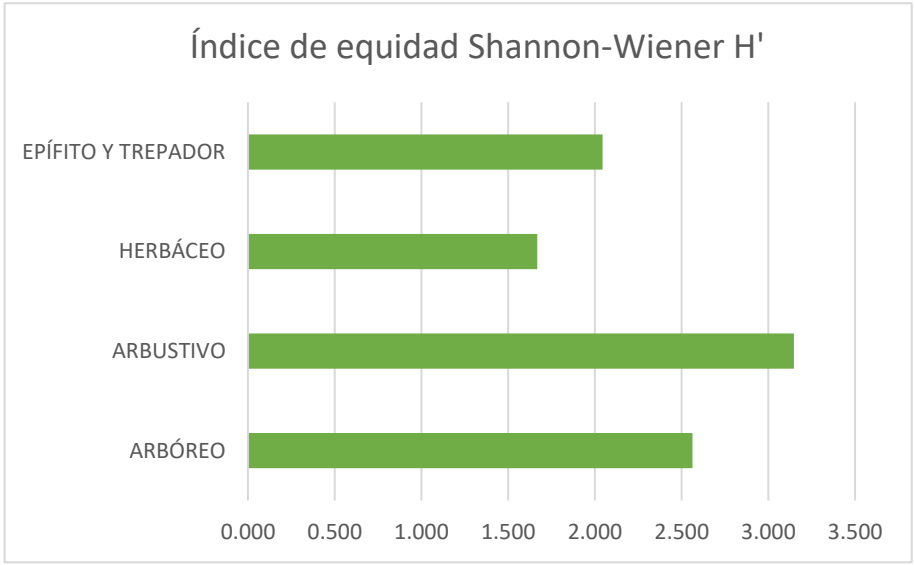


Figura IV.54: No de individuos en el AP.

3. Shannon-Wiener H': El estrato epífito y trepador tiene la mayor diversidad, mientras que el herbáceo presenta la menor diversidad.	3. Shannon-Wiener H': El estrato arbóreo tiene la mayor diversidad, mientras que el herbáceo presenta la menor diversidad.
 **Figura IV.48: Índice de equidad Shannon-Wiener H´´ en el SA.**	 **Figura IV.55: Índice de equidad Shannon-Wiener H´´ en el AP.**
4. H' MAX: es el valor máximo teórico del índice de Shannon-Wiener, que se alcanzaría si todas las especies estuvieran representadas de manera equitativa. Podemos ver que la equitatividad es baja.	4. H' MAX: es el valor máximo teórico del índice de Shannon-Wiener, que se alcanzaría si todas las especies estuvieran representadas de manera equitativa. Podemos ver que la equitatividad es media con tendencia a alta.

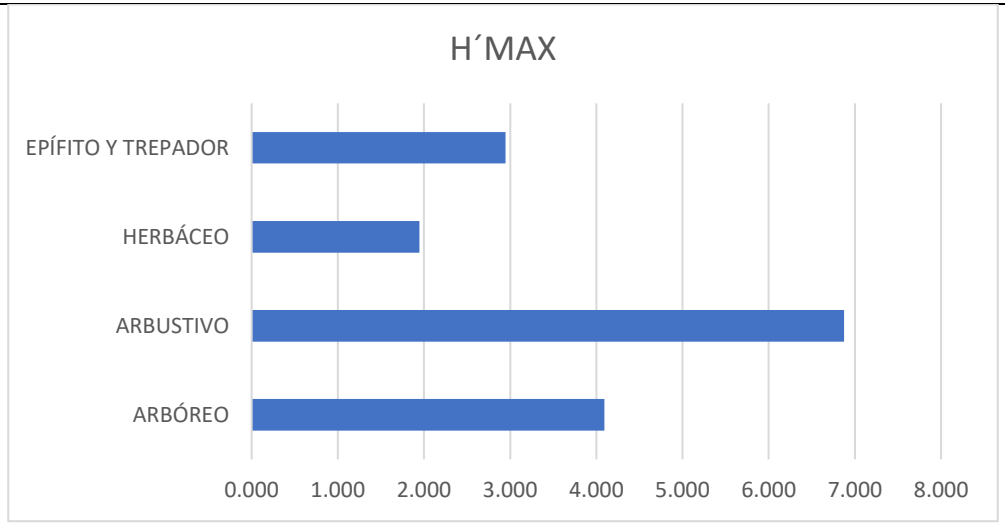


Figura IV.49: Índice H´ MAX, en el SA.

5. Dominancia de Simpson λ: El estrato arbustivo muestra la mayor dominancia.

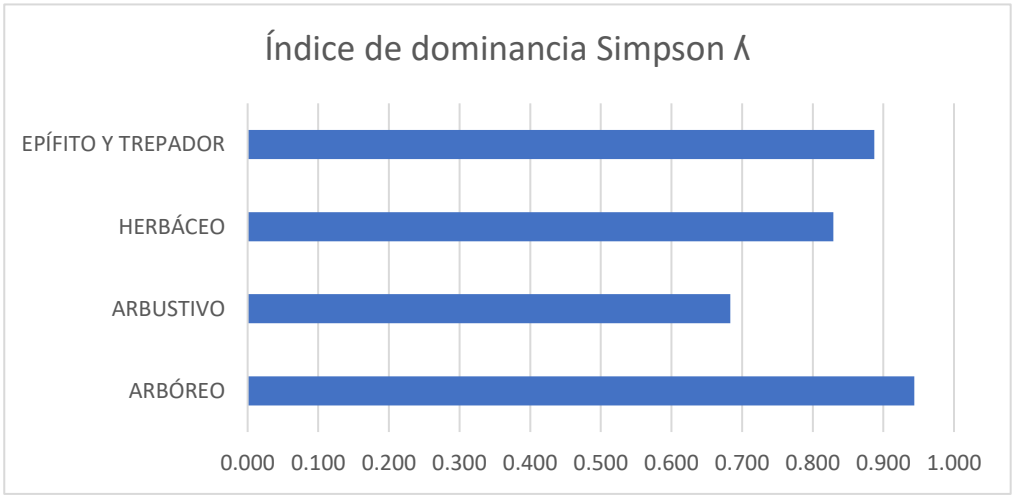


Figura IV.50: Índice de Dominancia en el SA.

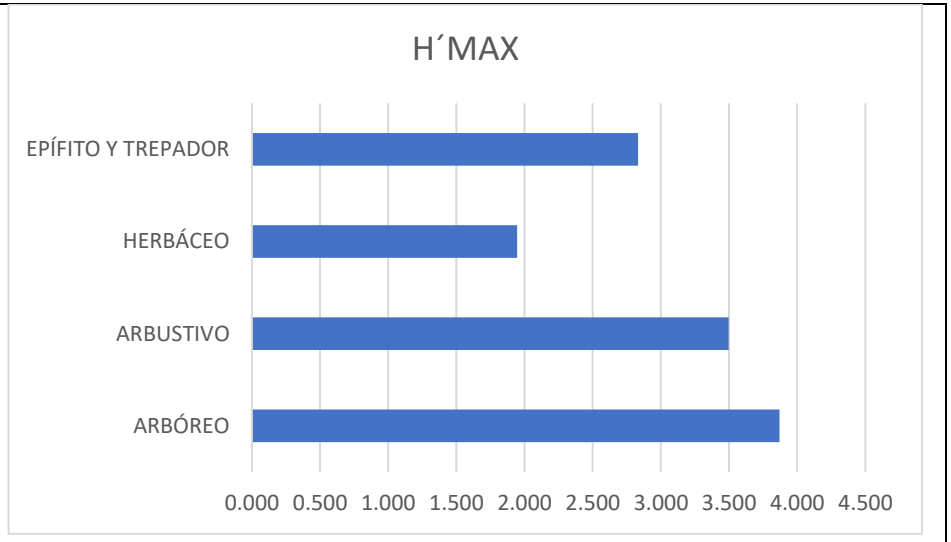


Figura IV.56: Índice H´ MAX, en el AP.

5. Dominancia de Simpson λ: El estrato arbóreo muestra la mayor dominancia.

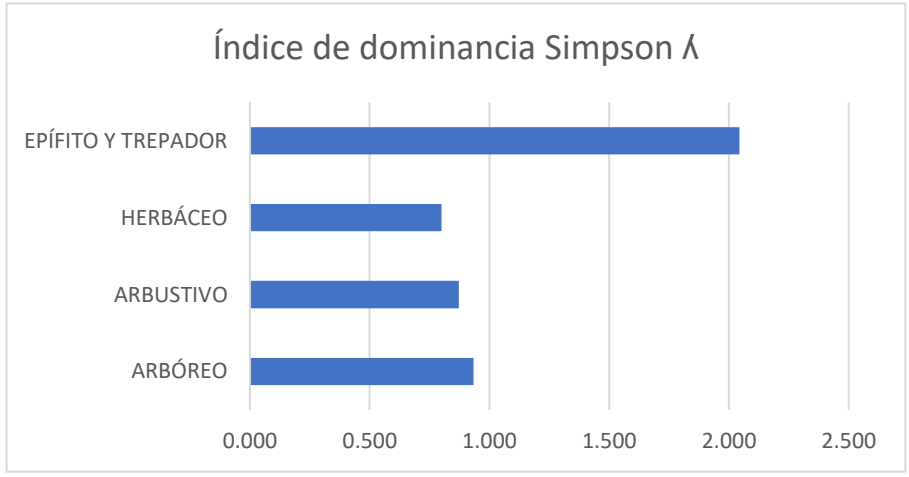


Figura IV.57: Índice de Dominancia en el AP.

6. índice de equitatividad J': El estrato epífito y trepador tiene la mayor equitatividad, indicando una distribución más uniforme.

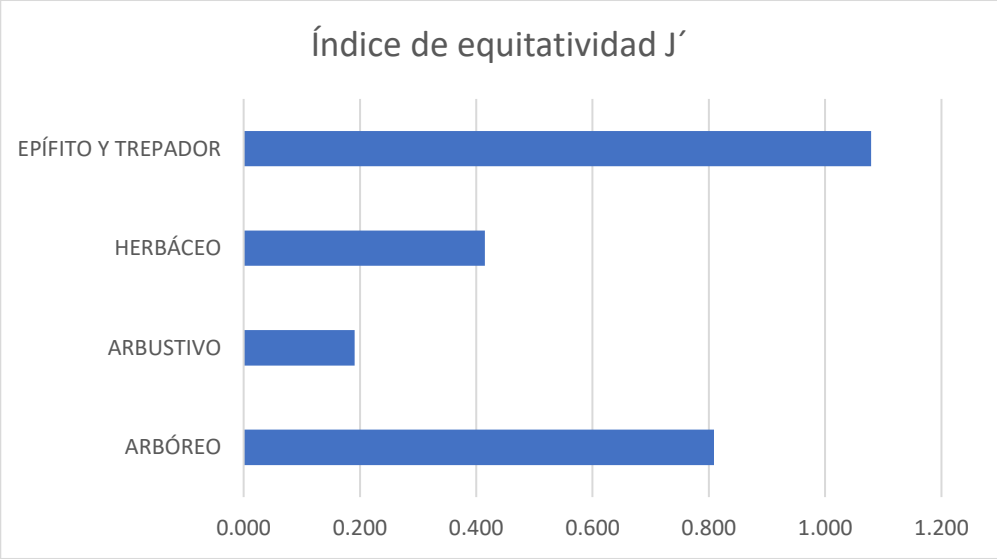


Figura IV.51: Índice de equitatividad en el SA.

En resumen, el estrato arbóreo es el más rico y abundante en especies, mientras que el estrato epífito y trepador muestra la mayor diversidad y equitatividad. El estrato arbustivo tiene la mayor dominancia, indicando que una especie en particular predomina en este estrato.

6. índice de equitatividad J': El estrato arbóreo tiene la mayor equitatividad, indicando una distribución más uniforme.

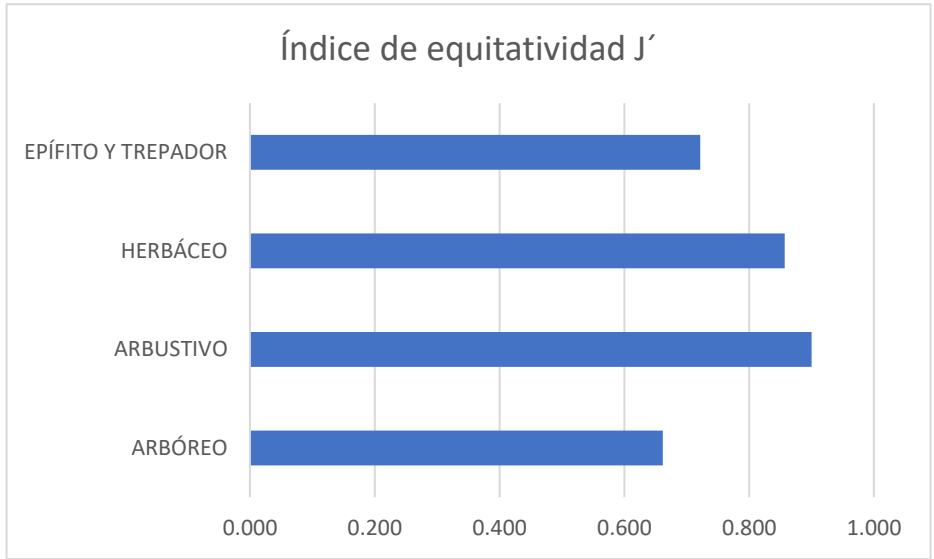


Figura IV.58: Índice de equitatividad en el SA.

El estrato Herbáceo destaca por su alta diversidad, equidad y equitatividad, mientras que Epífito y Trepador presenta una menor diversidad y una mayor dominancia de ciertas especies.

Resumen comparativo: En comparativa para ambos sitios se observa la presencia de vegetación sucesional en el AP, lo que nos permitirá evaluar el impacto y determinar el grado de afectación y las medidas de mitigación, compensación y remediación a establecerse por el proyecto.

Índice de diversidad
Índice de Valor de Importancia (IVI)
Forma de vida arbórea

Tabla IV.31: Valor de Importancia IVIE estrato arbóreo.

Especie	No. Árboles	IVI Abs	IVI %
Acacia collinsii	1	0.455701844	0.151900615
Alofillus cominia	2	0.656063786	0.218687929
Alvaradoa amorphoides	4	2.636958695	0.878986232
Astronium graveolens	2	4.477435414	1.492478471
Brosimum alicastrum	4	1.787630886	0.595876962
Bursera simaruba	57	12.0822175	4.027405834
Byrsonima bucidifolia	4	2.167210852	0.722403617
Caesalpinia gaumeri	13	4.241110568	1.413703523
Caesalpinia yucatanesis	1	3.083608251	1.027869417
Cascabela gaumeri	16	4.103461971	1.367820657
Ceiba schottii	2	1.805910917	0.601970306
Chrysobalanus icaco	19	2.333211957	0.777737319
Chrysophyllum mexicanun	2	4.992460225	1.664153408
Coccoloba barbadensis	17	0.638826682	0.212942227
Coccoloba cozumelensis	5	3.524355938	1.174785313
Cordia dodecandra	3	2.519168354	0.839722785
Croton arboreus	7	2.232863756	0.744287919
Dendropanax arboreus	21	1.983327292	0.661109097
Diospyros tetrasperma	11	6.454485286	2.151495095

Tabla IV.32: Valor de Importancia IVIE estrato arbóreo.

Especie	No. Árboles	IVI Abs	IVI %
Acacia collinsii	7	1.549875873	0.516625291
Allopyillus cominia	1	0.468410556	0.156136852
Alseis yucatanensis	1	0.452569793	0.150856598
Alvaradoa amorphoides	1	0.458241941	0.152747314
Amyris elemifera	1	0.461055916	0.153685305
Astronium graveolens	4	0.93822364	0.312741213
Brosimum alicastrum	3	0.435067163	0.145022388
Bursera simaruba	41	1.93214921	0.644049737
Byrsonima bucidifolia	3	11.75290921	3.917636402
Caesalpinia gaumeri	5	1.52275269	0.50758423
Caesalpinia mollis	1	2.299189018	0.766396339
Cascabela gaumeri	7	0.455575295	0.151858432
Ceiba schottii	5	2.677944204	0.892648068
Coccoloba barbadensis	9	0.597997812	0.199332604
Cosmocalyx spectabilis	2	1.508391065	0.502797022
Dalbergia glabra	1	0.449776444	0.149925481
Diphysa yucatanensis	1	2.333106992	0.777702331
Erythrostemon yucatanensis	9	0.910752802	0.303584267

Consulta Pública

Diphysa yucatanensis	2	3.541421569	1.180473856
Erythrostemon yucatanensis	3	1.533390841	0.51113028
Exostema mexicanum	6	1.520589982	0.506863327
Exothea diphylla	6	1.405373479	0.468457826
Ficus crassinervia	5	4.074347801	1.358115934
Ficus pertusa	14	3.118343809	1.039447936
Guetarda elliptica	1	4.048989139	1.349663046
Gymnanthes lucida	26	4.546054209	1.515351403
Gymnopodium floribundum	10	4.834887977	1.611629326
Haematoxylum campechianum	3	1.918375588	0.639458529
Hampea trilobata	4	4.815116179	1.605038726
Krugiodendron ferreum	1	1.591340238	0.530446746
Laetia thamnia	52	2.635480291	0.87849343
Lonchocarpus rugosus	13	3.604216085	1.201405362
Lysiloma latisiliquum	54	11.6774032	3.892467733
Manilkara zapota	124	3.318753421	1.10625114
Mariosousa dolichostachya	2	3.530326023	1.176775341
Melicoccus oliviformis	1	15.76890105	5.25630035
Metopium brownei	78	35.37838028	11.79279343
Mosannona depressa	7	0.694165489	0.231388496
Nea psichotroides	16	1.38818555	0.462728517
Nectandra salicifolia	41	2.038344336	0.679448112
Ottoschulzia pallida	42	17.82510372	5.94170124
Piscidia piscipula	6	1.711131123	0.570377041

Exostema mexicanum	8	3.195745109	1.06524837
Exothea diphylla	25	3.241414034	1.080471345
Ficus crassinervia	7	0.587646509	0.19588217
Guazuma ulmifolia	1	2.10302396	0.701007987
Gymnanthes lucida	54	0.636568394	0.212189465
Gymnopodium floribundum	13	4.908698946	1.636232982
Krugiodendron ferreum	1	3.187155896	1.062385299
Laetia thamnia	66	0.457696825	0.152565608
Lonchocarpus guatemalensis	4	2.561657661	0.853885887
Lysiloma latisiliquum	23	2.728840345	0.909613448
Manilkara zapota	102	7.253615713	2.417871904
Mariosousa dolichostachya	15	3.574258568	1.191419523
Melicoccus oliviformis	8	1.56457042	0.521523473
Metopium brownei	32	0.452569793	0.150856598
Nea psichotroides	7	11.51668842	3.838896138
Nectandra salicifolia	18	3.496080319	1.165360106
Piscidia piscipula	8	0.464017219	0.154672406
Pouteria campechiana	18	0.536900643	0.178966881
Pouteria reticulata	60	0.512977436	0.170992479
Protium copal	9	13.60389506	4.534631688
Quadrella isthmensis	2	1.184474532	0.394824844
Sebastiania adenophora	1	1.874720603	0.624906868
Semialarium mexicanum	2	5.468420752	1.822806917

Consulta Pública

Plumeria obtusa	1	2.782685212	0.927561737
Pouteria campechiana	12	2.90532251	0.968440837
Pouteria reticulata	46	7.960028316	2.653342772
Protium copal	1	14.08135973	4.693786577
Psidium sartorianun	7	2.942077662	0.980692554
Randia aculeata	1	0.788494216	0.262831405
Sabal yapa	1	3.041262002	1.013754001
Sebastiania adenophora	6	6.830541299	2.2768471
Semialarium mexicanum	14	0.457325629	0.152441876
Sideroxlon salicifolium	3	1.093050464	0.364350155
Simarouba glauca	10	0.914420223	0.304806741
Swartzia cubensis	8	0.476889118	0.158963039
Tecoma stans	1	0.960568606	0.320189535
Thouinia paucidentata	3	1.568428255	0.522809418
Thrinax radiata	106	2.717658311	0.905886104
Vitex gaumeri	33	1.036509751	0.34550325
Zuelania guidonia	5	3.01949451	1.00649817
Total general	875	299.9995857	100.00

La especie *Manilkara zapota* presenta el mayor nivel de IVI, congruente con el número de árboles y la alta densidad de la especie.

Sideroxlon salicifolium	9	26.22277083	8.740923611
Simarouba glauca	10	3.779092492	1.259697497
Spondias mombin	2	2.937787559	0.97926252
Swartzia cubensis	6	10.94007646	3.646692154
Thouinia paucidentata	4	2.112105291	0.704035097
Vitex gaumeri	32	3.089456455	1.029818818
Zuelania guidonia	4	5.725824561	1.908608187
Total general	875	300	100

La especie *Manilkara zapota* presenta el mayor nivel de IVI, congruente con el número de árboles y la alta densidad de la especie.

Resumen comparativo: Para ambos sitios se tiene que la especie *Manilkara zapota* presenta el mayor nivel de IVI, lo que nuevamente nos permite evaluar el nivel de heterogeneidad en la zona.

Forma de vida arbustiva

Tabla IV.33: Valor de Importancia IVIE estrato arbustivo.

Especie		IVI	IVI

Tabla IV.34: Valor de Importancia IVIE estrato arbustivo.

Especie		IVI	IVI

Consulta Pública

	No. Árboles	Abs	%
Hamelia patens	106	30.91850937	10.30616979
Justicia carthagenensis	16	190.4152452	63.4717484
Malvabiscus arboreus	69	18.52300242	6.17433414
Piper marginatum	36	45.57504285	15.19168095
Bauhinia ungulata	9	14.56820016	4.85606672
Total general	354	300	100

De acuerdo con la tabla anterior nos encontramos que la especie *Justicia carthagenensis* es la especie con el mayor IVIE, al menos en términos de densidad relativa, sugiriendo que es la especie más dominante y ecológicamente significativa en este ecosistema. *Piper marginatum* y *Malvaviscus arboreus* también tienen una relevancia destacable, mientras que *Hamelia patens* y *Bauhinia ungulata* tienen menor importancia relativa.

	No. Árboles	Abs	%
Athyrium filix	313	3.100076105	1.033358702
Bauhinia divaricata	16	46.31183284	15.43727761
Bauhinia jenningsii	24	2.357828656	0.785942885
Cecropia peltata	1	6.831628945	2.277209648
Chamaedorea seifrizii	26	1.323855244	0.441285081
Chrysophyllum mexicanum	13	5.629262697	1.876420899
Cnidocolus aconitifolius	5	2.182055696	0.727351899
Coccoloba acapulcensis	16	3.137372733	1.045790911
Coccoloba cozumelensis	29	2.942028494	0.980676165
Cordia dodecandra	1	6.310939126	2.103646375
Croton arboreus	283	1.323855244	0.441285081
Dendropanax arboreus	18	40.06916256	13.35638752
Diospyros tetrasperma	9	1.397710487	0.465903496
Esenbeckia pentaphyla	13	1.556131155	0.518710385
Ficus pertusa	10	2.880359455	0.960119818
Hamelia patens	58	1.766986706	0.588995569
Hampea trilobata	72	18.20939015	6.069796715
Hyptis suaveolens	16	16.20094872	5.400316241
Jatropha gaumeri	54	2.4316839	0.8105613
Justicia carthagenensis	14	13.67913416	4.559711386
Lippia graveolens	18	6.448304389	2.149434796

Consulta Pública

Lonchocarpus rugosus	37	4.036559876	1.345519959
Malvabiscus arboreus	29	10.90772559	3.635908529
Mosannona depressa	9	10.48265023	3.494216743
Ottoschulzia pallida	56	1.628510374	0.542836791
Piper marginatum	14	2.655841674	0.885280558
Plumeria obtusa	9	3.533973412	1.177991137
Psidium sartorianum	20	5.791738383	1.930579461
Psychotria nervosa	73	5.544697273	1.848232424
Pteridium aquilinum	85	18.18542499	6.061808331
Randia aculeata	94	12.68246052	4.227486841
Sabal yapa	46	21.13375674	7.044585581
Thrinax radiata	110	14.01370579	4.671235264
Total general	1591	300	100

De acuerdo con la tabla anterior nos encontramos que la especie *Athyrium filix* es la especie con el mayor IVIE, por lo que resulta ser la especie más dominante y ecológicamente significativa en este ecosistema.

Resumen comparativo: Para el caso de este tipo de estrato resulta significativamente visible en los resultados presentados que las especies representativas para AP, no coinciden con el SA, sin embargo, todas las especies registradas para SA resultaron con incidencia en el AP, lo anterior nuevamente lo podemos catalogar por los sitios de muestreo y el tipo de vegetación predominante. Es decir, para el caso del AP nos encontramos con vegetación secundaria a diferencia de las zonas de muestreo en el SA.

Forma de vida herbácea

Tabla IV.35: Valor de Importancia IVIE estrato herbáceo.

Especie	No. Árboles	IVI Abs	IVI %

Tabla IV.36: Valor de Importancia IVIE estrato herbáceo.

Especie	No. Árboles	IVI Abs	IVI %

Consulta Pública

Acmella pilosa	5	15.72236752	5.240789173
Arrabidaea floribunda	12	86.39610243	28.79870081
Athirium filix	13	80.23710356	26.74570119
Cyperus rotundus	12	47.33713386	15.77904462
Momordica charantia	4	17.89020139	5.963400464
Panicum trichoides	9	37.11575362	12.37191787
Teucrium cubense	4	15.30133761	5.100445871
Total general	59	300	100

De acuerdo con la tabla anterior nos encontramos que las especies *Arrabidaea floribunda* y *Athirium filix* son las especies con el mayor IVIE, al menos en términos de densidad relativa, sugiriendo que es la especie más dominante y ecológicamente significativas en este estrato. Mientras que la especie *Teucrium cubense* tiene menor importancia relativa.

Acmella pilosa	4	22.29979802	7.433266005
Arrabidaea floribunda	21	124.202719	41.40090634
Gladiulus italicus	3	18.60590354	6.201967846
Momordica charantia	5	26.5798563	8.859952099
Panicum trichoides	20	18.88862711	6.296209036
Scleria setulosociliata	12	46.00824637	15.33608212
Teucrium cubense	5	27.24765961	9.082553204
Total general	70	300	100

De acuerdo con la tabla anterior nos encontramos que las especies *Arrabidaea floribunda* y *Panicum trichoides* son las especies con el mayor IVIE, sugiriendo que son las especies más dominantes y ecológicamente significativas en este estrato. Mientras que la especie *Teucrium cubense* tiene menor importancia relativa.

Resumen comparativo: Para el SA y el AP, resultó ser la especie *Arrabidaea floribunda* la más representativa, así como la especie con menor importancia relativa fue *Teucrium cubense,* lo que nuevamente nos permite visualizar el grado de homogeneidad de la zona.

Forma de vida epífita-trepadora

Tabla IV.37: Valor de Importancia IVIE estrato epífito/trepador.

Especie	No. Árboles	IVI Abs	IVI %

Tabla IV.38: Valor de Importancia IVIE estrato epífito/trepador.

Especie	No. Árboles	IVI Abs	IVI %
Acanthacereus tetragonus	12	7.840919116	2.613639705
Anthurium schlechtendalii	5	11.10912972	3.703043241

Consulta Pública

Annona reticulata	11	61.40534739	20.46844913
Anthurium schlechtendalii	7	28.58814804	9.529382682
Brassavola nodosa	4	6.406070148	2.135356716
Bromelia karatas	1	16.72717215	5.575724049
Bromelia pinguin	43	14.06261705	4.687539015
Catasetum integerrimum	2	7.122351198	2.374117066
Chamaedorea seifrizii	64	2.541091839	0.847030613
Cohniella cebolleta	28	25.47368272	8.491227572
Daemia testudo	5	10.08830024	3.362766745
Prostochea boothiana	70	69.99388088	23.33129363
Rhyncholaelia digbyana	17	1.40105212	0.467017373
Selenicereus setaceus	6	10.95037839	3.65012613
Tilandsia utriculata	1	1.027890636	0.342630212
Tillandsia bulbosa	40	1.366367354	0.455455785
Tillandsia fasciculada	3	7.454230807	2.484743602
Tillandsia ionantha	7	8.198204122	2.732734707
Tillandsia variabilis	56	12.1358594	4.045286467
Tradescantia spathacea	10	15.05735553	5.01911851
Vanilla planifolia	18	5.322640562	1.774213521
Total general	393	300	100

De acuerdo con la tabla anterior nos encontramos que las especies *Chamaedorea seifrizii* y *Bromelia pinguin* son las especies con el mayor IVIE, al menos en términos de densidad relativa, sugiriendo que es la especie más dominante y ecológicamente significativa en este estrato. Mientras que la especie *Tilandsia utriculata* y la *especie Bromelia karatas* tienen menor importancia relativa.

Brassavola nodosa	2	74.43977879	24.8132596
Bromelia pinguin	22	37.3855051	12.46183503
Catasetum integerrimum	5	14.41570344	4.805234478
Cohniella cebolleta	12	19.16657666	6.388858888
Daemia testudo	23	12.33839685	4.112798951
Myrmecophyla galeottiana	1	5.559384481	1.85312816
Notylia baykery	1	2.107217304	0.702405768
Prostochea boothiana	1	2.083450535	0.694483512
Rhyncholaelia digbyana	63	25.32819109	8.442730362
Tillandsia bulbosa	4	3.207046041	1.069015347
Tillandsia fasciculata	1	2.064965271	0.688321757
Tillandsia utriculata	1	3.826699012	1.275566337
Tillandsia variabilis	10	14.2549835	4.751661168
Tradescantia spathacea	66	28.24785011	9.415950037
Vanilla planifolia	4	5.322640562	1.774213521
Total general	267	300	100

De acuerdo con la tabla anterior nos encontramos que la especie *Brassavola nodosa* presenta el mayor IVIE, sugiriendo que es la especie más ecológicamente significativa en este estrato debido a la ocupación sobre el estrato. Mientras que la especie *Tilandsia fasciculata* tiene menor importancia relativa.

Resumen comparativo: Si bien las especies con mayor y menor índice de importancia no son congruentes, el resultado es favorable debido a que de esta forma podemos analizar el grado de diversidad florística en ambos sitios.

Consulta Pública

Variables dasométricas

Forma de vida arbórea

Variables dasométricas.

Tabla IV.39: Variables altura y diámetros estrato arbóreo.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	5.52	0.05	20.00	9.00
Diámetro Normal (*DN*)	8.03	0.10	50.90	0.10

Tabla IV.40: Variables dasométricas estrato árboreo SA.

Especies	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Acacia collinsii	1	46.56625711	9.4	2	58.208	58.208
Alofillus cominia	2	176.4632594	63.1	3	220.579	220.579
Alvaradoa amorphoides	4	1414.894791	2790.5	5	1768.618	1768.618
Astronium graveolens	2	319.3193313	293.2	3	399.149	399.149
Brosimum alicastrum	4	601.8427586	554.7	5	752.303	752.303
Bursera simaruba	57	6059.213313	4276.4	72	7574.017	7574.017
Byrsonima bucidifolia	4	237.339471	43.7	5	296.674	296.674
Caesalpinia gaumeri	13	3220.82362	14837.1	17	4026.030	4026.030
Caesalpinia yucatanesis	1	263.0219909	375.5	2	328.777	328.777

Variables dasométricas.

Tabla IV.41: Variables altura y diámetros estrato arbóreo.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	8.52	0.90	15.00	7.70
Diámetro Normal (*DN*)	12.29	2.20	58.50	7.70

Tabla IV.42: Variables dasométricas estrato árboreo AP.

Especies	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Acacia collinsii	7	670.644	1979.4	9	838.305	2474.189
Allopyillus cominia	1	95.033	34.3	2	118.791	42.896
Alseis yucatanensis	1	52.810	9.6	2	66.013	12.042
Alvaradoa amorphoides	1	67.929	20.5	2	84.911	25.617
Amyris elemifera	1	75.430	27.0	2	94.287	33.693
Astronium graveolens	4	433.430	242.8	5	541.787	303.502
Brosimum alicastrum	3	6.158	0.2	4	7.697	0.210
Bursera simaruba	41	1689.580	8654.1	52	2111.975	10817.594
Byrsonima bucidifolia	3	5255.374	7903.8	4	6569.218	9879.698

Consulta Pública

Cascabela gaumeri	16	1558.371328	851.2	20	1947.964	1947.964
Ceiba schottii	2	505.7021694	1051.4	3	632.128	632.128
Chrysobalanus icaco	19	67.92908715	17.3	2	84.911	84.911
Chrysophyllum mexicanun	2	1149.029659	135.4	23	1436.287	1436.287
Coccoloba barbadensis	17	150.4508722	56.4	3	188.064	188.064
Coccoloba cozumelensis	5	1917.965877	2317.9	22	2397.457	2397.457
Cordia dodecandra	3	1533.332834	6303.1	7	1916.666	1916.666
Croton arboreus	7	977.5458241	2585.7	4	1221.932	1221.932
Dendropanax arboreus	21	379.7635739	91.4	9	474.704	474.704
Diospyros tetrasperma	11	2837.957724	3902.2	27	3547.447	3547.447
Diphysa yucatanensis	2	635.2143266	184.4	14	794.018	794.018
Erythrostemon yucatanensis	3	94.44412915	13.5	3	118.055	118.055
Exostema mexicanum	6	839.9833358	1734.2	4	1049.979	1049.979
Exothea diphylla	6	617.3700803	472.0	8	771.713	771.713
Ficus crassinervia	5	427.1387912	134.4	8	533.923	533.923
Ficus pertusa	14	562.8948637	311.6	7	703.619	703.619
Guetarda elliptica	1	1352.439929	893.5	18	1690.550	1690.550
Gymnanthes lucida	26	126.6768698	79.2	2	158.346	158.346

Caesalpinia gaumeri	5	598.348	948.8	7	747.935	1186.021
Caesalpinia mollis	1	360.914	139.3	2	451.143	174.175
Cascabela gaumeri	7	60.821	16.2	9	76.027	20.309
Ceiba schottii	5	761.224	408.5	7	951.530	510.671
Coccoloba barbadensis	9	135.819	33.7	12	169.774	42.092
Cosmocalyx spectabilis	2	799.692	736.5	3	999.616	920.623
Dalbergia glabra	1	45.365	9.6	2	56.706	12.060
Diphysa yucatanensis	1	451.321	194.9	2	564.152	243.569
Erythrostemon yucatanensis	9	120.582	31.2	12	150.728	38.973
Exostema mexicanum	8	1532.155	2019.5	10	1915.193	2524.431
Exothea diphylla	25	1349.259	1691.9	32	1686.574	2114.931
Ficus crassinervia	7	108.228	22.4	9	135.285	27.956
Guazuma ulmifolia	1	382.293	93.9	2	477.866	117.363
Gymnanthes lucida	54	543.252	1645.7	68	679.065	2057.126
Gymnopodium floribundum	13	2267.853	2221.1	17	2834.816	2776.343
Krugiodendron ferreum	1	1269.635	2499.6	2	1587.044	3124.462
Laetia thamnia	66	66.476	18.8	83	83.095	23.443
Lonchocarpus guatemalensis	4	1539.765	2339.2	5	1924.707	2923.995

Consulta Pública

Gymnopodium floribundum	10	1874.808248	79.2	33	2343.510	2343.510		*Lysiloma latisiliquum*	23	592.261	207.5	29	740.326	259.340
Haematoxylum campechianum	3	701.6668652	180.8	13	877.084	877.084		*Manilkara zapota*	102	3229.903	5270.7	128	4037.379	6588.376
Hampea trilobata	4	187.7808469	19.1	4	234.726	234.726		*Mariosousa dolichostachya*	15	3150.318	25079.1	19	3937.898	31348.875
Krugiodendron ferreum	1	305.6219873	115.0	5	382.027	382.027		*Melicoccus oliviformis*	8	709.811	1995.8	10	887.264	2494.797
Laetia thamnia	52	55.41769441	11.8	2	69.272	69.272		*Metopium brownei*	32	52.810	9.6	40	66.013	12.042
Lonchocarpus rugosus	13	235.0696703	60.1	4	293.837	293.837		*Nea psichotroides*	7	4909.987	3476.0	9	6137.484	4344.947
Lysiloma latisiliquum	54	4484.741323	1901.2	62	5605.927	5605.927		*Nectandra salicifolia*	18	1114.189	360.6	23	1392.737	450.791
Manilkara zapota	124	1360.238933	816.8	17	1700.299	1700.299		*Piscidia piscipula*	8	83.323	27.4	10	104.154	34.261
Mariosousa dolichostachya	2	1087.13243	697.3	14	1358.916	1358.916		*Pouteria campechiana*	18	277.591	372.7	23	346.989	465.819
Melicoccus oliviformis	1	11225.33467	32043.2	54	14031.668	14031.668		*Pouteria reticulata*	60	213.825	248.2	75	267.281	310.233
Metopium brownei	78	31534.59234	87403.8	155	39418.240	39418.240		*Protium copal*	9	5968.995	2590.2	12	7461.243	3237.733
Mosannona depressa	7	233.9622589	140.5	3	292.453	292.453		*Quadrella isthmensis*	2	240.929	60.9	3	301.161	76.102
Nea psichotroides	16	47.78362426	8.6	2	59.730	59.730		*Sebastiania adenophora*	1	927.257	2210.0	2	1159.071	2762.455
Nectandra salicifolia	41	91.60884178	26.9	2	114.511	114.511		*Semialarium mexicanum*	2	2476.274	1746.9	3	3095.343	2183.610
Ottoschulzia pallida	42	18362.404866	60584.8	97	22953.006	22953.006		*Sideroxlon salicifolium*	9	23544.438	79433.3	12	29430.548	99291.687
Piscidia piscipula	6	66.476100551	21.8	2	83.095	83.095		*Simarouba glauca*	10	2108.174	2742.4	13	2635.217	3428.045
Plumeria obtusa	1	352.5495276	89.9	8	440.687	440.687		*Spondias mombin*	2	1149.202	989.0	3	1436.503	1236.279
Pouteria campechiana	12	2221.027466	3222.6	20	2776.284	2776.284		*Swartzia cubensis*	6	9225.915	40323.1	8	11532.394	50403.915

Consulta Pública

Pouteria reticulata	46	2364.387842	3222.6	52	2955.485	2955.485
Protium copal	1	8382.483912	16671.5	53	10478.105	10478.105
Psidium sartorianun	7	2467.736737	7222.1	8	3084.671	3084.671
Randia aculeata	1	80.11846665	23.4	2	100.148	100.148
Sabal yapa	1	1582.608715	2468.5	15	1978.261	1978.261
Sebastiania adenophora	6	4618.400382	3619.8	58	5773.000	5773.000
Semialarium mexicanum	14	49.01669938	10.4	2	61.271	61.271
Sideroxlon salicifolium	3	194.7865985	57.8	4	243.483	243.483
Simarouba glauca	10	221.4115962	48.5	5	276.764	276.764
Swartzia cubensis	8	78.53981634	26.5	2	98.175	98.175
Tecoma stans	1	339.7946614	558.4	2	424.743	424.743
Thouinia paucidentata	3	394.7725329	87.6	8	493.466	493.466
Thrinax radiata	106	1217.987618	528.1	18	1522.485	1522.485
Vitex gaumeri	33	578.1237341	961.3	4	722.655	722.655
Zuelania guidonia	5	2363.357321	6493.2	13	2954.197	2954.197
Total	966	150909.2636	446749	1240	188636.58	188636.5795

Thouinia paucidentata	4	406.499	133.5	5	508.123	166.876
Vitex gaumeri	32	1009.221	1269.6	40	1261.526	1587.026
Zuelania guidonia	4	1290.001	420.6	5	1612.501	525.702
Total	653	868.752				

Respecto a las variables dasométricas la altura promedio de los árboles fue de 8.52 metros, la altura mínima registrada es de 0.90 metros, lo que podría corresponder a plántulas o árboles jóvenes.

Consulta Pública

Respecto a las variables dasometricas la altura promedio de los árboles fue de 5.52 metros, la altura mínima registrada es de 0.05 metros, lo que podría corresponder a plántulas o árboles jóvenes

Resumen comparativo: Los datos aquí presentados reflejan el estado de sucesionalidad de los sitios, podemos observar que en el AP se presentan ejemplares más grandes, sin embargo, al analizar y comparar con la diversidad de otros estratos como el arbóreo y herbáceo, podemos comprender que en el AP proliferan otros estratos y se diversifica la biodiversidad de distinta manera, lo que podría estar influenciado por la disponibilidad de agua y/o la cercanía a zona costera.

Forma de vida arbustiva

Tabla IV.43: Variables altura y diámetros estrato arbustivo.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	1.01	0.20	3.20	0.80
Diámetro Normal (*DN*)	0.74	0.10	3.20	0.10

Tabla IV.44: Variables dasométricas estrato arbustivo SA.

Nombre común	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Bauhinia ungulata	9	1.01	0.000014	1	1.266	0.00002
Hamelia patens	106	79.77	0.001660	1	99.706	0.00208
Justicia carthagenensis	16	47.58	0.001328	1	59.474	0.00166
Malvabiscus arboreus	69	39.27	0.000686	1	49.087	0.00086

Tabla IV.45: Variables altura y diámetros estrato arbustivo.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	1.89	0.11	25.50	1.60
Diámetro Normal (*DN*)	0.31	0.10	0.50	0.30

Tabla IV.46: Variables dasométricas estrato arbustivo AP.

Especies	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Athyrium filix	313	0.46	0.0000	392.000	0.5792	0.0001
Bauhinia divaricata	16	35.52	0.0036	20.0000	44.4044	0.0045
Bauhinia jenningsii	24	1.69	0.0002	30.0000	2.1108	0.0002
Cecropia peltata	1	1.65	0.0003	2.0000	2.0617	0.0004
Chamaedorea seifrizii	26	0.07	0.0000	33.0000	0.0884	0.0000
Chrysophyllum mexicanum	13	1.40	0.0001	17.0000	1.7475	0.0002

Consulta Pública

Piper marginatum	36	5.30	0.00011 2	1	6.627	0.00014
Total	236	172.93	0.00380 085	5	216.161	0.00475

La altura promedio registrada para los arbustos es de 1.01 metros, mientras que la altura mínima registrada es de 0.20 metros, lo que indica la presencia de arbustos muy jóvenes o pequeños. Respecto al diámetro, el más frecuente es de 0.10 centímetros, esto sugiere que hay muchos arbustos jóvenes o pequeños en el ecosistema.

Cnidocolus aconitifolius	5	0.22	0.0000	7.0000	0.2749	0.0000
Coccoloba acapulcensis	16	0.17	0.0000	20.0000	0.2160	0.0000
Coccoloba cozumelensis	29	0.42	0.0001	37.0000	0.5301	0.0001
Cordia dodecandra	1	1.99	0.0002	2.0000	2.4838	0.0002
Croton arboreus	283	0.20	0.0001	354.000	0.2454	0.0001
Dendropanax arboreus	18	23.01	0.0016	23.0000	28.7652	0.0020
Diospyros tetrasperma	9	0.20	0.0000	12.0000	0.2454	0.0000
Esenbeckia pentaphyla	13	0.10	0.0000	17.0000	0.1276	0.0000
Ficus pertusa	10	0.43	0.0000	13.0000	0.5400	0.0000
Hamelia patens	58	0.87	0.0001	73.0000	1.0897	0.0001
Hampea trilobata	72	4.89	0.0003	90.0000	6.1163	0.0004
Hyptis suaveolens	16	5.45	0.0005	20.0000	6.8133	0.0006
Jatropha gaumeri	54	1.88	0.0002	68.0000	2.3562	0.0003
Justicia carthagenensis	14	3.20	0.0006	18.0000	3.9957	0.0007
Lippia graveolens	18	0.66	0.0000	23.0000	0.8247	0.0000
Lonchocarpus rugosus	37	2.04	0.0002	47.0000	2.5525	0.0003
Malvabiscus arboreus	29	3.90	0.0006	37.0000	4.8695	0.0007
Mosannona depressa	9	2.67	0.0002	12.0000	3.3379	0.0003
Ottoschulzia pallida	56	0.20	0.0000	70.0000	0.2454	0.0000
Piper marginatum	14	0.62	0.0001	18.0000	0.7756	0.0001
Plumeria obtusa	9	1.69	0.0002	12.0000	2.1108	0.0002
Psidium sartorianum	20	0.96	0.0000	25.0000	1.1977	0.0000
Psychotria nervosa	73	1.62	0.0000	92.0000	2.0224	0.0001
Pteridium aquilinum	85	5.91	0.0006	107.000 0	7.3827	0.0008
Randia aculeata	94	3.32	0.0000	118.000 0	4.1528	0.0000
Sabal yapa	46	7.19	0.0002	58.0000	8.9928	0.0002

Consulta Pública

Thrinax radiata	110	3.91	0.0001	138.0000	4.8891	0.0002
	1591	118.516583	0.0102	2005.00	148.1457	0.0127

La altura promedio registrada para los arbustos es de 1.01 metros, mientras que la altura mínima registrada es de 0.20 metros, lo que indica la presencia de arbustos muy jóvenes o pequeños. Respecto al diámetro, el más frecuente es de 0.10 centímetros, esto sugiere que hay muchos arbustos jóvenes o pequeños en el ecosistema.

Forma de vida herbácea

Tabla IV.47: Variables altura y diámetros estrato herbáceo.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	0.29	0.10	0.50	0.20
Diámetro Normal (*DN*)	0.29	0.10	0.50	0.20

Tabla IV.48: Variables dasométricas estrato herbáceo SA.

Especies	Nombre común	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Acmella pilosa	Tripa de pollo	5	0.04	0.000000	7	0.049	0.00000
Arrabidaea floribunda	Anilkab	12	1.51	0.000020	15	1.885	0.00003
Athirium filix	Helecho hembra	13	2.55	0.000018	17	3.191	0.00002
Cyperus rotundus	Coquillo	12	0.38	0.000005	15	0.471	0.00001

Tabla IV.49: Variables altura y diámetros estrato herbáceo.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	0.95	0.10	10.00	0.30
Diámetro Normal (*DN*)	0.31	0.10	0.50	0.40

Tabla IV.50: Variables dasometricas estrato herbáceo AP.

Especies	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Acmella pilosa	4	0.05	0.000000	5	0.069	0.00000
Arrabidaea floribunda	21	1.86	0.000063	27	2.327	0.00008
Gladiulus italicus	3	0.38	0.000005	4	0.471	0.00001
Momordica charantia	5	0.13	0.000001	7	0.167	0.00000
Panicum trichoides	20	0.70	0.000007	25	0.874	0.00001
Scleria setulosociliata	12	1.37	0.000018	15	1.708	0.00002

2025 Año de la Mujer Indígena

Momordica charantia	Cunde amor	4	0.07	0.000000	5	0.088	0.00000
Panicum trichoides	Cuech	9	0.28	0.000003	12	0.353	0.00000
Teucrium cubense	Cilantrillo	4	0.10	0.000000	5	0.128	0.00000
	Total	59	4.93	4.6317E-05	76	6.1653756	5.78966E-05

La especie *Atrirum filux* presenta un área basal total de 2.55 m² y un área basal por hectárea de 3.191 m²ha-1, lo que indica que esta especie ocupa una porción considerable del espacio en términos de cobertura. *Arrabidaea floribunda* también muestra un área basal significativa con 1.51 m² en total y 1.885 m²ha-1.

Teucrium cubense	5	1.37	0.000022	7	1.708	0.00003
	70	5.86	0.000117573	90	7.323837874	0.000146966

La especie con mayor representatividad y biomasa fue *Arrabidaea floribunda,* esta especie dominan el estrato, afectando la estructura y la competencia dentro del ecosistema, a su nivel vegetal.

Forma de vida epífita-trepadora

Tabla IV.51: Variables altura y diámetros estrato epífito-trepador.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	1.89	0.11	25.50	1.60
Diámetro Normal (*DN*)	0.31	0.10	0.50	0.30

Tabla IV.52: Variables dasométricas estrato epífito-trepador del SA.

Datos dasométricos					Hectárea tipo		
Especies	**Nombre común**	**Individuos totales**	**g total (m2)**	**vta (m3)**	**Nha-1**	**g (m2ha-1)**	**vta (m3)ha-1**
Annona reticulata	Chirimoya corazón de buey	11	1.38	8.767E-06	14	1.728	0.00001

Tabla IV.53: Variables altura y diámetros estrato epífito-trepador.

VARIABLES DASOMÉTRICAS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
Altura (*h*)	1.89	0.11	25.50	1.60
Diámetro Normal (*DN*)	0.31	0.10	0.50	0.30

Tabla IV.54: Variables dasométricas estrato epífito-trepador del AP.

Especies	Individuos totales	g total (m2)	vta (m3)	Nha-1	g (m2ha-1)	vta (m3)ha-1
Acanthacereus tetragonus	12	1.46	2.39444E-05	15	1.826	0.00003
Anthurium schlechtendalii	5	0.55	4.44429E-06	7	0.687	0.00001

2025 Año de la Mujer Indígena

Anthurium schlechtendalii	Boobtuum	7	4.20	4.4206262	9	5.252	5.52578
Brassavola nodosa	Dama de noche	4	0.79	0.5086718	5	0.982	0.63584
Bromelia karatas	Camburito	1	0.50	1.169E-06	2	0.628	0.00000
Bromelia pinguin	Pinuela	43	142.69	314.98935	54	178.364	393.73669
Catasetum integerrimum	Cola de pato	2	0.02	1.583E-07	3	0.020	0.00000
Chamaedorea seifrizii	Xiat	64	85.23	57.343122	80	106.539	71.67890
Cohniella cebolleta	Lapicillo	28	1.78	0.8901463	35	2.221	1.11268
Daemia testudo	Pitaya de monte	5	0.04	8.706E-07	7	0.049	0.00000
Prostochea boothiana	Orquidea moneditas	70	7.05	5.4665896	88	8.816	6.83324
Rhyncholaelia digbyana	Orquidea monedita	17	0.97	3.14E-06	22	1.215	0.00000
Selenicereus setaceus	Orquidea yucateca	6	3.45	4.4329979	8	4.310	5.54125
Tilandsia utriculata	Pitahaya	1	3.02	5.611E-05	2	3.770	0.00007
Tillandsia bulbosa	Gallitos	40	0.02	9.246E-08	50	0.022	0.00000
Tillandsia fasciculada	Juché	3	1.26	1.285E-06	4	1.571	0.00000
Tillandsia ionantha	Clavel de aire	7	0.21	0.0197637	9	0.265	0.02470
Tillandsia variabilis	Bromelia foto	56	0.49	1.233E-06	70	0.619	0.00000
Tradescantia spathacea	Gallito	10	4.34	1.590646	13	5.422	1.98831
Vanilla planifolia	Maguellitos	18	1.14	6.243E-06	23	1.424	0.00001
	Total	393	258.5727103	389.6619935	498	323.2158879	487.0774919

Brassavola nodosa	2	0.04	2.13082E-07	3	0.049	0.00000
Bromelia pinguin	22	2.69	4.17063E-05	28	3.358	0.00005
Catasetum integerrimum	5	0.58	4.16424E-06	7	0.726	0.00001
Cohniella cebolleta	23	1.52	4.40867E-05	29	1.895	0.00006
Daemia testudo	1	51.99	0.006048276	2	64.982	0.00756
Myrmecophyla galeottiana	1	0.20	7.00128E-06	2	0.245	0.00001
Notylia baykery	1	0.20	9.1321E-07	2	0.245	0.00000
Prostochea boothiana	63	0.13	4.87045E-08	79	0.157	0.00000
Rhyncholaelia digbyana	4	174.55	0.009881967	5	218.193	0.01235
Tillandsia bulbosa	1	0.35	3.76243E-06	2	0.442	0.00000
Tillandsia fasciculata	1	0.07	3.28756E-07	2	0.088	0.00000
Tillandsia utriculata	10	0.13	1.94818E-07	13	0.157	0.00000
Tillandsia variabilis	66	1.16	6.19461E-06	83	1.453	0.00001
Tradescantia spathacea	4	7.56	3.08994E-05	5	9.454	0.00004
Vanilla planifolia	34	50.27	0.006039364	43	62.832	0.00755
	255	293.4326	0.022137509	327	366.7908	0.0276719

La especie *Rhyncholaelia digbyana* presenta un área basal total de 174.55 m² y un área basal por hectárea de 218.193 m²ha-1, lo que

Consulta Pública

La tabla muestra un ecosistema de plantas epífitas y trepadoras con una variedad de tamaños, desde individuos muy pequeños hasta algunos grandes, lo que sugiere una buena diversidad estructural y un posible proceso de regeneración	indica que esta especie ocupa una porción considerable del espacio en términos de cobertura. *Daemia testudo* también muestra un área basal significativa con 51.99 m^2 en total y 64.982 m^2ha-1.

Resumen comparativo:

- Para el caso del Sistema Ambiental y el Área del Proyecto el ecosistema presenta una gran variedad de tamaños de árboles, desde plántulas hasta árboles maduros, lo que sugiere una buena diversidad estructural y un posible proceso de regeneración.
- La variación en los valores mínimos y máximos tanto en altura como en diámetro sugiere una diversidad estructural significativa dentro del SA y el AP.

Consulta Pública

Listados Caracterización de la Vegetación SA y AP.

A continuación, en las tablas siguientes se registra el listado relacionado a la riqueza y estructura florística del Proyecto.

Tabla IV.55: Listado florístico de las especies en el SA.

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	GÉNERO
1	*Acacia collinsii*	Fabaceae	Acacia
2	*Acanthacereus tetragonus*	Cactaceae	Acanthocereus
3	*Acmella pilosa*	Asteraceae	Acmella
4	*Allopyillus cominia*	Sapindaceae	Allophylus
5	*Alseis yucatanensis*	Rubiaceae	Alseis
6	*Alvaradoa amorphoides*	Picramniaceae	Alvaradoa
7	*Amyris elemifera*	Rutaceae	Amyris
8	*Anthurium schlechtendalii*	Araceae	Anthurium
9	*Arrabidaea floribunda*	Bignoniaceae	Arrabidaea
10	*Astronium graveolens*	Anacardiaceae	Astronium
11	*Athyrium filix*	Athyriaceae	Athyrium
12	*Bauhinia divaricata*	Fabaceae	Bauhinia
13	*Bauhinia jenningsii*	Fabaceae	Bauhinia
14	*Brassavola nodosa*	Orchidaceae	Brassavola
15	*Bromelia pinguin*	Bromeliaceae	Bromelia
16	*Brosimum alicastrum*	Moraceae	Brosimum
17	*Bursera simaruba*	Burseraceae	Bursera
18	*Byrsonima bucidifolia*	Malpighiaceae	Byrsonima
19	*Caesalpinia gaumeri*	Fabaceae	Caesalpinia
20	*Caesalpinia mollis*	Fabaceae	Caesalpinia
21	*Cascabela gaumeri*	Apocynaceae	Cascabela
22	*Catasetum integerrimum*	Orchidaceae	Catasetum
23	*Cecropia peltata*	Urticaceae	Cecropia
24	*Ceiba schottii*	Malvaceae	Ceiba
25	*Chamaedorea seifrizii*	Arecaceae	Chamaedorea
26	*Chrysophyllum mexicanum*	Sapotaceae	Chrysophyllum
27	*Cnidocolus aconitifolius*	Euphorbiaceae	Cnidoscolus
28	*Coccoloba acapulcensis*	Polygonaceae	Coccoloba
29	*Coccoloba barbadensis*	Polygonaceae	Coccoloba
30	*Coccoloba cozumelensis*	Polygonaceae	Coccoloba

Consulta Pública

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	GÉNERO
31	*Cohniella cebolleta*	Orchidaceae	Cohniella
32	*Cordia dodecandra*	Boraginaceae	Cordia
33	*Cosmocalyx spectabilis*	Rubiaceae	Cosmocalyx
34	*Croton arboreus*	Euphorbiaceae	Croton
35	*Daemia testudo*	Apocynaceae	Daemia
36	*Dalbergia glabra*	Fabaceae	Dalbergia
37	*Dendropanax arboreus*	Araliaceae	Dendropanax
38	*Diospyros tetrasperma*	Ebenaceae	Diospyros
39	*Diphysa yucatanensis*	Fabaceae	Diphysa
40	*Erythrostemon yucatanensis*	Fabaceae	Erythrostemon
41	*Esenbeckia pentaphyla*	Rutaceae	Esenbeckia
42	*Exostema mexicanum*	Rubiaceae	Exostema
43	*Exothea diphylla*	Sapindaceae	Exothea
44	*Ficus crassinervia*	Moraceae	Ficus
45	*Ficus pertusa*	Moraceae	Ficus
46	*Gladiulus italicus*	Iridaceae	Gladiolus
47	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae	Guazuma
48	*Gymnanthes lucida*	Euphorbiaceae	Gymnanthes
49	*Gymnopodium floribundum*	Polygonaceae	Gymnopodium
50	*Hamelia patens*	Rubiaceae	Hamelia
51	*Hampea trilobata*	Malvaceae	Hampea
52	*Hyptis suaveolens*	Lamiaceae	Hyptis
53	*Jatropha gaumeri*	Euphorbiaceae	Jatropha
54	*Justicia carthagenensis*	Acanthaceae	Justicia
55	*Krugiodendron ferreum*	Rhamnaceae	Krugiodendron
56	*Laetia thamnia*	Salicaceae	Laetia
57	*Lippia graveolens*	Verbenaceae	Lippia
58	*Lonchocarpus guatemalensis*	Fabaceae	Lonchocarpus
59	*Lonchocarpus rugosus*	Fabaceae	Lonchocarpus
60	*Lysiloma latisiliquum*	Fabaceae	Lysiloma
61	*Malvabiscus arboreus*	Malvaceae	Malvaviscus
62	*Manilkara zapota*	Sapotaceae	Manilkara
63	*Mariosousa dolichostachya*	Fabaceae	Mariosousa
64	*Melicoccus oliviformis*	Sapindaceae	Melicoccus
65	*Metopium brownei*	Anacardiaceae	Metopium
66	*Momordica charantia*	Cucurbitaceae	Momordica
67	*Mosannona depressa*	Annonaceae	Mosannona
68	*Myrmecophyla galeottiana*	Orchidaceae	Myrmecophila

Consulta Pública

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	GÉNERO
69	*Nea psichotroides*	Rubiaceae	Nea
70	*Nectandra salicifolia*	Lauraceae	Nectandra
71	*Notylia baykery*	Orchidaceae	Notylia
72	*Ottoschulzia pallida*	Icacinaceae	Ottoschulzia
73	*Panicum trichoides*	Poaceae	Panicum
74	*Piper marginatum*	Piperaceae	Piper
75	*Piscidia piscipula*	Fabaceae	Piscidia
76	*Plumeria obtusa*	Apocynaceae	Plumeria
77	*Pouteria campechiana*	Sapotaceae	Pouteria
78	*Pouteria reticulata*	Sapotaceae	Pouteria
79	*Prostochea boothiana*	Orchidaceae	Prosthechea
80	*Protium copal*	Burseraceae	Protium
81	*Psidium sartorianum*	Myrtaceae	Psidium
82	*Psychotria nervosa*	Rubiaceae	Psychotria
83	*Pteridium aquilinum*	Dennstaedtiaceae	Pteridium
84	*Quadrella isthmensis*	Capparaceae	Quadrella
85	*Randia aculeata*	Rubiaceae	Randia
86	*Rhyncholaelia digbyana*	Orchidaceae	Rhyncholaelia
87	*Sabal yapa*	Arecaceae	Sabal
88	*Scleria setulosociliata*	Cyperaceae	Scleria
89	*Sebastiania adenophora*	Euphorbiaceae	Sebastiania
90	*Semialarium mexicanum*	Celastraceae	Semialarium
91	*Sideroxlon salicifolium*	Sapotaceae	Sideroxylon
92	*Simarouba glauca*	Simaroubaceae	Simarouba
93	*Spondias mombin*	Anacardiaceae	Spondias
94	*Swartzia cubensis*	Fabaceae	Swartzia
95	*Teucrium cubense*	Lamiaceae	Teucrium
96	*Thouinia paucidentata*	Sapindaceae	Thouinia
97	*Thrinax radiata*	Arecaceae	Thrinax
98	*Tillandsia bulbosa*	Bromeliaceae	Tillandsia
99	*Tillandsia fasciculata*	Bromeliaceae	Tillandsia
100	*Tillandsia utriculata*	Bromeliaceae	Tillandsia
101	*Tillandsia variabilis*	Bromeliaceae	Tillandsia
102	*Tradescantia spathacea*	Commelinaceae	Tradescantia
103	*Vanilla planifolia*	Orchidaceae	Vanilla
104	*Vitex gaumeri*	Lamiaceae	Vitex
105	*Zuelania guidonia*	Salicaceae	*Zuelania*

Consulta Pública

Tabla 58: Listado florístico de las especies en el SA.

ID	Nombre científico	Nombre común	Familia	Género
1	Acacia collinsii	Subinche	Fabaceae	Acacia
2	Acmella pilosa	Tripa de pollo	Asteraceae	Acmella
3	Alofillus cominia	Iik' baach	Sapindaceae	Allophylus
4	Alvaradoa amorphoides	Bel sinik ché	Picramniaceae	Alvaradoa
5	Annona reticulata	Chirimoya corazón de buey	Annonaceae	Annona
6	Anthurium schlechtendalii	Boobtuum	Araceae	Anthurium
7	Arrabidaea floribunda	Anilkab	Bignoniaceae	Arrabidaea
8	Astronium graveolens	Jobillo	Anacardiaceae	Astronium
9	Athirium filix	Helecho hembra	Athyriaceae	Athyrium
10	Bauhinia ungulata	Cola de gallo	Fabaceae	Bauhinia
11	Brassavola nodosa	Dama de noche	Orchidaceae	Brassavola
12	Bromelia karatas	Camburito	Bromeliaceae	Bromelia
13	Bromelia pinguin	Pinuela	Bromeliaceae	Bromelia
14	Brosimum alicastrum	Ramón	Moraceae	Brosimum
15	Bursera simaruba	Chaká rojo	Burseraceae	Bursera
16	Byrsonima bucidifolia	Sak paj	Malpighiaceae	Byrsonima
17	Caesalpinia gaumeri	Kitam ché	Fabaceae	Caesalpinia
18	Caesalpinia yucatanesis	Takin ché	Fabaceae	Caesalpinia
19	Cascabela gaumeri	Campanilla	Apocynaceae	Cascabela
20	Catasetum integerrimum	Cola de pato	Orchidaceae	Catasetum
21	Ceiba schottii	Pochote	Malvaceae	Ceiba
22	Chamaedorea seifrizii	Xiat	Arecaceae	Chamaedorea
23	Chrysobalanus icaco	Icaco	Chrysobalanaceae	Chrysobalanus
24	Chrysophyllum mexicanun	Caimito	Sapotaceae	Chrysophyllum
25	Coccoloba barbadensis	Boob ch iich	Polygonaceae	Coccoloba
26	Coccoloba cozumelensis	Boob	Polygonaceae	Coccoloba
27	Cohniella cebolleta	Lapicillo	Orchidaceae	Cohniella
28	Cordia dodecandra	Siricote	Boraginaceae	Cordia
29	Croton arboreus	Cascarillo	Euphorbiaceae	Croton
30	Cyperus rotundus	Coquillo	Cyperaceae	Cyperus
31	Daemia testudo	Pitaya de monte	Apocynaceae	Cynanchum
32	Dendropanax arboreus	Chaká blanco	Araliaceae	Dendropanax
33	Diospyros tetrasperma	Tzilil	Ebenaceae	Diospyros
34	Diphysa yucatanensis	Ruda	Fabaceae	Diphysa
35	Erythrostemon yucatanensis	Cocoite	Fabaceae	Erythrostemon
36	Exostema mexicanum	Sabak ché	Rubiaceae	Exostema
37	Exothea diphylla	Guayancox	Sapindaceae	Exothea
38	Ficus crassinervia	Higo	Moraceae	Ficus
39	Ficus pertusa	Alamo	Moraceae	Ficus

Consulta Pública

2025 Año de la Mujer Indígena

ID	Nombre científico	Nombre común	Familia	Género
40	Guetarda elliptica	Tastab	Rubiaceae	Guettarda
41	Gymnanthes lucida	Pi	Euphorbiaceae	Gymnanthes
42	Gymnopodium floribundum	Ts iits ilche	Polygonaceae	Gymnopodium
43	Haematoxylum campechianum	Tinto	Fabaceae	Haematoxylum
44	Hamelia patens	X'kanan	Rubiaceae	Hamelia
45	Hampea trilobata	Majagua	Malvaceae	Hampea
46	Justicia carthagenensis	Tupkinil	Acanthaceae	Justicia
47	Krugiodendron ferreum	Quiebra hacha	Rhamnaceae	Krugiodendron
48	Laetia thamnia	Zapote amarilllo	Salicaceae	Laetia
49	Lonchocarpus rugosus	Kanasín	Fabaceae	Lonchocarpus
50	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	Fabaceae	Lysiloma
51	Malvabiscus arboreus	Tulipancillo	Malvaceae	Malvaviscus
52	Manilkara zapota	Cascarillo	Sapotaceae	Manilkara
53	Mariosousa dolichostachya	Subindul	Fabaceae	Mariosousa
54	Melicoccus oliviformis	Guaya	Sapindaceae	Melicoccus
55	Metopium brownei	Chechén	Anacardiaceae	Metopium
56	Momordica charantia	Cunde amor	Cucurbitaceae	Momordica
57	Mosannona depressa	Yaya	Annonaceae	Mosannona
58	Nea psichotroides	Tatzi	Nyctaginaceae	Neea
59	Nectandra salicifolia	Laurelillo	Lauraceae	Nectandra
60	Ottoschulzia pallida	Palo azul	Icacinaceae	Ottoschulzia
61	Panicum trichoides	Cuech	Poaceae	Panicum
62	Piper marginatum	Cordoncillo	Piperaceae	Piper
63	Piscidia piscipula	Jabín	Fabaceae	Piscidia
64	Plumeria obtusa	Flor de mayo	Apocynaceae	Plumeria
65	Pouteria campechiana	Kanisté	Sapotaceae	Pouteria
66	Pouteria reticulata	Zapote amarillo	Sapotaceae	Pouteria
67	Prosthechea boothiana	Orquidea moneditas	Orchidaceae	Prosthechea
68	Protium copal	Copal	Burseraceae	Protium
69	Psidium sartorianum	Guayabillo	Myrtaceae	Psidium
70	Randia aculeata	Crucetillo	Rubiaceae	Randia
71	Rhyncholaelia digbyana	Orquidea yucateca	Orchidaceae	Rhyncholaelia
72	Sabal yapa	Guano	Arecaceae	Sabal
73	Sebastiania adenophora	Chechen blanco	Euphorbiaceae	Sebastiania
74	Selenicereus setaceus	Pitahaya	Cactaceae	Selenicereus
75	Semialarium mexicanum	Sak boob	Celastraceae	Mortonia
76	Sideroxlon salicifolium	Zapote faisán	Sapotaceae	Sideroxylon
77	Simarouba glauca	Pasak	Simaroubaceae	Simarouba
78	Swartzia cubensis	Kalox	Fabaceae	Swartzia
79	Tecoma stans	X'can lol	Bignoniaceae	Tecoma
80	Teucrium cubense	Cilantrillo	Lamiaceae	Teucrium
81	Thouinia paucidentata	Chunup	Sapindaceae	Thouinia

Consulta Pública

ID	Nombre científico	Nombre común	Familia	Género
82	Thrinax radiata	Chit	Arecaceae	Thrinax
83	Tilandsia utriculata	Gallitos	Bromeliaceae	Tillandsia
84	Tillandsia bulbosa	Juché	Bromeliaceae	Tillandsia
85	Tillandsia fasciculada	Clavel de aire	Bromeliaceae	Tillandsia
86	Tillandsia ionantha	Bromelia foto	Bromeliaceae	Tillandsia
87	Tillandsia variabilis	Gallito	Bromeliaceae	Tillandsia
88	Tradescantia spathacea	Maguellitos	Commelinaceae	Tradescantia
89	Vanilla planifolia	Vainilla	Orchidaceae	Vanilla
90	Vitex gaumeri	Yaxnik	Lamiaceae	Vitex
91	Zuelania guidonia	Palo volador	Salicaceae	Zuelania

A continuación, se muestra el listado total de especies y su clasificación de protección, siendo aquellas resaltadas las especies con mayor importancia o susceptibilidad de rescate y reubicación debido a su estatus de protección ante la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Tabla IV.56: Listado de especies SA con respecto a su endemismo y estado de protección.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM 059	CITES	IUCN
1	*Acacia collinsii*	Subinche	SR	SR	LC
2	*Acmella pilosa*	Tripa de pollo	SR	SR	LC
3	*Allophylus cominia*	Iik' baach	SR	SR	LC
4	*Alvaradoa amorphoides*	Bel sinik ché	SR	SR	LC
5	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	SR	SR	LC
6	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtuum	SR	SR	LC
7	*Arrabidaea floribunda*	Anilkab	SR	SR	LC
8	*Astronium graveolens*	Jobillo	A	SR	LC
9	*Athyrium filix*	Helecho hembra	SR	SR	LC
10	*Bauhinia ungulata*	Cola de gallo	SR	SR	LC
11	*Brassavola nodosa*	Dama de noche	SR	II	LC
12	*Bromelia karatas*	Camburito	SR	SR	LC
13	*Bromelia pinguin*	Pinuela	SR	SR	LC
14	*Brosimum alicastrum*	Ramón	SR	SR	LC
15	*Bursera simaruba*	Chaká rojo	SR	SR	LC
16	*Byrsonima bucidifolia*	Sak paj	SR	SR	LC

Consulta Pública

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM 059	CITES	IUCN
17	*Caesalpinia gaumeri*	Kitam ché	SR	SR	LC
18	*Caesalpinia yucatanensis*	Takin ché	SR	SR	LC
19	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	SR	SR	LC
20	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	SR	II	LC
21	*Ceiba schottii*	Pochote	SR	SR	LC
22	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	SR	SR	LC
23	*Chrysobalanus icaco*	Icaco	SR	SR	LC
24	*Chrysophyllum mexicanun*	Caimito	SR	SR	LC
25	*Coccoloba barbadensis*	Boob ch iich	SR	SR	LC
26	*Coccoloba cozumelensis*	Boob	SR	SR	LC
27	*Cohniella cebolleta*	Lapicillo	SR	SR	LC
28	*Cordia dodecandra*	Siricote	SR	SR	LC
29	*Croton arboreus*	Cascarillo	SR	SR	LC
30	*Cyperus rotundus*	Coquillo	SR	SR	LC
31	*Deamia testudo*	Pitaya de monte	SR	II	LC
32	*Dendropanax arboreus*	Chaká blanco	SR	SR	LC
33	*Diospyros tetrasperma*	Tzilil	SR	SR	LC
34	*Diphysa yucatanensis*	Ruda	SR	SR	LC
35	*Erythrostemon yucatanensis*	Cocoite	SR	SR	LC
36	*Exostema mexicanum*	Sabak ché	SR	SR	LC
37	*Exothea diphylla*	Guayancox	SR	SR	LC
38	*Ficus crassinervia*	Higo	SR	SR	LC
39	*Ficus pertusa*	Alamo	SR	SR	LC
40	*Guettarda elliptica*	Tastab	SR	SR	CR
41	*Gymnanthes lucida*	Pi	SR	SR	LC
42	*Gymnopodium floribundum*	Ts iits ilche	SR	SR	LC
43	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	SR	SR	LC
44	*Hamelia patens*	X'kanan	SR	SR	LC
45	*Hampea trilobata*	Majagua	SR	SR	LC
46	*Justicia carthagenensis*	Tupkinil	SR	SR	LC
47	*Krugiodendron ferreum*	Quiebra hacha	SR	SR	LC
48	*Laetia thamnia*	Zapote amarilllo	SR	SR	LC
49	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	SR	SR	LC
50	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	SR	SR	LC
51	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	SR	SR	LC
52	*Manilkara zapota*	Cascarillo	SR	SR	LC
53	*Mariosousa dolichostachya*	Subindul	SR	SR	LC

Consulta Pública

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM 059	CITES	IUCN
54	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	SR	SR	LC
55	*Metopium brownei*	Chechén	SR	SR	LC
56	*Momordica charantia*	Cunde amor	SR	SR	LC
57	*Mosannona depressa*	Yaya	SR	SR	LC
58	*Neea psychotrioides*	Tatzi	SR	SR	LC
59	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo	SR	SR	LC
60	*Ottoschulzia pallida*	Palo azul	SR	SR	LC
61	*Panicum trichoides*	Cuech	SR	SR	LC
62	*Piper marginatum*	Cordoncillo	SR	SR	LC
63	*Piscidia piscipula*	Jabín	SR	SR	LC
64	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	SR	SR	LC
65	*Pouteria campechiana*	Kanisté	SR	SR	LC
66	*Pouteria reticulata*	Zapote amarillo	SR	SR	LC
67	*Prosthechea boothiana*	Orquidea moneditas	SR	II	LC
68	*Protium copal*	Copal	SR	SR	LC
69	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	SR	SR	LC
70	*Randia aculeata*	Crucetillo	SR	SR	LC
71	*Rhyncholaelia digbyana*	Orquidea yucateca	SR	II	LC
72	*Sabal yapa*	Guano	SR	SR	LC
73	*Sebastiania adenophora*	Chechen blanco	SR	SR	LC
74	*Selenicereus setaceus*	Pitahaya	SR	SR	LC
75	*Semialarium mexicanum*	Sak boob	SR	SR	LC
76	*Sideroxylon salicifolium*	Zapote faisán	SR	SR	LC
77	*Simarouba glauca*	Pasak	SR	SR	LC
78	*Swartzia cubensis*	Kalox	SR	SR	LC
79	*Tecoma stans*	X'can lol	SR	SR	LC
80	*Teucrium cubense*	Cilantrillo	SR	SR	LC
81	*Thouinia paucidentata*	Chunup	SR	SR	LC
82	*Thrinax radiata*	Chit	A	SR	LC
83	*Tillandsia utriculata*	Gallitos	SR	SR	LC
84	*Tillandsia bulbosa*	Juché	SR	SR	LC
85	*Tillandsia fasciculata*	Clavel de aire	SR	SR	LC
86	*Tillandsia ionantha*	Bromelia foto	SR	SR	LC
87	*Tillandsia variabilis*	Gallito	SR	SR	LC
88	*Tradescantia spathacea*	Maguellitos	SR	SR	LC
89	*Vanilla planifolia*	Vainilla	Pr	II	EN
90	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	SR	SR	LC

Consulta Pública

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM 059	CITES	IUCN
91	*Zuelania guidonia*	Palo volador	SR	SR	LC

Tabla IV.57: Listado de especies AP con respecto a su endemismo y estado de protección.

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM 059	CITES	IUCN
1	*Acacia collinsii*	Subinche	NE	SR	SR	LC
2	*Acanthocereus tetragonus*	Crucetas	NE	NL	II	LC
3	*Acmella pilosa*	Tripa de pollo	NE	SR	SR	SR
4	*Allophylus cominia*	Ibach	NE	SR	SR	LC
5	*Alseis yucatanensis*	Tabaquillo	NE	SR	SR	LC
6	*Alvaradoa amorphoides*	Bel sinik ché	NE	SR	SR	LC
7	*Amyris elemifera*	Palo gas	NE	SR	SR	LC
8	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtuum	NE	SR	SR	LC
9	*Arrabidaea floribunda*	Anilkab	NE	SR	SR	LC
10	*Astronium graveolens*	Jobillo	NE	A	SR	VU
11	*Athyrium filix*	Helecho hembra	NE	SR	SR	LC
12	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	NE	SR	SR	LC
13	*Bauhinia jenningsii*	Pata de chivo	NE	SR	SR	LC
14	*Brassavola nodosa*	Dama de noche	NE	SR	II	LC
15	*Bromelia pinguin*	Piñuela	NE	SR	SR	LC
16	*Brosimum alicastrum*	Ramón	NE	SR	SR	LC
17	*Bursera simaruba*	Chaká rojo	NE	SR	SR	LC
18	*Byrsonima bucidifolia*	Sak paj	NE	SR	SR	LC
19	*Caesalpinia gaumeri*	Kitam ché	NE	SR	SR	LC
20	*Caesalpinia mollis*	Chacte viga	E	SR	SR	LC
21	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	E	SR	SR	LC
22	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	NE	Pr	II	LC
23	*Cecropia peltata*	Guarumbo	NE	SR	SR	LC
24	*Ceiba schottii*	Pochote	NE	SR	SR	LC
25	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	NE	SR	SR	LC
26	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	NE	SR	SR	LC
27	*Cnidoscolus aconitifolius*	Mala mujer	NE	SR	SR	LC
28	*Coccoloba acapulcensis*	Sacboob	NE	SR	SR	LC
29	*Coccoloba barbadensis*	Boob ch iich	NE	SR	SR	LC
30	*Coccoloba cozumelensis*	Boob	NE	SR	SR	LC
31	*Cohniella cebolleta*	Lapicillo	NE	SR	II	LC
32	*Cordia dodecandra*	Siricote	NE	SR	SR	LC

Consulta pública

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM 059	CITES	IUCN
33	*Cosmocalyx spectabilis*	Chakte' kook	E	SR	SR	VU
34	*Croton arboreus*	Cascarillo	NE	SR	SR	LC
35	*Deamia testudo*	Pitaya de monte	NE	SR	II	LC
36	*Dalbergia glabra*	Caracolillo	NE	SR	SR	LC
37	*Dendropanax arboreus*	Chacá blanco	NE	SR	SR	LC
38	*Diospyros tetrasperma*	Tzilil	NE	SR	SR	LC
39	*Diphysa yucatanensis*	Ruda	E	SR	SR	LC
40	*Erythrostemon yucatanensis*	Cocoite	NE	SR	SR	LC
41	*Esenbeckia pentaphylla*	Kekenche	NE	SR	SR	LC
42	*Exostema mexicanum*	Sabak ché	NE	SR	SR	LC
43	*Exothea diphylla*	Guayancox	NE	SR	SR	LC
44	*Ficus crassinervia*	Higo	NE	SR	SR	LC
45	*Ficus pertusa*	Alamo	NE	SR	SR	LC
46	*Gladiolus italicus*	Hierva	NE	SR	SR	LC
47	*Guazuma ulmifolia*	Pixoy	NE	SR	SR	LC
48	*Gymnanthes lucida*	Pi	NE	SR	SR	LC
49	*Gymnopodium floribundum*	Ts iits ilche	NE	SR	SR	LC
50	*Hamelia patens*	X'kanan	NE	SR	SR	LC
51	*Hampea trilobata*	Mahagua	NE	SR	SR	LC
52	*Hyptis suaveolens*	Planta de chan	E	SR	SR	LC
53	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	NE	SR	SR	LC
54	*Justicia carthagenensis*	Tupkinil	NE	SR	SR	LC
55	*Krugiodendron ferreum*	Quiebra hacha	NE	SR	SR	LC
56	*Laetia thamnia*	Zapote amarillo	NE	SR	SR	LC
57	*Lippia graveolens*	Oreganillo	NE	SR	SR	LC
58	*Lonchocarpus guatemalensis*	Xuul	NE	SR	SR	LC
59	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin	NE	SR	SR	LC
60	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	NE	SR	SR	LC
61	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	NE	SR	SR	LC
62	*Manilkara zapota*	Zapote	NE	SR	SR	LC
63	*Mariosousa dolichostachya*	Sabak ché	NE	SR	SR	LC
64	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	NE	SR	SR	LC
65	*Metopium brownei*	Chechén	NE	SR	SR	LC
66	*Momordica charantia*	Cunde amor	NE	SR	SR	LC
67	*Mosannona depressa*	Yaya	NE	SR	SR	LC
68	*Myrmecophila galeottiana*	Orquidea hormiguera morada	E	SR	II	LC

Consulta Pública

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM 059	CITES	IUCN
69	*Neea psychotrioides*	Tatzi	NE	SR	SR	LC
70	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo	E	SR	SR	LC
71	*Notylia barkeri*	Cepillo	NE	SR	II	LC
72	*Ottoschulzia pallida*	Palo azul	NE	SR	SR	LC
73	*Panicum trichoides*	Cuech	NE	SR	SR	LC
74	*Piper marginatum*	Cordoncillo	NE	SR	SR	LC
75	*Piscidia piscipula*	Jabín	NE	SR	SR	LC
76	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	NE	SR	SR	LC
77	*Pouteria campechiana*	Kanisté	NE	SR	SR	LC
78	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	E	SR	SR	LC
79	*Prosthechea boothiana*	Orquideas monedita	NE	SR	II	LC
80	*Protium copal*	Copal	NE	SR	SR	LC
81	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	NE	SR	SR	LC
82	*Psychotria nervosa*	Cafetillo	NE	SR	SR	LC
83	*Pteridium aquilinum*	Helecho hembra	NE	SR	SR	LC
84	*Quadrella isthmensis*	Boox che'	NE	SR	SR	LC
85	*Randia aculeata*	Crucetillo	NE	SR	SR	LC
86	*Rhyncholaelia digbyana*	Orquidea yucateca	E	Pr	II	LC
87	*Sabal yapa*	Guano	NE	SR	SR	LC
88	*Scleria setulosociliata*	Navajuela	NE	SR	SR	LC
89	*Sebastiania adenophora*	Chechén blanco	NE	SR	SR	LC
90	*Semialarium mexicanum*	Sak boob	NE	SR	SR	LC
91	*Sideroxylon salicifolium*	Zapote faisan	NE	SR	SR	LC
92	*Simarouba glauca*	Pasak	NE	SR	SR	LC
93	*Spondias mombin*	Jobo	NE	SR	SR	LC
94	*Swartzia cubensis*	Kalox	NE	SR	SR	LC
95	*Teucrium cubense*	Cilantrillo	NE	SR	SR	LC
96	*Thouinia paucidentata*	Hueso de tigre	NE	SR	SR	LC
97	*Thrinax radiata*	Chit	NE	A	SR	LC
98	*Tillandsia bulbosa*	Pulpito	NE	SR	II	LC
99	*Tillandsia fasciculata*	Bromelia	NE	Pr	II	LC
100	*Tillandsia utriculata*	Gallitos	NE	Pr	II	LC
101	*Tillandsia variabilis*	Gallitos	NE	SR	SR	LC
102	*Tradescantia spathacea*	Maguellitos	NE	SR	SR	LC
103	*Vanilla planifolia*	Vainilla	NE	Pr	II	EN
104	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	E	SR	SR	LC
105	*Zuelania guidonia*	*Zuelania guidonia*	NE	SR	SR	LC

Consulta Pública

Desglose y descripción gráfica de endemismos, se registraron 8 especies endémicas para el Sistema Ambiental y 18 para el Área del Proyecto, a continuación, se muestra la comparativa de registros y áreas de presencia:

Distribución de especies con endemismos, compartidas en SA y AP:



Figura IV.59: Distribución de la especie *Coulteria mollis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.60: Imagen representativa de la especie *Coulteria mollis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.61: Distribución de la especie *Cascabela gaumeri*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.62: Imagen representativa de la especie *Cascabela gaumeri*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.63: Distribución de la especie *Cosmocalyx spectabilis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.64: Distribución de la especie Diphysa yucatanensis, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.65: Imagen representativa de la especie *Diphysa yucatanensis*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

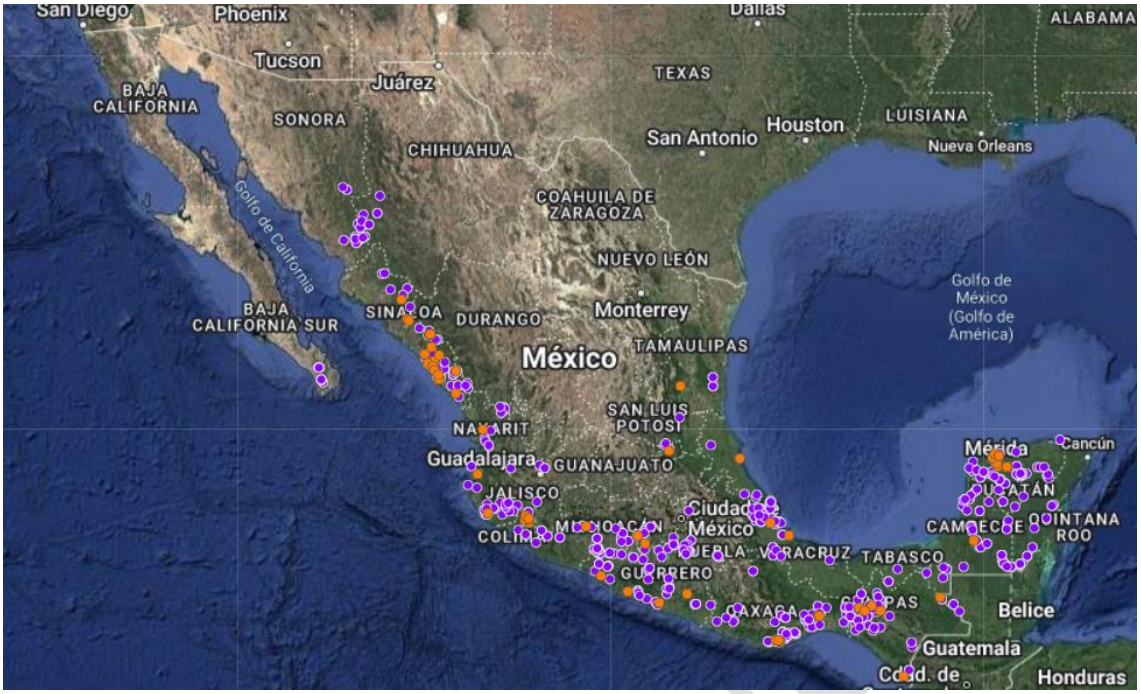


Figura IV.66: Distribución de la especie *Hyptis suaveolens*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.67: Imagen representativa de la especie *Hyptis suaveolens*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

2025 AÑO DE LA Mujer Indígena

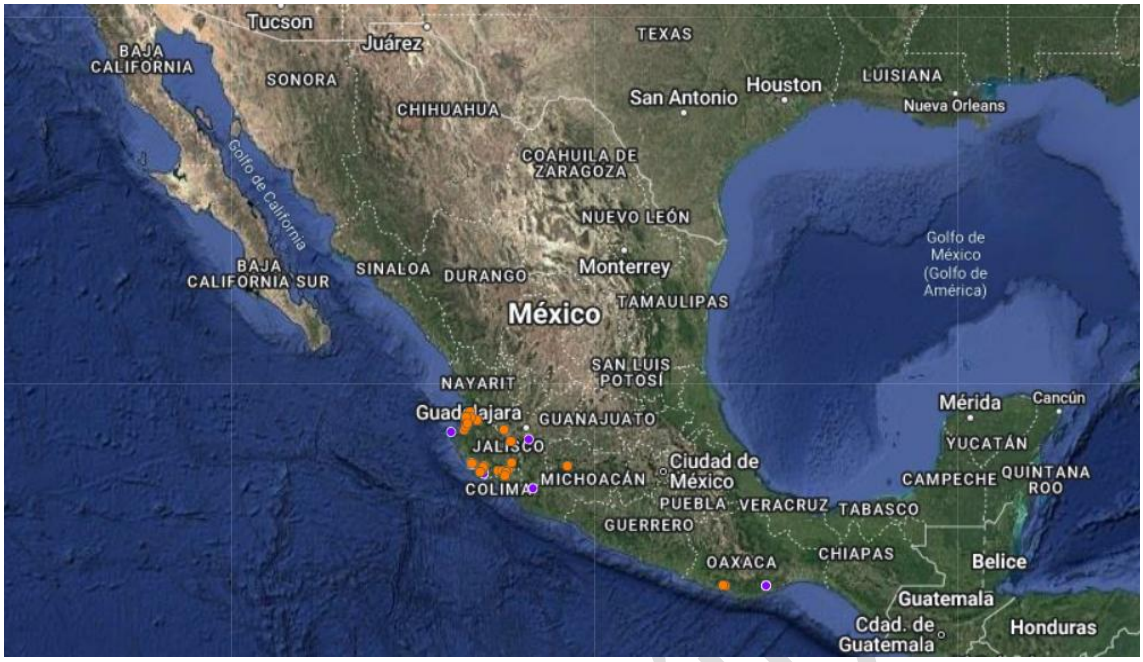


Figura IV.68: Distribución de la especie *Myrmecophila galeottiana*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.69: Imagen representativa de la especie Myrmecophila galeottiana, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

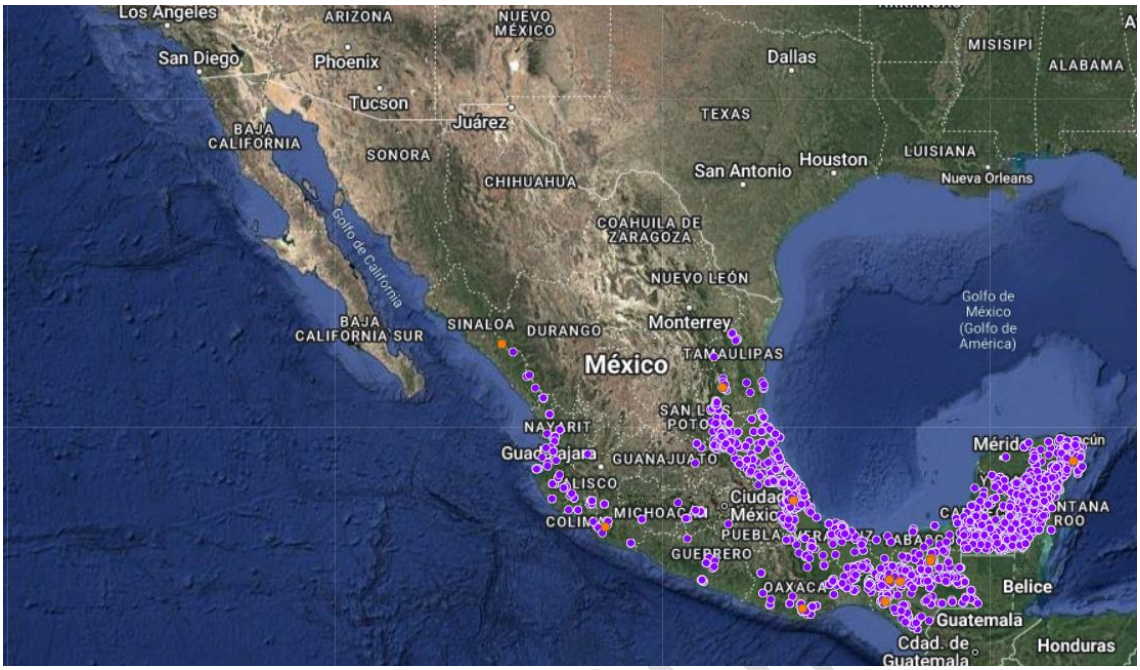


Figura IV.70: Distribución de la especie *Nectandra salicifolia*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.71: Imagen representativa de la especie *Nectandra salicifolia*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

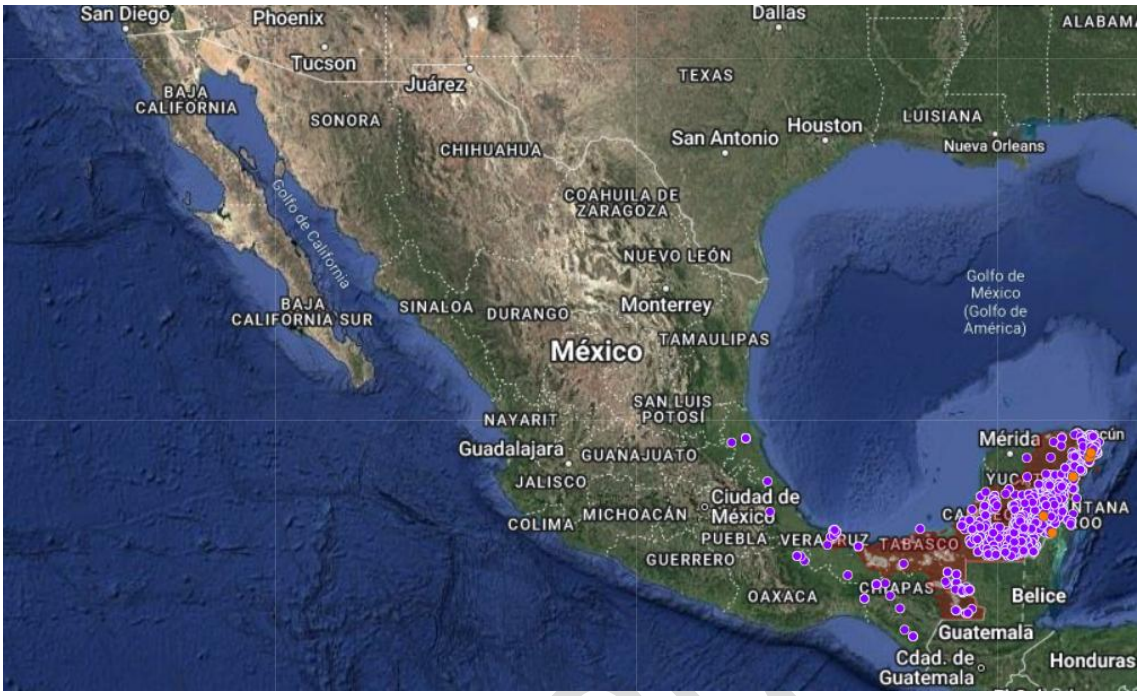


Figura IV.72: Distribución de la especie *Pouteria reticulata*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.73: Imagen representativa de la especie *Pouteria reticulata*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

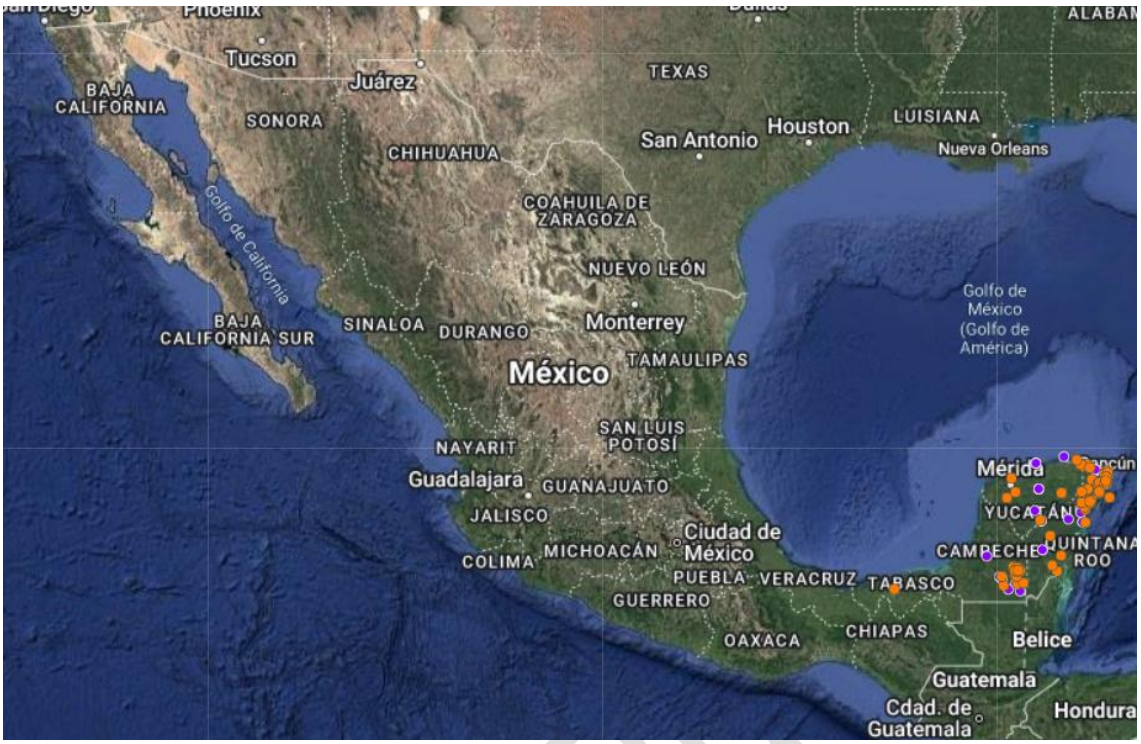


Figura IV.74: Distribución de la especie *Rhyncholaelia digbyana*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.75: Imagen representativa de la especie *Rhyncholaelia digbyana*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.76: Distribución de la especie *Vitex gaumeri*, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.77: Imagen representativa de la especie Vitex gaumeri, con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.

b) Fauna

Desde tiempos antiguos, se ha creído que la fauna era un recurso inagotable. Sin embargo, ahora sabemos que no es así. La fauna es crucial para los ecosistemas y constituye un patrimonio invaluable para la humanidad. Por lo tanto, es esencial desarrollar y poner en marcha programas destinados a su preservación, conservación y cuidado, especialmente al expandir las vías de comunicación. Gonzáles et al. (2017) afirma: “el grado de cultura y desarrollo de una nación se puede medir por la protección que ofrece a su flora y fauna”.

Gracias a su ubicación geográfica, México actúa como un ecotono entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical, lo que le otorga una inmensa riqueza en flora y fauna. De hecho, México se encuentra entre los países con mayor biodiversidad. La fauna en el territorio nacional posee un enorme potencial económico, estético, comercial y cinegético. Debido a la crisis ambiental, ha surgido el concepto de “valor de existencia”, que se refiere a la disposición a pagar para garantizar la supervivencia de un recurso, como una especie amenazada (SEMARNAT, 2009). Este concepto puede aplicarse a los programas de manejo que participan en la conservación de la fauna, asegurando su existencia en los terrenos a modificar y tomando medidas para minimizar el impacto negativo en estas poblaciones y comunidades.

Metodología de trabajo

Trabajo de gabinete

Para caracterizar la fauna en este estudio, se revisaron obras literarias que enlistan las especies presentes, incluyendo "La biodiversidad en Quintana Roo: Estudio de Estado" (Pozos et al., 2011), así como literatura específica de este estado. Se utilizó el programa ArcMap 10.8 para establecer las unidades de muestreo, el cual permite trabajar de manera remota con imágenes satelitales e información vectorial. Se decidió establecer los sitios de muestreo a lo largo del SA de manera dirigida, ya que los ecosistemas presentes se distribuyen homogéneamente y no muestran una gran variabilidad florística y dasométrica. Una vez seleccionados los sitios de muestreo, se recopiló todo el material y equipo necesario para el trabajo de campo. Los muestreos se llevaron a cabo del 10 de febrero al 1ro de marzo del 2025 (seca), y del 10 de mayo al 29 de mayo (húmeda).

Trabajo de campo

El método principal utilizado fue el conteo en transectos lineales, que permite estimar la presencia, abundancia, riqueza, actividad y densidad poblacional de las especies (Buckland et al., 1993; Wallace, 1999). Este método es eficaz para anfibios, reptiles, aves y mamíferos, es de bajo costo y requiere un equipo de personal bajo a medio, permitiendo cubrir áreas extensas en poco tiempo. Durante el conteo, el observador camina a una

Consulta Pública

velocidad constante en línea recta, registrando todos los organismos y rastros observados, evitando contar dos veces al mismo individuo (De la Maza et al., 2013). El conteo de rastros de fauna silvestre en los transectos es fácil de aplicar en campo, no perturba a los individuos y puede utilizarse en diferentes hábitats, proporcionando registros persistentes (Aguirre-León, 2011).

Las especies se registraron mediante observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), auditiva (para aves y anfibios) y registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), estos últimos utilizados para complementar la información sobre la riqueza total y verificar la presencia de especies no registradas mediante métodos directos.

Durante los muestreos, además del registro de especies, se tomaron datos como hora de inicio y final, coordenadas de inicio y final, tipo y características de la vegetación, y el número de individuos observados o escuchados. Cuando fue posible, se realizó el registro fotográfico de los ejemplares observados.

Para todos los grupos de fauna, se recorrieron un total de 20 transectos lineales con una longitud de 100 m y un ancho variable según el grupo de fauna a muestrear. A lo largo de estos transectos, en puntos estratégicos, se instalaron trampas Tomahawk para obtener un mayor registro de la fauna presente en el SA.

Anfibios y reptiles (herpetofauna)

Para llevar a cabo el muestreo herpetológico, se tomó en cuenta la información sobre el hábitat, el clima, el suelo, la vegetación, los cuerpos de agua y la estructura de la vegetación (detallada en apartados anteriores de este capítulo), ya que estos factores proporcionan las condiciones ambientales necesarias para numerosas funciones ecológicas. A continuación, se detallan estos factores:

- **Clima:** Las variaciones diarias del clima afectan la actividad de reptiles y anfibios. La temperatura y la radiación son determinantes en los ritmos de actividad de los reptiles, mientras que para los anfibios, la humedad relativa es el factor más importante.
- **Suelo:** El tipo y la textura del suelo influyen en la densidad y distribución de anfibios y reptiles en un área. Por ejemplo, en suelos arcillosos pesados, el agua se acumula en la superficie durante las lluvias, formando charcas temporales donde algunos anfibios pueden reproducirse. Por otro lado, los suelos arenosos o rocosos favorecen la presencia de especies que construyen galerías.
- **Vegetación:** La estructura de la vegetación se relaciona con la disponibilidad de recursos, refugio y sitios de reproducción. La estructura horizontal influye en la

Consulta Pública

composición de anfibios y reptiles, especialmente en ecosistemas con vegetación poco compleja. En bosques tropicales con estructura compleja, algunos anfibios y reptiles termorregulan en el dosel de los árboles o bajo la hojarasca.

El registro de las especies presentes en el SA se realizó mediante el método de búsqueda activa en 20 transectos lineales y en 20 transectos lineales del AP (Karns, 1986; Casas et al., 1991; Aguirre y Cázares, 2009; Jiménez et al., 2012). Los anfibios y reptiles fueron buscados en todos los sustratos disponibles (ramas, rocas, troncos, suelo, cavidades) y otras estructuras dentro del campo de visión, realizando capturas manuales cuando fue posible.

Para la determinación taxonómica de las especies registradas, se utilizaron bases de datos especializadas como Reptil Database y AmphibiaWeb.

Anfibios

El registro de las especies en el SA se realizó mediante la búsqueda activa en 20 transectos lineales del SA y 20 transectos lineales del AP (Karns, 1986; Casas et al., 1991; Aguirre y Cázares, 2009; Jiménez et al., 2012). Se buscaron anfibios y reptiles en todos los sustratos disponibles (ramas, rocas, troncos, suelo, cavidades) y otras estructuras dentro del campo de visión, realizando capturas manuales en medida de lo posible.

Se efectuaron transectos lineales a lo largo del SA, registrando todos los organismos observados. La longitud de cada transecto se mantuvo en 100 m, aunque en algunos casos variaba debido a factores como la presencia de terrenos privados, cobertura vegetal densa, inundaciones o presencia de drenajes profundos.

La actividad de las especies de anfibios es mayor después del ocaso, por lo que su búsqueda diurna es poco productiva. Por el contrario, los reptiles son más activos a temperaturas ambientales más altas (Aguirre-León, 2011). Para cubrir los horarios de actividad de ambos grupos, los recorridos se realizaron entre las 18:00 y las 22:00 h (Casas-Andreu et al., 1991; Gallina et al., 2011), periodos de mayor actividad para los anfibios, a través de vegetación y cuerpos de agua.

Simultáneamente, se realizó la búsqueda activa de organismos en microhábitats específicos como debajo de troncos, piedras, hojarasca y grietas, aumentando las probabilidades de encuentro.

Los transectos se efectuaron a una velocidad constante, contabilizando todos los anfibios observados o escuchados dentro de una línea perpendicular al transecto.

Consulta Pública

También se llevaron a cabo bandas auditivas en los transectos, contando los machos que "cantan/croan" a lo largo del transecto de longitud predeterminada, cuyo ancho varía según la distancia de detección del canto de la especie focal. Esta técnica es eficiente y poco costosa en ecosistemas complejos como selvas tropicales, permitiendo registrar especies arborícolas, crípticas, fosoriales y de la hojarasca, y puede ser realizada por un solo investigador. Todos los registros se anotaron en una bitácora, incluyendo coordenadas geográficas con ayuda de un GPS, y se tomó evidencia fotográfica. Para la identificación correcta de los ejemplares, se usaron el Manual de identificación de la Herpetofauna de México (González-Hernández, 2021), las Claves ilustradas para su identificación: Anfibios y reptiles de México de Casas Andreu (1987) y Anfibios de la Región de Calakmul, Campeche de Cedeño-Vázquez (2006).

Reptiles

La metodología empleada para estudiar reptiles sigue las propuestas de diversos autores (Aguirre-León, 2011; De la Maza et al., 2013; Ibañez, 2014), quienes también determinan la efectividad de estos métodos en términos de esfuerzo y costo, además de ser apropiados para la herpetofauna en selvas.

Se realizaron transectos lineales en diferentes tipos de vegetación, registrando todos los organismos observados. La longitud de cada transecto se mantuvo en 100 m, aunque a veces fueron más largos o cortos debido a diversos factores.

El avistamiento de reptiles se realiza en horas de mayor temperatura ambiental, ya que depende de su temperatura corporal (Aguirre-León, 2011). Por lo tanto, las primeras horas del día son las más recomendables para el muestreo, llevándose a cabo recorridos silenciosos en horarios matutinos, vespertinos y nocturnos (de 7:00 a 11:00 h y de 17:00 a 22:00 h), aunque la mayor actividad de los reptiles ocurre durante las horas más calurosas del día. Simultáneamente, se realizó la búsqueda activa de organismos en microhábitats específicos como debajo de troncos, piedras, hojarasca y grietas, aumentando así las probabilidades de encuentro.

Para capturar reptiles, se utilizaron guantes, ganchos, pinzas herpetológicas y lazos de cuerda delgada sujetos al extremo de una vara o caña de pescar, ya que es una técnica efectiva para atrapar lagartijas de diversos tamaños y comportamiento huidizo por el cuello. También se utilizaron bolsas de tela para almacenar temporalmente algunos ejemplares que necesitaban ser identificados taxonómicamente con la ayuda de guías de campo y claves taxonómicas (Lee, 2000). Estos organismos capturados fueron liberados en el mismo sitio de captura después de su identificación.

Consulta Pública

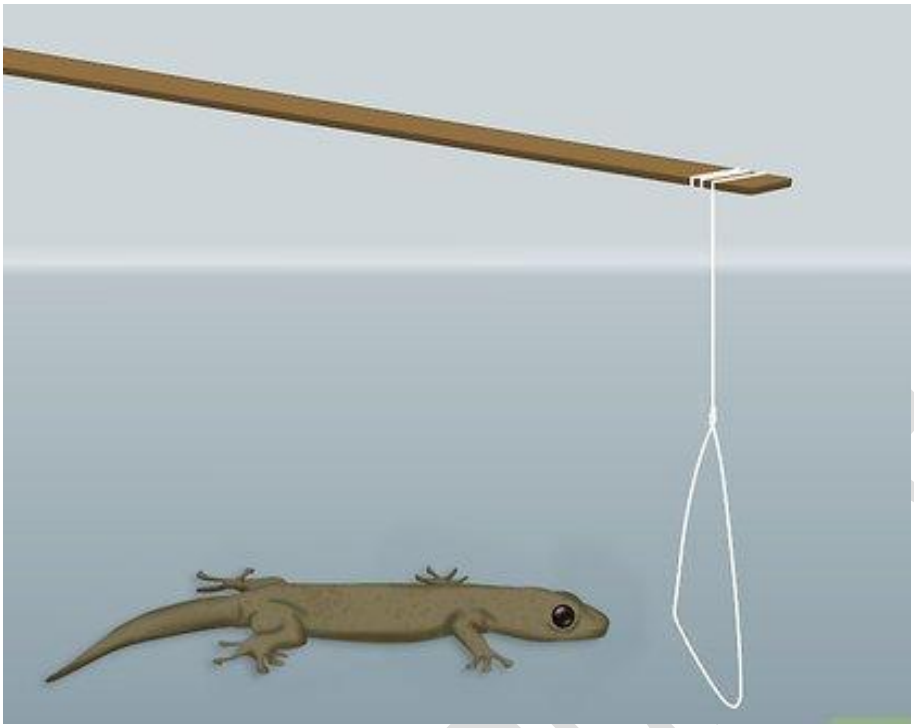


Figura IV.78: Ejemplo del uso de lazadas para atrapar lagartijas.



Figura IV.79: Algunas herramientas utilizadas para realizar la búsqueda activa.

Para identificar correctamente los ejemplares observados, se emplearon dos recursos esenciales: el Manual de identificación de la Herpetofauna de México de González-Hernández (2021) y las Claves ilustradas para la identificación de anfibios y reptiles de México de Casas Andreu (1987).

Tabla IV.58: Esfuerzo de muestreo realizado durante los trabajos de campo (horas/hombre) por temporadas para anfibios y reptiles SA

TEMPORADA	MÉTODO	PERSONAS	HORAS	TRANSECTOS	RECORRIDOS	ESFUERZO DE MUESTREO (HORAS/HOMBRE)
Seca	Transectos	5*	9	14	1	378
Húmeda	Transectos	5*	9	14	1	378
Total						**756**

Tabla IV.59: Esfuerzo de muestreo por temporadas (horas/hombre) para anfibios y reptiles AP.

TEMPORADA	MÉTODO	PERSONAS	HORAS	TRANSECTOS	RECORRIDOS	ESFUERZO DE MUESTREO (HORAS/HOMBRE)
Seca	Transectos	5*	9	18	1	252
Húmeda	Transectos	5*	9	18	1	252
Total						**504**

*Las brigadas estuvieron conformadas por 2 (dos) observadores encargados de la detección, 1 (un) registrador a cargo de la toma georreferenciada de los organismos, 1 (un) especialista encargado de la identificación y 1 (un) auxiliar.

Aves

El método de muestreo por transectos lineales, que comúnmente se utiliza para comparar la diversidad de aves en diferentes hábitats, ofrece varias ventajas según Taylor (2003). Este método simplifica la selección aleatoria de puntos en el espacio, está bien documentado y facilita el análisis de los datos. No requiere capacitaciones extensas o costosas y es económico en términos de equipo, necesitando solo los ojos y oídos del observador, un par de binoculares, un cuaderno y un GPS para registrar la ubicación exacta del transecto.

Para describir la distribución, abundancia y riqueza de las especies de aves, se emplearon 20 transectos lineales de faja en el SA y 20 transectos lineales de faja en el AP (Wunderle, 1994), cada uno con una longitud de 100 metros y un ancho de banda de 10 metros (5 metros a cada lado) (Wunderle, 1994).

Los recorridos en los transectos se realizaron durante las horas de mayor actividad de las aves (07:00 a 10:00 h y 17:00 a 19:00 h), utilizando principalmente observación directa (visual) e indirecta (auditiva).

Siguiendo la metodología, una vez en el sitio definido, se seleccionó aleatoriamente la dirección de partida (Taylor, 2003). El observador caminó a velocidad constante y en línea recta a lo largo del transecto, registrando todos los organismos observados o escuchados

Consulta Pública

dentro de la faja para asegurar la identificación y registro de todos los individuos presentes, tal como sugiere Wunderle (1994).

Durante los muestreos, se registraron datos de los individuos observados o capturados, como la especie y el número de individuos, además de información del sitio como la hora de inicio y final, coordenadas del transecto (inicio y final), tipo y características de la vegetación y el número de individuos observados o escuchados, entre otros. También se registraron nidos (método indirecto) dentro del ancho de banda, así como individuos observados fuera del ancho de banda para verificar la presencia de especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

La identificación de las especies observadas y capturadas se realizó con guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) y especies migratorias (National Geographic Society, 1987; Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2022b). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2019).

Mamíferos

Para estudiar la mastofauna, se emplearon diversos métodos debido a la variedad de hábitos de estos mamíferos. Se utilizaron transectos lineales y trampas Tomahawk. La implementación de los transectos permite conocer la riqueza específica, densidad y abundancia relativa de un grupo faunístico en un sitio particular (Aranda, 2000). A través de recorridos en líneas predeterminadas, se cuentan las especies mediante observación directa o búsqueda de rastros (Amador, 2010; Rudran et al., 1996; Gallina y López-González, 2011).

Se realizaron transectos diurnos con una longitud aproximada de 100 m y un ancho de 10 m. En total, se establecieron 20 transectos para el SA y 20 transectos para el AP en ambas temporadas (lluvia y secas), llevándose a cabo en horarios matutinos, vespertinos y nocturnos, de 7:00 h a 11:00 h y de 17:00 h a 22:00 h. Para registrar mamíferos medianos y grandes, se buscaron zonas con senderos naturales donde se pudieran observar rastros (huellas, excretas, restos, pelos, etc.) así como la observación directa de los organismos que pudieran estar descansando o desarrollando alguna actividad en el sitio (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012).

I. Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo

A continuación, se presenta el mapa de ubicación en el sistema de coordenadas UTM WGS 84, zona 16, para los transectos realizados en el registro de los cuatro grupos de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). También se incluye el mapa de ubicación en el

Consulta Pública

sistema de coordenadas UTM WGS 84, zona 16, de las trampas Tomahawk utilizadas en el SA y el AP.

Tabla IV.60: Vértices de los sitios de muestreo del SA. Formato UTM WGS84.

Sitio	X1	Y1	X2	Y2
1	504807	2324436	504823	2324398
2	506091	2324476	506106	2324440
3	507462	2324610	507471	2324569
4	508748	2324727	508762	2324687
5	509641	2324838	509650	2324799
6	510226	2324878	510232	2324842
7	510780	2324048	510791	2324058
8	511124	2323204	511140	2323164
9	511671	2321330	511681	2321287
10	512212	2321255	512224	2321216
11	511334	2323006	511345	23229688
12	510837	2324525	510853	2324557
13	510754	2325215	510768	2325174
14	511149	2325244	511161	2325206

Tabla IV.61: Vértices de los sitios de muestreo intensivo de fauna del AP. Formato UTM WGS84.

Sitio	X1	Y1	X1	Y1
1	509710	2327361	509710	2327350
2	509723	2327224	509738	2327221
3	509764	2326922	509775	2326921
4	510015	2326544	510020	2326572
5	510323	2325598	510337	2325599
6	510379	2325416	510417	2325429
7	510682	2324961	510695	2324922
8	510557	2324925	510569	2324887
9	510633	2324713	510648	2324673
10	505647	2324703	505609	2324709
11	507367	2324821	502325	2324823
12	509020	2324924	508980	2324916
13	504849	2324647	504804	2324656
14	506448	2324752	506409	2324752
15	507970	2324865	507930	2324867

Consulta Pública

Sitio	X1	Y1	X1	Y1
16	510116	2325015	510080	2325001
17	510070	2326336	510009	2326312
18	510153	2326134	510194	2326145

Consulta Pública

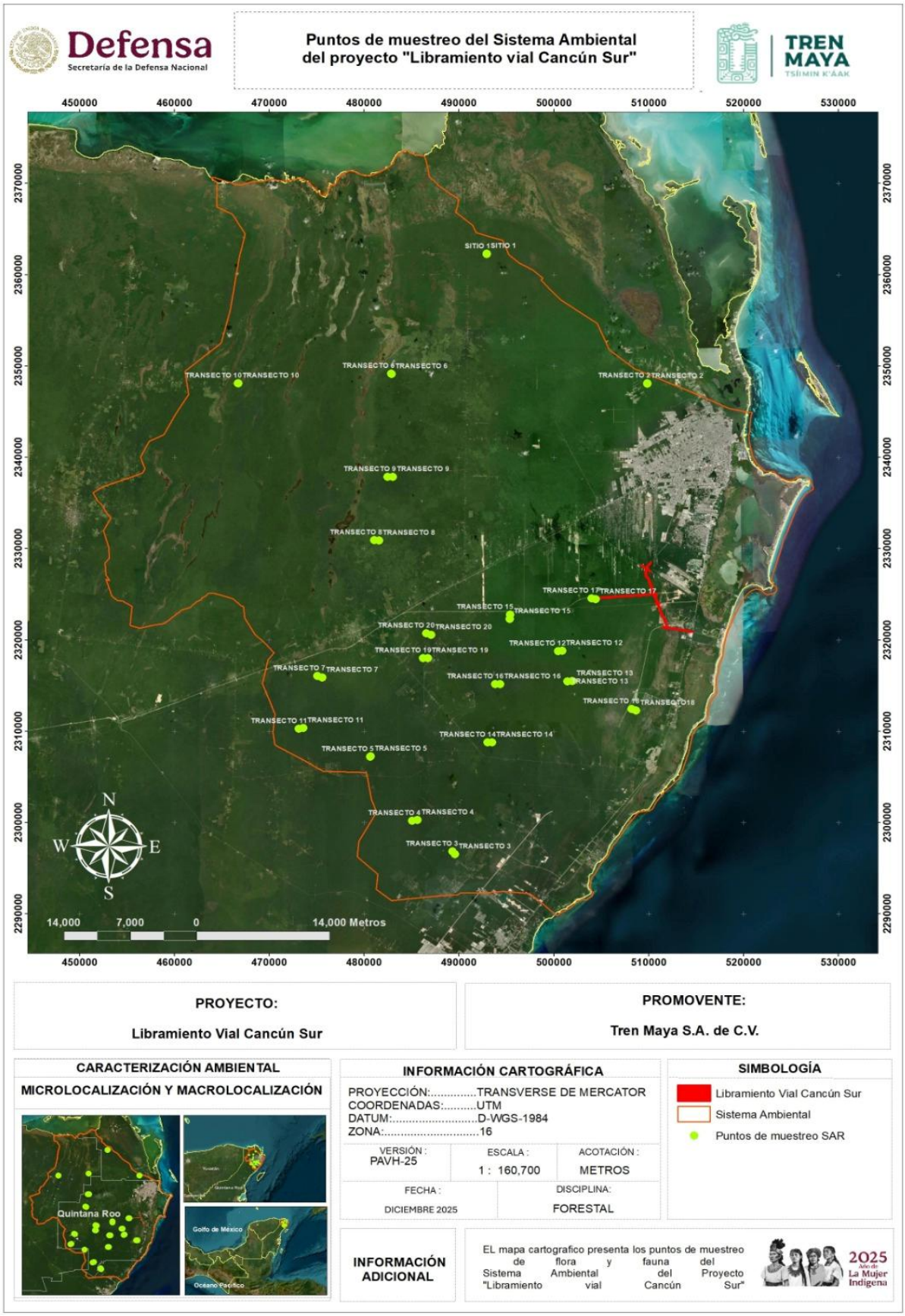


Figura IV.80: Mapa de ubicación de sitios de muestreo dentro del SA.

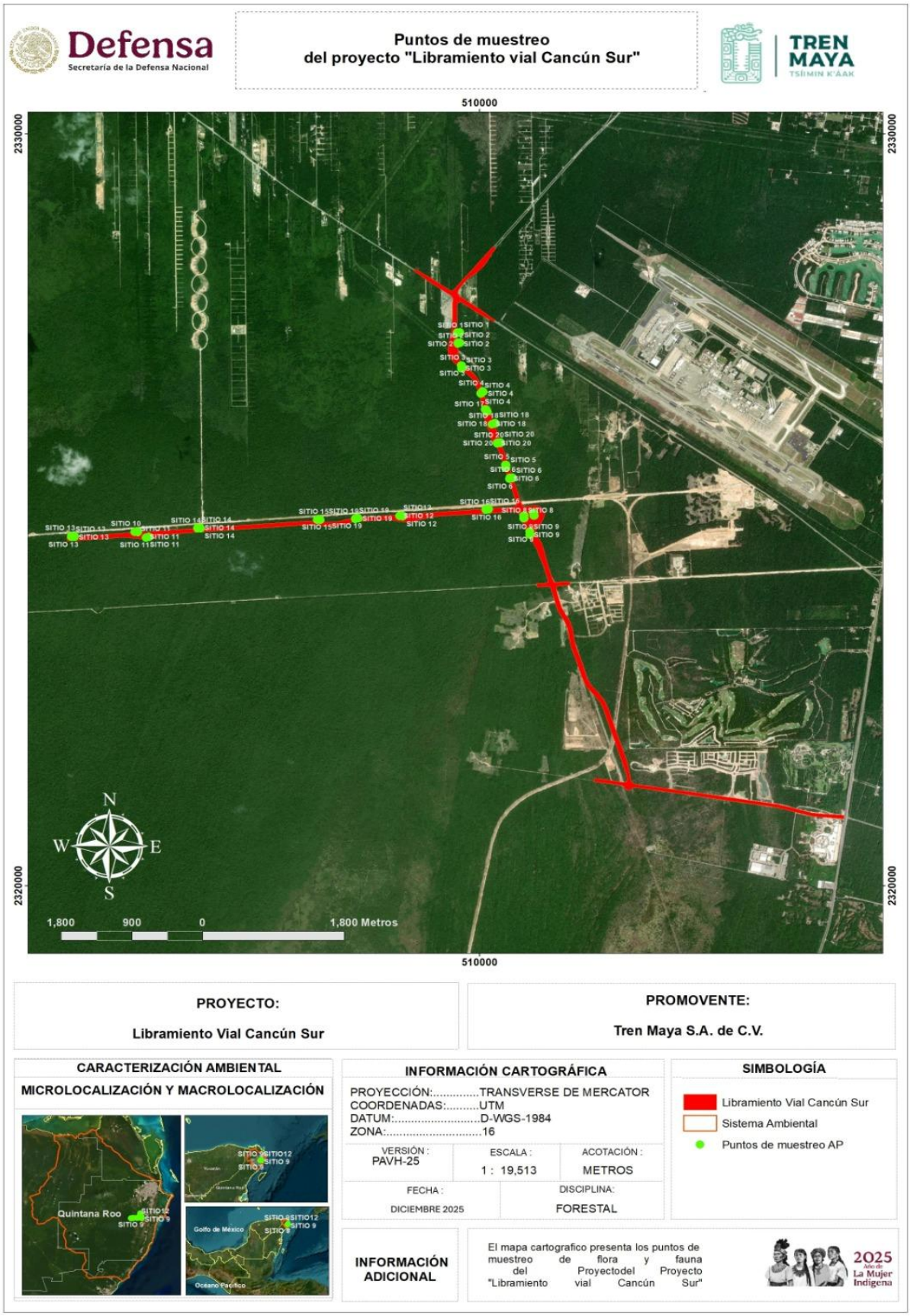


Figura IV.81: Mapa de ubicación de sitios de muestreo dentro del AP.

II. Análisis caracterización ambiental

Los siguientes modelos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de especies, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. et al., (2004).

Curva de acumulación de especies

- Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS).

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

- Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS).

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

- Jacknife (Jack 1 Mean en el programa EstimateS).

Estima el número de especies esperadas considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.

- Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS).

Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

IV.3.1.2.1 Riqueza de especies

Se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.

IV.3.1.2.2 Abundancia

Expresada como el número total de individuos de las diferentes especies encontradas en el área de monitoreo determinada.

Consulta Pública

IV.3.1.2.3 Abundancia relativa (AR)

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se analizó la relación proporcional del número de individuos de cada especie con respecto a la especie con el mayor número de registros por grupo utilizando la siguiente fórmula:

$$AR = \frac{pi}{Pi} x100$$

Donde:
AR= Abundancia relativa
Pi= Número de registro para x especie
Pi= Número de registro para la especie de mayor abundancia

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia en el área de estudio, clasificándolas en abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, de acuerdo con la clasificación propuesta por Pettingill (1969).

Índices de diversidad de Shannon

Los valores de diversidad se calcularon utilizando el índice de Shannon–Wiener que estima la diversidad a partir del número de individuos capturados (Moreno, 2001). Los valores del índice Shannon–Wiener fueron calculados con el programa *EstimateS Version 9.1.0* el cual emplea la siguiente fórmula para su estimación:

$$H = -\sum_{i=1}^{n} pi(lnpi)$$

Donde:
H= Índice de Shannon
pi= Abundancia relativa de cada especie

De acuerdo con lo establecido por Margalef (1972) los rangos para este índice en cuanto a diversidad son:

- 0–2: Diversidad baja
- 2.1–3.5: Diversidad media
- >3.5: Diversidad alta

La diversidad máxima (Hmax= ln S) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

Consulta Pública

Índice de equidad de Pielou (J')

El índice de Pielou (J') mide la uniformidad o equilibrio de un ecosistema, expresada como la diversidad observada (H') respecto a la diversidad que se podría obtener en una comunidad con el mismo número de especies, pero con una uniformidad máxima (H' max), este valor oscila entre 0 y 1, cuanto más cercano sea el valor a 1, mejor distribuida será la biodiversidad de especies; se calcula en base a la siguiente fórmula:

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

Donde:

J= Equidad.

H= Índice de Shannon- Wiener.

Hmax= ln (S) logaritmo natural de la riqueza de especies.

VII. Resultados análisis caracterización ambiental

- Curva de acumulación de especies (CAE)

Sistema Ambiental (SA)

La curva de acumulación de especies se obtuvo con el programa EstimateS, el cual es una potente herramienta metodológica para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenida en distintos inventarios. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez y Hortal, 2003). Para calcular el esfuerzo de muestreo se utilizaron los sitios de muestreo como unidades de estimación. De acuerdo con el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt de Villareal (2004), en su Capítulo 7.3 nos menciona que "… Si la curva nos indica que obtuvimos más del 85 % de las especies en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis; si los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma similar y presentan valores cercanos a los observados, son seguridad se ha obtenido un buen muestreo" (Villareal *et al*., 2004).

Para el área propuesta de la SA, la curva de acumulación para el estimador **Chao 1** obtuvo un nivel de confianza de la muestra del **83.48%**, mientras que para el estimador **ACE MEAN** se obtuvo un nivel de riqueza de **82.14%**. Lo anterior denota una buena representatividad de la diversidad de fauna en el sitio e indican que a medida que se

Consulta Pública

colectan más muestras, el intervalo de confianza tiende a estrecharse y subir, lo que indica una mayor confianza en la estimación de la riqueza de especies.

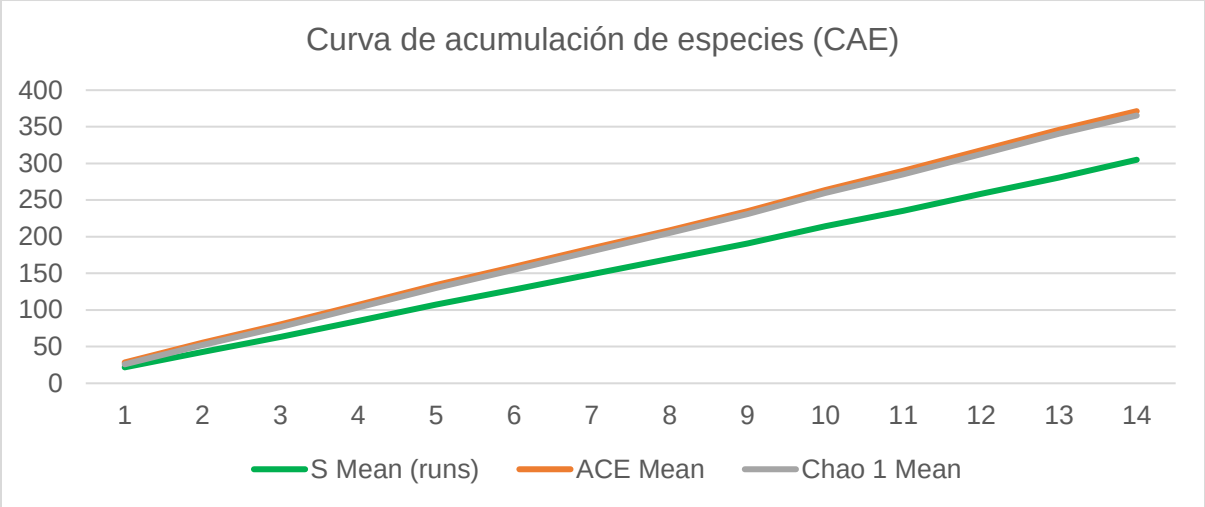


Figura IV.82: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del SA.

Área del proyecto (AP)

La curva de acumulación de especies se obtuvo con el programa EstimateS, el cual es una potente herramienta metodológica para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenida en distintos inventarios. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez y Hortal, 2003). Para calcular el esfuerzo de muestreo se utilizaron los sitios de muestreo como unidades de estimación. De acuerdo con el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt de Villareal (2004), en su Capítulo 7.3 nos menciona que "… Si la curva nos indica que obtuvimos más del 85 % de las especies en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis; si los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma similar y presentan valores cercanos a los observados, son seguridad se ha obtenido un buen muestreo" (Villareal *et al.*, 2004).

Para el Área del Proyecto, la curva de acumulación para el estimador **Chao 1** obtuvo un nivel de confianza de la muestra del **96.085%**, mientras que para el estimador **ACE MEAN** se obtuvo un nivel de riqueza de **96.13%**. Lo anterior denota una buena representatividad de la diversidad de fauna en el sitio e indican que a medida que se colectan más muestras, el intervalo de confianza tiende a aumentar, lo que indica una mayor confianza en la estimación de la riqueza de especies.

Consulta Pública

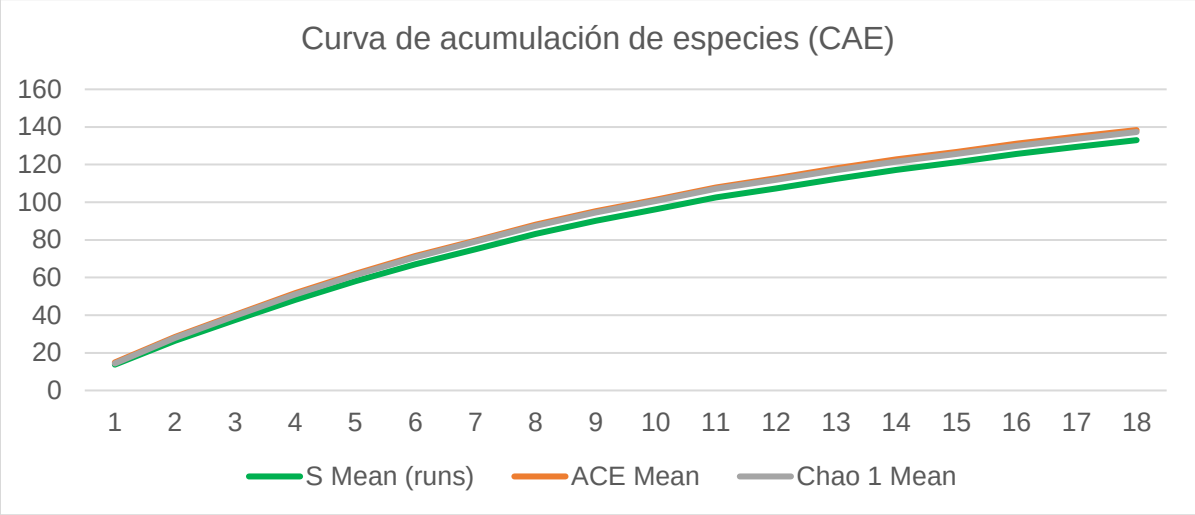


Figura IV.83: CAE de la riqueza observada contrastada con la riqueza esperada a través de los estimadores de ACE y CHAO1 dentro del AP.

- 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). Este método, sugerido por Curtis & McIntosh (1982) y Mueller & Ellenberg (1974), permite calcular la importancia fitosociológica y estructural de una especie dentro de una comunidad determinada. El IVI es una herramienta fundamental para la ecología vegetal, ya que puede ser aplicado para clasificar y ordenar comunidades vegetales de manera objetiva y cuantitativa.

La principal ventaja del IVI radica en su precisión y objetividad, ya que no permite interpretaciones subjetivas. Además, proporciona elementos cuantitativos esenciales en el análisis ecológico, permitiendo comparar diferentes comunidades y detectar cambios en la composición y estructura vegetal a lo largo del tiempo. El IVI se calcula mediante la combinación de tres atributos fundamentales de cualquier comunidad vegetal:

Abundancia: Se refiere al número de individuos de una especie presente en la comunidad. Este atributo mide cuántos individuos de una especie específica se encuentran en un área determinada.
Dominancia: Se refiere al porcentaje de cobertura de la especie desde una distribución horizontal. Este atributo mide qué tan dominante es una especie en términos de su cobertura en el área de estudio.
Frecuencia: Se refiere a la ocurrencia de la especie en los sitios de muestreo. Este atributo mide cuántos sitios de muestreo contienen la especie en relación con el número total de sitios muestreados.

Consulta Pública

Caracterización de fauna a través de los sitios de muestreo

A continuación, se presenta el resultado de las observaciones de campo, el levantamiento de información y el listado de especies potencialmente presentes en el área de estudio, para determinar la composición faunística que se verá afectada con el cambio de uso de suelo.

Sistema Ambiental (SA)	Área del Proyecto (AP)
Riqueza y estructura faunística	
De los datos obtenidos durante el trabajo de muestreo en campo en el SA, se reporta un total de **1,108 individuos, distribuidos en 305 especies de vertebrados**; el grupo más diverso y abundante es aves con 170 especies y 691 organismos, seguido de los reptiles con 68 especies y 174 individuos, mientras que los mamíferos muestran 43 especies y 142 individuos y los anfibios se representan como el grupo menos abundante con 24 especies y 101 individuos, tal como se muestra en la siguiente figura.	De los datos obtenidos durante el trabajo de muestreo en campo en el AP, se reporta un total de 843 **individuos, distribuidos en 133 especies de vertebrados**; el grupo más diverso y abundante es aves con 83 especies y 539 organismos, seguido de los reptiles con 19 especies y 111 individuos, mientras que los mamíferos muestran 18 especies y 99 individuos y los anfibios se representan con 13 especies y 94 individuos, tal como se muestra en la siguiente figura.

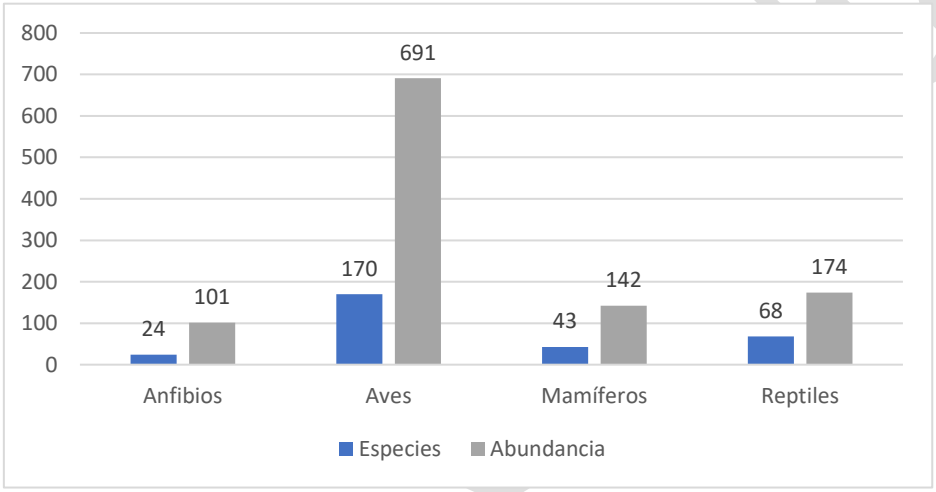


Figura IV.84: Abundancia absoluta por grupo faunístico en el SA.

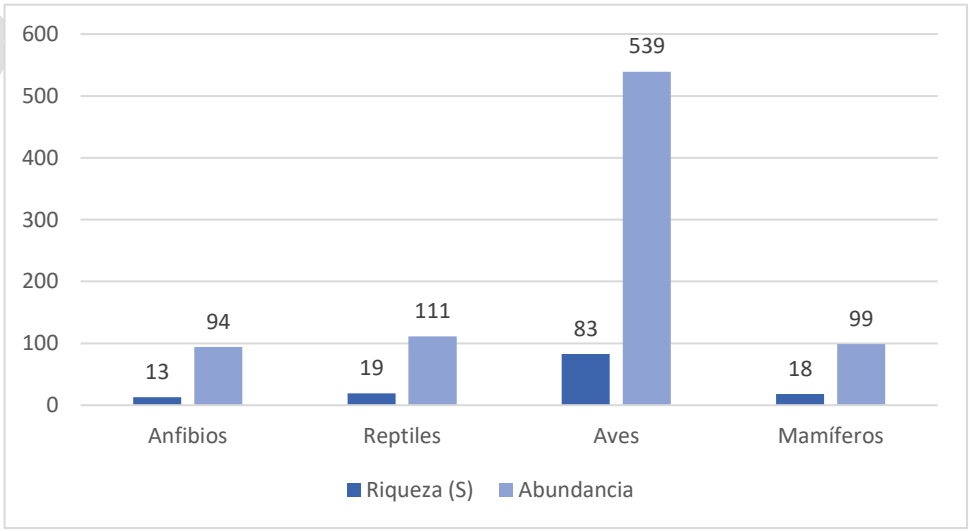


Figura IV.88: Abundancia absoluta por grupo faunístico en el SA.

Para el caso del grupo faunístico de anfibios la especie *Hypopachus variolusus* presentó la mayor riqueza absoluta con 17 ejemplares y una abundancia relativa de 16.83, seguido de las especies *Lithobates brownorum, Incilius valliceps* con una abundancia absoluta de 13 y una abundancia relativa de 12.87 para ambas especies.

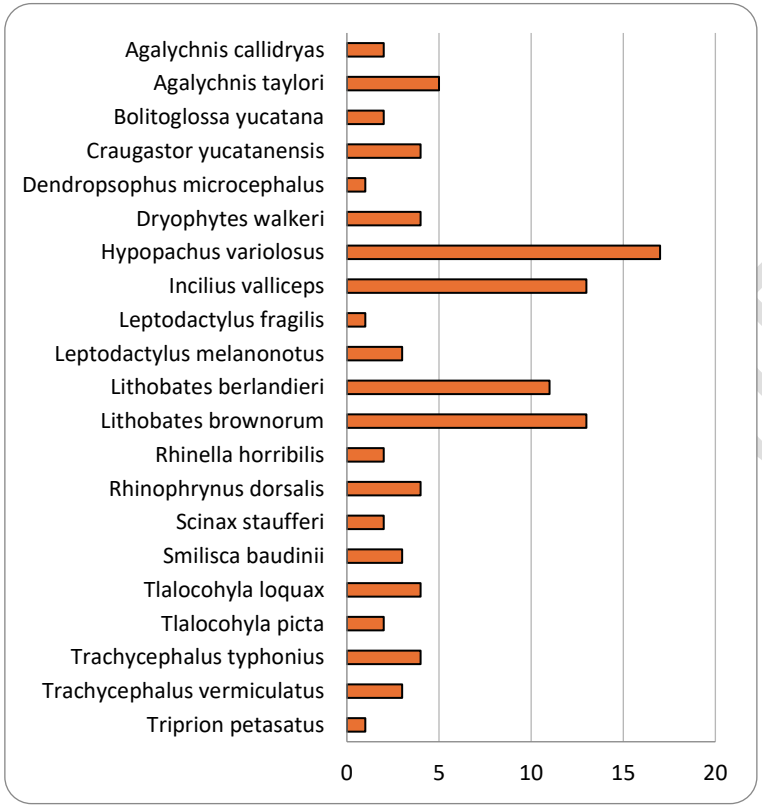


Figura IV.85: Resumen gráfico abundancia absoluta de anfibios.

Para el caso del grupo faunístico de anfibios la especie *Hypopachus variolusus* presentó la mayor riqueza absoluta con 16 ejemplares y una abundancia relativa de 17.02, seguido de las especies *Smilisca baudinii, Leptodactylus fragilis y Lithobates berlandieri*con una abundancia absoluta de 15 y 12 y una abundancia relativa de 15.95744681 y 12 respectivamente.

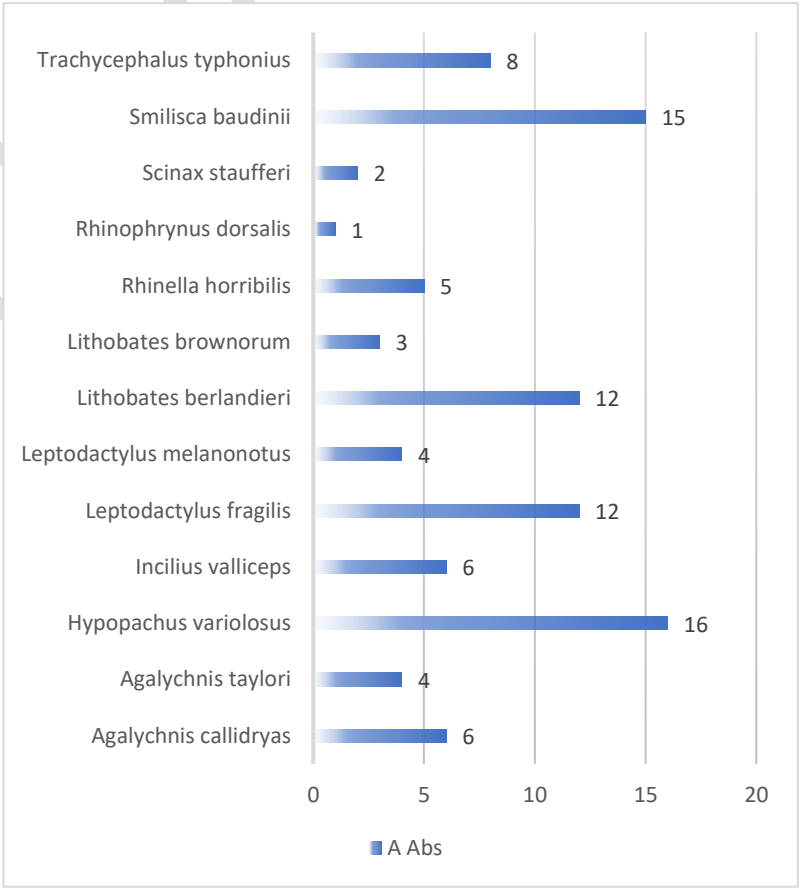


Figura IV.89: Resumen grafico abundancia absoluta de anfibios.

Para el caso del grupo faunístico de aves la especie *Columbina passerina* presentó la mayor riqueza absoluta con 25 ejemplares y una abundancia relativa de 3.6179, seguido de la especie *Cyanocorax yucatanicus* con una abundancia absoluta de 18 y una abundancia relativa de 2.6049. Las especies con menor abundancia fueron *Actitis macularius, Amazona albifrons, Aramides albiventris, Aythya affinis, Buteo brachyurus, Buteogallus anthracinus, Calidris alba, Cathartes burrovianus, Coereba flaveola, Cyanerpes cyaneus, Dendrocincla anabatina, Dryobates fumigatus, Dryobates scalaris, Dryocopus lineatus, Egretta thula, Eudocimus albus, Euphonia affinis, Euphonia hirundinacea, Fregata magnificens, Granatellus sallaei, Laterallus ruber, Melanerpes pygmaeus, Myiarchus tuberculifer, Nannopterum auritum, Patagioenas nigrirostris, Setophaga dominica, Sphyrapicus varius, Sporophila morelleti, Sternula antillarum, Thalasseus maximus, Thraupis episcopus, Thryothorus ludovicianus, Tiaris olivaceus, Trogon caligatus, Tyrannus couchii* y *Xiphorhynchus flavigaster*, con una abundancia absoluta de 1 ejemplar y una abundancia relativa de 0.1447 para todos los casos.	Para el caso del grupo faunístico de aves la especie *Vireo pallens* presentó la mayor riqueza absoluta con 24 ejemplares y una abundancia relativa de 4.453, seguido de la especie *Pandion haliaetus ridgwayi* con una abundancia absoluta de 23 y una abundancia relativa de 4.267. Las especies con menor abundancia *fueron Aramus guarauna, Dendrocolaptes sanctithomae, Egretta thula, Icterus mesomelas, Passerina ciris, Seiurus aurocapilla, Setophaga americana* y *Setophaga virens*, con una abundancia absoluta de 1 ejemplar y una abundancia relativa de 0.186para todos los casos.

Consulta Pública

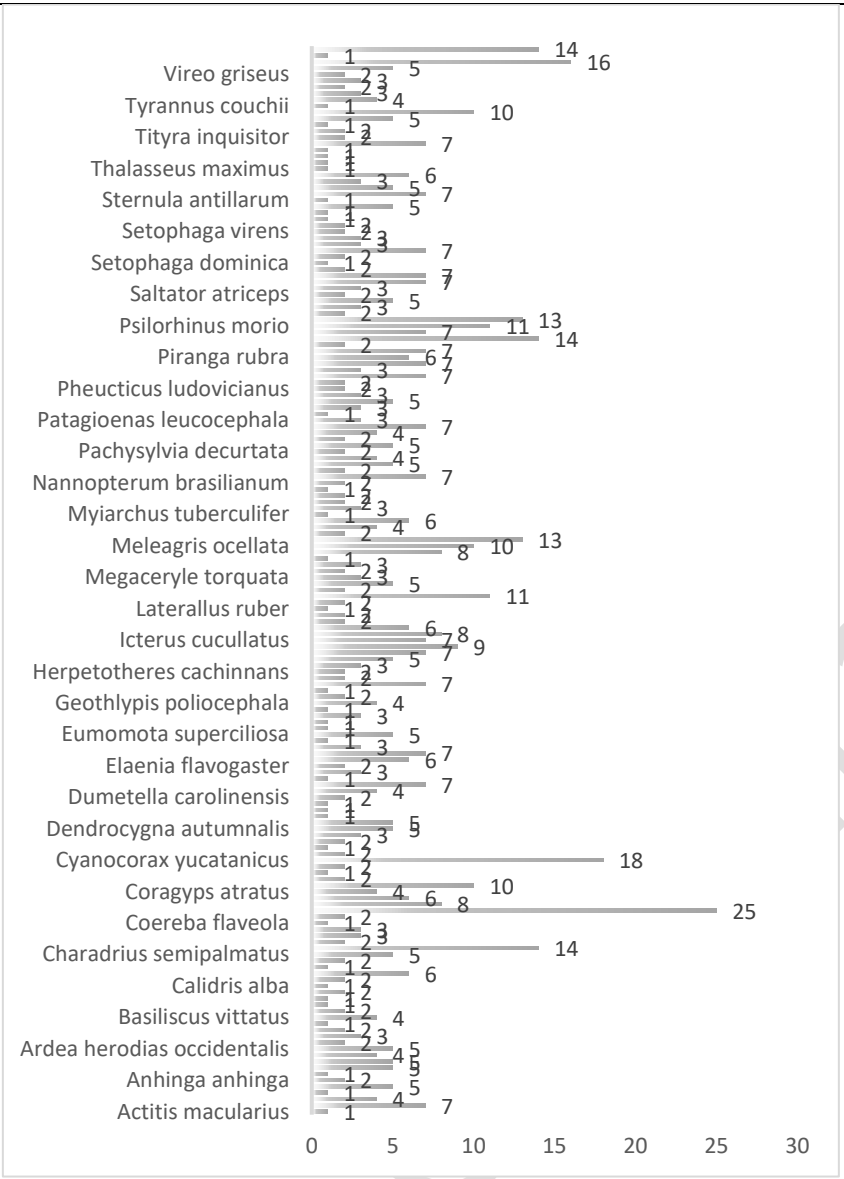


Figura IV.86: Resumen gráfico abundancia absoluta de aves.

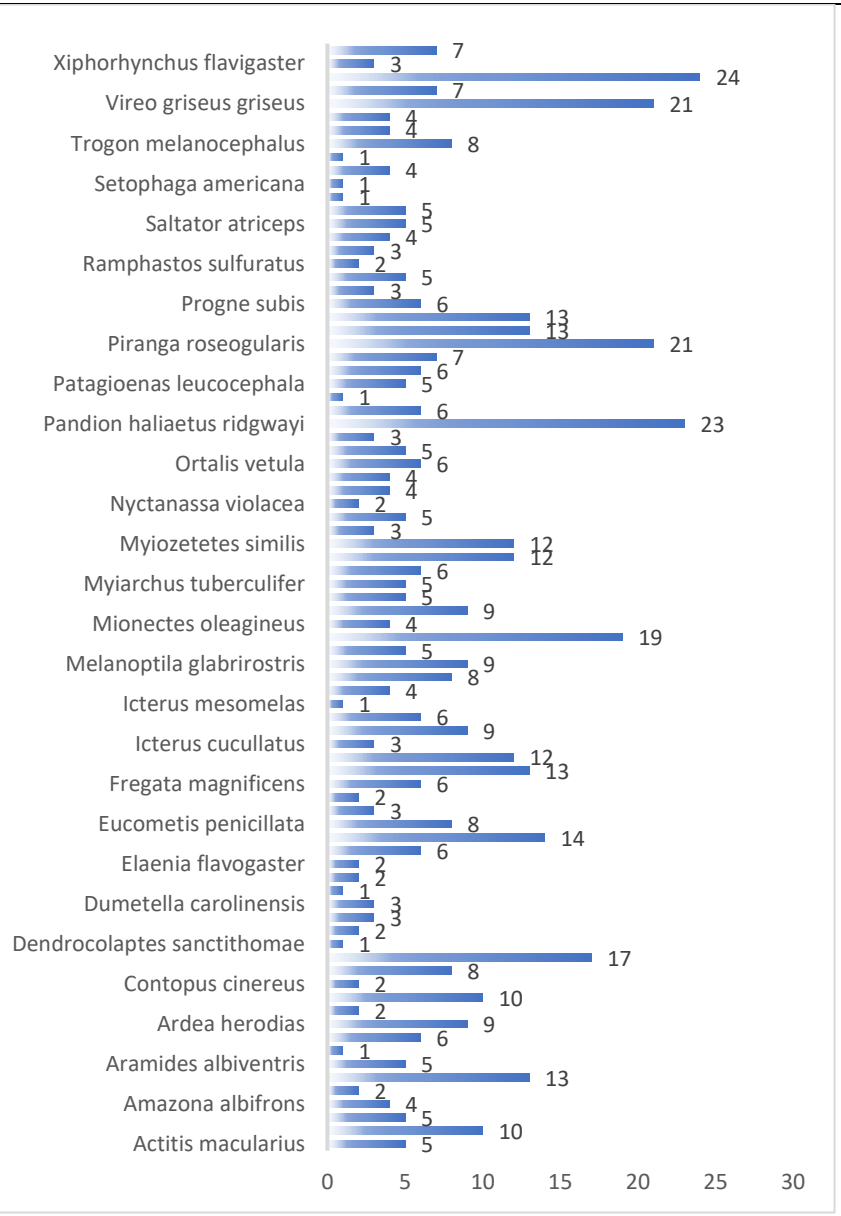


Figura IV.90: Resumen grafico abundancia absoluta de aves.

Para el caso del grupo faunístico de mamíferos la especie *Procyon lotor* presento la mayor riqueza absoluta con 15 ejemplares y una abundancia relativa de 10.56, seguido de la especie *Sciurus yucatanensis* con una abundancia absoluta de 9 y una abundancia relativa de 6.34.

Para este grupo faunístico las especies menos representativas y con menor abundancia fueron *Artibeus jamaicensis, Coendou mexicanus, Cuniculus paca nelsoni, Dasyprocta punctata, Glossophaga soricina handleyi. Leopardus pardalis, Myotis keaysi, Myotis pilosatibialis, Pteronotus mesoamericanus*, *Peromyscus yucatanicus, Rhogeessa aenea, Rhogeessa tumida, Sciurus deppei, Sturnira parvidens y Tamandua mexicana,* con una abundancia absoluta de 1 y una abundancia relativa de 0.70.

Para el caso del grupo faunístico de mamíferos la especie *Sciurus yucatanensis (ardilla yucateca)* presentó la mayor riqueza absoluta con 17 ejemplares y una abundancia relativa de 17.1717, seguido de la especie *Artibeus lituratus*con una abundancia absoluta de 14 y una abundancia relativa de 14.1414.

Para este grupo faunístico las especies menos representativas y con menor abundancia fueron *Ateles geoffroyi, Eira barbara y Odocoileus virginianus* con una abundancia absoluta de 1 y una abundancia relativa de 1.0101.

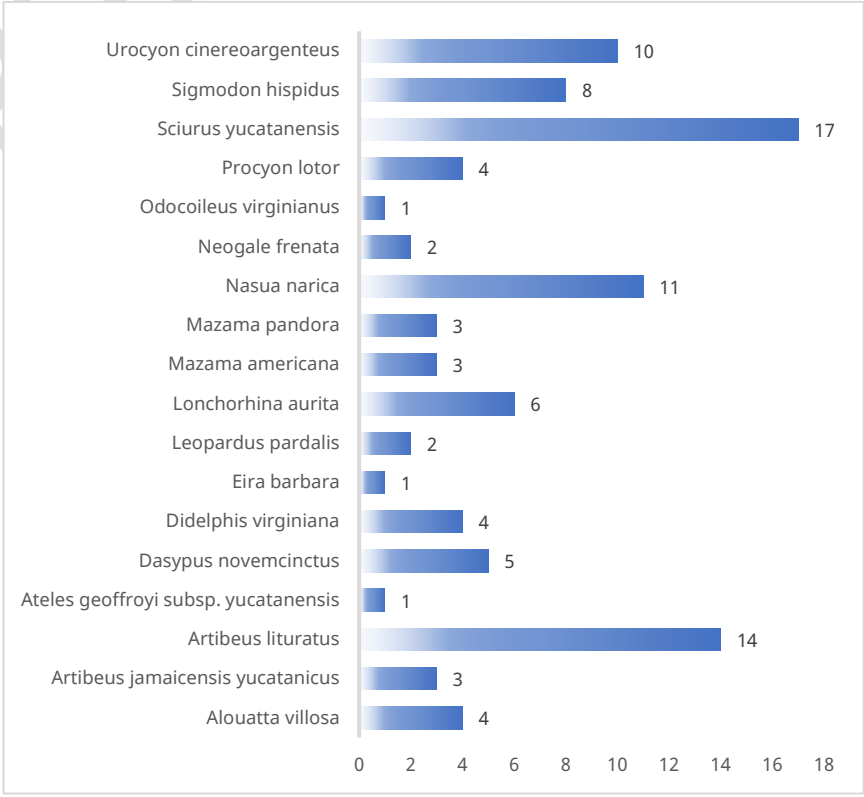


Figura IV.91: Resumen gráfico abundancia absoluta de mamíferos.

Consulta Pública

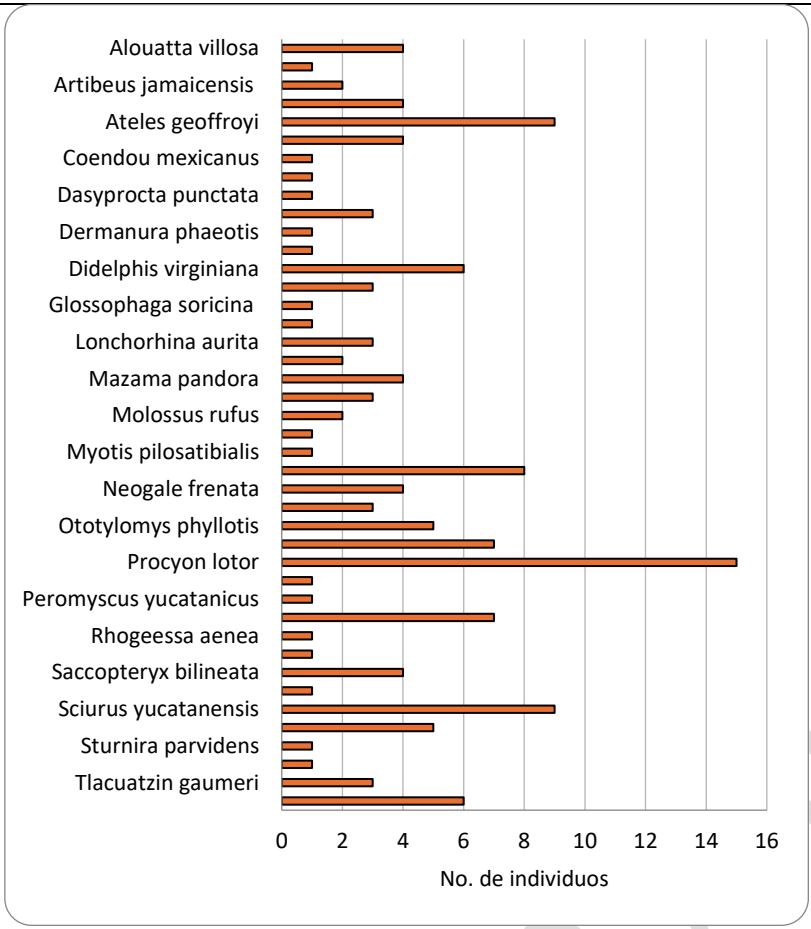


Figura IV.87: Resumen gráfico abundancia absoluta de mamíferos.

Para el caso del grupo faunístico de reptiles la especie *Ctenosaura similis* la mayor riqueza absoluta con 15 ejemplares y una abundancia relativa de 8.62, seguido de la especie *Holcosus undulatus* con una abundancia absoluta de 14 y una abundancia relativa de 8.05.

Para el caso del grupo faunístico de reptiles la especie *Holcosus undulatus* presentó la mayor riqueza absoluta con 23 ejemplares y una abundancia relativa de 20.721, seguido de la especie *Sceloporus chrysostictus*con una abundancia absoluta de 19 y una abundancia relativa de 17.117.

Las especies menos representativas fueron *Basiliscus vittatus* y *Leptodeira septentrionalis* con una abundancia de 1 ejemplar y una abundancia relativa de 0.901.

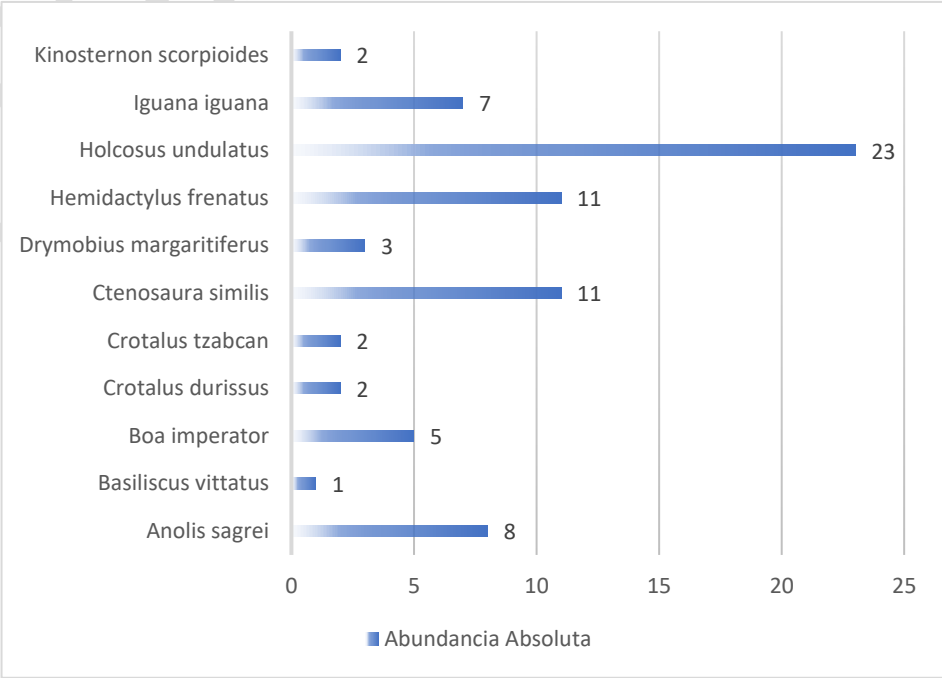


Figura IV.92: Resumen gráfico abundancia absoluta de reptiles.

Consulta Pública

En este apartado se presentan los índices estimados por grupo faunístico para el SA. Los cálculos realizados para el presente apartado se pueden encontrar en el **Anexo 3. Medio Biótico.** **Anfibios** Como se aprecia en la siguiente tabla se presentó una riqueza de 24 especies de anfibios, y un índice de Shannon-Wienner (H') de 2.70 que refiere una diversidad alta, mientras que el valor de Equidad de Pielou (J) de 0.5842, que indica hay una distribución moderadamente equitativa de las especies, aunque algunas especies pueden estar más concentradas en ciertas áreas, en general, la distribución no es completamente desigual. **Aves** Como se puede apreciar en la tabla siguiente para el grupo faunístico en cuestión se presentó una riqueza de especies de 170 con un índice de 15.77 respecto a de Shannon-Wienner (H') lo que indica una alta diversidad en la comunidad de aves. Con respecto al valor de Equidad de Pielou (J) resultó ser de 0.901 lo que sugiere que todas las especies tienen aproximadamente la misma densidad en su distribución de acuerdo al muestreo para los fines de este proyecto. **Mamíferos** Para este grupo faunístico se presentó una riqueza de especies de 43 con un índice de Shannon-Wienner (H') con valor de 2.98, lo que sugiere que existe un diversidad moderada-alta, lo que podría asociarse a ecosistemas resilientes, con respecto al valor de Equidad de Pielou (J) resulto ser de 0.6013, lo que indica que la distribución de mamíferos es moderadamente equitativa, lo que sugiere que no todas las especies de mamíferos están distribuidas de manera uniforme, pero tampoco existe una gran desigualdad en la distribución.	En este apartado se presentan los índices estimados por grupo faunístico para el SA. Los cálculos realizados para el presente apartado se pueden encontrar en el **Anexo 3. Medio Biótico.** **Anfibios** Se presentó una riqueza de 13 especies de anfibios, y un índice de Shannon-Wienner (H') de 2.35 que refiere una diversidad alta, mientras que el valor de Equidad de Pielou (J) de 0.5163, esto señala que, similar a la situación en el SA, hay una distribución relativamente equitativa de las especies. Aunque ciertas especies pueden estar más agrupadas en algunas áreas, en términos generales, la distribución no presenta una desigualdad significativa. **Aves** Para el grupo faunístico en cuestión se presentó una riqueza de especies de 83 con un índice de 4.14 respecto a de Shannon-Wienner (H') lo que indica una alta diversidad en la comunidad de aves. Con respecto al valor de Equidad de Pielou (J) resultó ser de 0.6584 indica que hay una moderada equidad en la distribución de las especies. La interpretación correspondiente presenta, aunque en distintos valores, los mismos resultados que en el Sistema Ambiental. **Mamíferos** Para este grupo faunístico se presentó una riqueza de especies de 18 con un ndice de Shannon-Wienner (H') con un valor de 2.98 indica una diversidad moderada a alta, lo cual puede estar relacionado con ecosistemas resilientes, al igual que en el SA, el valor de Equidad de Pielou (J) resulto ser de 0.5620, lo que indica que la distribución de mamíferos es moderadamente equitativa, resultado que se empata con lo obtenido en el Sistema Ambiental.

Consulta Pública

Reptiles

Para este grupo faunístico se presentó una riqueza de especies de 68 con un índice de Shannon-Wienner (H') con valor de 1.31, lo que indica que existen varias especies diferentes en el SA, lo que podría deberse a algunas especies dominantes y otras menos comunes. Con respecto al valor de Equidad de Pielou (J), indicó que hay una significativa desigualdad en la distribución de las especies en el área del Sistema Ambiental, dado su valor de 0.2539.

Tabla IV.62: Índices de diversidad para los grupos faunísticos.

Grupos	Riquezas (S)	Abundancia	Shannon (H')	Diversidad máxima esperada (H'max)	Equidad (J')
Anfibios	24	101	2.70	4.62	0.5842
Aves	170	691	15.77	6.54	0.901
Mamíferos	43	142	2.98	4.96	0.6013
Reptiles	68	174	1.31	5.16	0.2539

Reptiles

Para este grupo faunístico se presentó una riqueza de especies de 19 con un índice de Shannon-Wienner (H') con valor de 2.51, lo que indica una diversidad alta, que a pesar de resultar de valores de avistamiento menores resulta en ser una buena cantidad de especies diferentes presentes. Con respecto al valor de Equidad de Pielou (J) de 0.5328, indicó que existe en el AP una equidad moderada indicando que las especies están distribuidas de manera relativamente equitativa, aunque algunas pueden ser más abundantes que otras.

Tabla IV.63: Índices de diversidad para los grupos faunísticos.

Grupos	Riqueza (S)	Abundancia	Shannon (H')	Diversidad máxima esperada (H'max)	Equidad (J')
Anfibios	13	94	2.35	4.54	0.5163
Reptiles	19	111	2.51	4.71	0.5328
Aves	83	539	4.14	6.29	0.6584
Mamíferos	18	99	2.58	4.60	0.5620

Resumen comparativo: En ambos sitios se observaron diversas características en cuanto a la riqueza de especies, índices de diversidad y equidad en la distribución.

Anfibios

En los sitios de muestreo se identificó una diversidad alta, con un índice de Shannon-Wienner (H') de 2.70 en el SA y 2.35 en el AP. La equidad de Pielou (J) mostró una distribución moderadamente equitativa, aunque algunas especies están más concentradas en ciertas áreas, con valores de 0.5842 en el SA y 0.5163 en el AP.

Aves

En los sitios de muestreo se presentó una alta riqueza de especies en ambos estudios, con 170 especies en el SA y 83 en el AP. Los índices de Shannon-Wienner (H') de 15.77 en el SA y 4.14 en el AP indican una alta diversidad. La equidad de Pielou (J) sugiere una distribución equitativa de las especies, con valores de 0.901 en el SA y 0.6584 en el AP.

Consulta pública

Mamíferos

En el caso de los mamíferos, se observó una diversidad moderada-alta, con un índice de Shannon-Wienner (H') de 2.98 en ambos sitios. La equidad de Pielou (J) mostró una distribución moderadamente equitativa, con valores de 0.6013 en el SA y 0.5620 en el AP.

Reptiles

Los reptiles presentaron una diversidad variable, con un índice de Shannon-Wienner (H') de 1.31 en el SA y 2.51 en el AP. La equidad de Pielou (J) indicó una significativa desigualdad en la distribución de especies en el SA (0.2539), mientras que en el AP se observó una equidad moderada (0.5328).

En general, los resultados muestran que las aves son el grupo con mayor riqueza y equidad en la distribución de especies en ambos estudios, seguidas por los mamíferos y anfibios. Los reptiles presentaron una mayor variabilidad en la distribución de especies entre ambos estudios. Estos hallazgos resaltan la importancia de la conservación y manejo de hábitats para mantener y mejorar la biodiversidad en estas comunidades faunísticas.

Especies de fauna registrada bajo algún régimen de protección.	
Derivado de la confronta directa del listado faunístico (305 especies) con la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010** y la **Modificación de su Anexo Normativo III**, se identificó un total de **13 especies** incluidas en las categorías **En Peligro de Extinción (P)**, **Amenazada (A)** y **Sujeta a Protección Especial (Pr)**. El resto de las especies registradas **no se encuentran listadas** en la NOM-059 ni en su Anexo Normativo III, por lo que no cuentan con categoría de riesgo de competencia federal conforme a la normatividad aplicable. Bajo los regímenes de protección del cites encontramos 8 especies dentro del Apéndice I **(1 anfibio, 4 aves y 3 reptiles)** y 18 especies dentro del apéndice II **(1 anfibio, 8 aves, 4 mamíferos y 5 reptiles).** El desglose correspondiente puede observarse en el Anexo 3. **Medio Biótico, memoria de cálculo.**	Derivado de la revisión y confronta directa del listado faunístico del área del proyecto con la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, se identificó que **únicamente siete (7) especies** se encuentran incluidas en alguna de las categorías de riesgo establecidas por dicho instrumento normativo. Estas corresponden a las categorías **En Peligro de Extinción (P)**, **Amenazada (A)** y **Sujeta a Protección Especial (Pr)**. En particular, se registran dos especies en la categoría **En Peligro de Extinción (P)** (*Ardea herodias* y *Ateles geoffroyi*), dos especies en la categoría **Amenazada (A)** (*Boa constrictor* y *Ctenosaura similis*), y tres especies en la categoría **Sujeta a Protección Especial (Pr)** (*Crotalus tzabcan*, *Iguana iguana* y *Sceloporus chrysostictus*). El desglose correspondiente puede observarse en el Anexo 3. **Medio Biótico, memoria de cálculo.**

Consulta Pública

Resumen comparativo: Ambos lugares presentan una diversidad significativa de especies en riesgo, las aves representan el grupo con mayor diversidad y necesidad de protección. Las medidas de conservación y manejo deben enfocarse en mantener y mejorar las condiciones para estas especies, promoviendo la conservación de sus hábitats y la reducción de amenazas.

La confronta del listado faunístico registrado en el **Sistema Ambiental** con la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010** y la **Modificación de su Anexo Normativo III** permitió identificar un **mayor número de especies sujetas a alguna categoría de riesgo** cuando se analiza el contexto regional de manera integral. En este sentido, a nivel de **Sistema Ambiental** se reconocieron **trece (13) especies** incluidas en las categorías **En Peligro de Extinción (P)**, **Amenazada (A)** y **Sujeta a Protección Especial (Pr)**, lo que refleja la presencia potencial de especies bajo protección en un ámbito espacial amplio.

En contraste, al realizar el análisis específico y puntual del **Área del Proyecto**, y aplicar de manera estricta la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se determinó que **únicamente siete (7) especies** registradas en el sitio del proyecto se encuentran efectivamente incluidas en alguna categoría de riesgo de competencia federal. Estas especies corresponden a dos en la categoría **En Peligro de Extinción (P)** (*Ardea herodias* y *Ateles geoffroyi*), dos en la categoría **Amenazada (A)** (*Boa constrictor* y *Ctenosaura similis*), y tres en la categoría **Sujeta a Protección Especial (Pr)** (*Crotalus tzabcan*, *Iguana iguana* y *Sceloporus chrysostictus*).

El desglose detallado de las especies consideradas en cada ámbito de análisis se presenta en el **Anexo 3. Medio Biótico, memoria de cálculo**.

Tabla IV.64: Especies dentro de la NOM-059 SA.

No	Especie	Grupo	Categoría NOM-059
1	*Ateles geoffroyi*	Mamífero	**P**
2	*Tamandua mexicana*	Mamífero	**P**
3	*Ardea herodias*	Ave	**Pr**
4	*Boa constrictor*	Reptil	**A**
5	*Iguana iguana*	Reptil	**Pr**
6	*Ctenosaura similis*	Reptil	**A**
7	*Sceloporus cozumelae*	Reptil	**Pr**
8	*Micrurus diastema*	Reptil	**Pr**
9	*Egretta rufescens*	Ave	**Pr**

Consulta Pública

No	Especie	Grupo	Categoría NOM-059
10	*Tigrisoma mexicanum*	Ave	**Pr**
11	*Sceloporus chrysostictus*	Reptil	**Pr**
12	*Crotalus tzabcan*	Reptil	**Pr**
13	*Sternula antillarum*	Ave	**Pr**

Tabla IV.65: Especies dentro de la NOM-059 AP.

No.	Nombre científico	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	*Ardea herodias*	Ave	P
2	*Ateles geoffroyi*	Mamífero	P
3	*Boa constrictor*	Reptil	A
4	*Crotalus tzabcan*	Reptil	Pr
5	*Ctenosaura similis*	Reptil	A
6	*Iguana iguana*	Reptil	Pr
7	*Sceloporus chrysostictus*	Reptil	Pr

Consulta Pública

Listados Caracterización Faunística SA y AP.

A continuación, en las tablas siguientes se registra el listado relacionado a la riqueza y estructura faunística del Proyecto.

Tabla IV.66: Listado faunístico de las especies en el SA.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta
2	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera
3	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor
4	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero
5	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavilán Caminero
6	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín pescador de collar
7	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño
8	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde
9	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato boludo menor
10	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas
11	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana
12	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux
13	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao
14	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca
15	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena
16	Ardeidae	*Ardea herodias occidentalis*	Garza morena occidental
17	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera
18	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita verde
19	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón
20	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul
21	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza rojiza
22	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados
23	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor
24	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara
25	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza nocturna corona negra

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
26	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana
27	Atelidae	*Alouatta villosa*	Mono aullador
28	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono araña centroamericano
29	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono araña
30	Boidae	*Boa constrictor*	Mazacuata
31	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo de Cabeza de Cresta
32	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante
33	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorro Gris
34	Cardinalidae	*Granatellus sallaei*	Granatelo yucateco
35	Cardinalidae	*Piranga roseogularis*	Piranga yucateca
36	Cardinalidae	*Habia rubica*	Piranga hormiguera corona roja
37	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga hormiguera garganta roja
38	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado
39	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja
40	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Siete Colores
41	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura
42	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común
43	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero
44	Cervidae	*Mazama americana*	Temazate Rojo
45	Cervidae	*Mazama pandora*	Temazate Pardo de Yucatán
46	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado Cola Blanca
47	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado
48	Charadriidae	*Charadrius wilsonia*	Chorlo pico grueso
49	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris
50	Colubridae	*Coniophanes bipunctatus*	Culebra tabaquilla
51	Colubridae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras
52	Colubridae	*Coniophanes meridanus*	Culebra sin rayas peninsular
53	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada yucateca
54	Colubridae	*Dipsas brevifacies*	Culebra caracolera chata
55	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
56	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos
57	Colubridae	*Geophis sanniolus*	Culebra caracolera pigmea
58	Colubridae	*Imantodes tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca
59	Colubridae	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana
60	Colubridae	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato de selva
61	Colubridae	*Leptodeira septentrionalis*	Culebra ojo de gato norteña
62	Colubridae	*Leptophis ahaetulla*	Ranera perico
63	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana
64	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común
65	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde
66	Colubridae	*Oxybelis potosiensis*	Bejuquillo café
67	Colubridae	*Phrynonax poecilonotus*	Culebra resoplona norteña
68	Colubridae	*Pliocercus elapoides*	Culebra imita coral común
69	Colubridae	*Pseudelaphe flavirufa*	Culebra ratonera amarillo-rojiza
70	Colubridae	*Scaphiodontophis annulatus*	Coralillo falso
71	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Serpiente Ratón Verde
72	Colubridae	*Sibon nebulatus*	Culebra caracolera jaspeada
73	Colubridae	*Spilotes pullatus*	Serpiente tigre
74	Colubridae	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra alacranera de sangre
75	Colubridae	*Tantillita canula*	Culebra ciempiés yucateca
76	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana
77	Colubridae	*Thamnophis proximus rutiloris*	Culebra acuática
78	Columbidae	*Claravis pretiosa*	Tórtola azul
79	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo
80	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela
81	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera
82	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada
83	Columbidae	*Patagioenas leucocephala*	Paloma corona blanca
84	Columbidae	*Patagioenas nigrirostris*	Paloma triste
85	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
86	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Huilota
87	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde
88	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca
89	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara Parda
90	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco Pardo
91	Corytophanidae	*Corytophanes cristatus*	Turipache cabeza lisa
92	Corytophanidae	*Corytophanes hernandesii*	Toloque de montaña
93	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado
94	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental
95	Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana ladrona yucateca
96	Cricetidae	*Ototylomys phyllotis*	Rata trepadora orejas grandes
97	Cricetidae	*Reithrodontomys gracilis gracilis*	Ratón de campo
98	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera crespa
99	Teiidae	*Aspidoscelis maslini*	Huico de la Península de Yucatán
100	Emydidae	*Trachemys venusta*	Tortuga de Guadalupe
101	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Ani
102	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco Ardilla
103	Cuniculidae	*Cuniculus paca nelsoni*	Tepezcuintle
104	Dactyloidae	*Anolis beckeri*	Abaniquillo
105	Dactyloidae	*Anolis biporcatus*	Abaniquilllo verde
106	Dactyloidae	*Anolis lemurinus*	Anolis fantasma
107	Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste
108	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Anolis Pardo
109	Dactyloidae	*Anolis sericeus*	Abaniquillo sedoso
110	Dactyloidae	*Anolis tropidonotus*	Abaniquillo escamoso mayor
111	Dactyloidae	*Anolis ustus*	Abaniquillo de Yucatán
112	Dactyloidae	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya
113	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de Nueve Bandas
114	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque centroamericano
115	Didelphidae	*Tlacuatzin gaumeri*	Tlacuachín

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
116	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño
117	Dipsadidae	*Geophis sartorii*	Culebra caracolera de oriente
118	Elapidae	*Micrurus diastema*	Serpiente coralillo del sureste
119	Emballonuridae	*Saccopteryx bilineata*	Murciélago rayado mayor
120	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor
121	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	Puercoespín tropical
122	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco de bandas yucateco
123	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco
124	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote
125	Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón yucateco
126	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta
127	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra
128	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla
129	Furnariidae	*Dendrocincla anabatina*	Trepatroncos sepia
130	Furnariidae	*Sittasomus griseicapillus*	Trepatroncos cabeza gris
131	Furnariidae	*Dendrocincla homochroa*	Trepatroncos canelo
132	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo
133	Furnariidae	*Dendrocolaptes sanctithomae*	Trepatroncos Barrado
134	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko Casero Tropical
135	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga Mojina Arlequín
136	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta
137	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera
138	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera
139	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azulnegra
140	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas
141	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera
142	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor
143	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Rana arborícola
144	Hylidae	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de árbol amarilla
145	Hylidae	*Dryophytes walkeri*	Rana de árbol de Walker
146	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda
147	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana Arborícola de Baudin

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
148	Hylidae	*Tlalocohyla loquax*	Rana arbórea locuaz
149	Hylidae	*Tlalocohyla picta*	Ranita grillo
150	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa
151	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana arborícola vermiculada
152	Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala
153	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento
154	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro
155	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor
156	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja
157	Icteridae	*Icterus chrysater*	Bolsero Dorsinegro
158	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor
159	Icteridae	*Icterus galbula*	Bolsero Norteño
160	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor
161	Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria caperuza negra
162	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Broncíneo
163	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor
164	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde
165	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Garrobo (Iguana Negra)
166	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña
167	Kinosternidae	*Claudius angustatus*	Tortuga almizclera chopontil
168	Kinosternidae	*Kinosternon creaseri*	Tortuga de pantano yucateca
169	Kinosternidae	*Kinosternon leucostomum*	Tortuga pecho quebrado labios blancos
170	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado escorpión
171	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora
172	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real
173	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo
174	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca
175	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes
176	Lithobates	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo de Brown
177	Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Sapo de Vientre Estriado
178	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte Tropical
179	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris
180	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Cuitlacoche Negro
181	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro
182	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejiazul

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
183	Mormoopidae	*Pteronotus mesoamericanus*	Murciélago bigotudo mesoamericano
184	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte
185	Mustelidae	*Neogale frenata*	Comadreja de Cola Larga
186	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero
187	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora
188	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso
189	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común
190	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino
191	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador
192	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero
193	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero
194	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado
195	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado
196	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla
197	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolias
198	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero
199	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo
200	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio
201	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde
202	Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe alas azules
203	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo
204	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café
205	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán neotropical
206	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo
207	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo Ocelado
208	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano
209	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Lagartija espinosa yucateca
210	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel
211	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa pintas amarillas
212	Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Geco cola de nabo
213	Phyllomedusidae	*Agalychnis taylori*	Rana de Ojos Rojos de Taylor
214	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero
215	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis yucatanicus*	Murciélago yucateco
216	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frutero gigante

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
217	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murciélago ojón peludo
218	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago furgívoro pigmeo
219	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina handleyi*	Sopichí
220	Phyllostomidae	*Lonchorhina aurita*	Murciélago Nariz de Hoja
221	Phyllostomidae	*Micronycteris schmidtorum*	Murciélago orejón centroamericano
222	Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*	Murciélago de charreteras menor
223	Picidae	*Dryobates fumigatus*	Carpintero café
224	Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero olivo
225	Picidae	*Sphyrapicus varius*	Carpintero moteado
226	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero de Frente Dorada
227	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano
228	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado
229	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco
230	Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra lengua de hongo yucateca
231	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de Nariz Blanca
232	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache Norteamericano
233	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca
234	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio
235	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón nuca canela
236	Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela canela
237	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa
238	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo
239	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo de Brown
240	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano
241	Scincidae	*Scincella cherriei*	Eslizón pardo
242	Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical
243	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca
244	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita
245	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo
246	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado
247	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco
248	Sphaerodactylidae	*Sphaerodactylus glaucus*	Geco enano collarejo
249	Sulidae	*Sula leucogaster*	Bobo café
250	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar
251	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Cuiji yucateco

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
252	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija metálica
253	Thraupidae	*Eucometis penicillata*	Tangara cabeza gris
254	Thraupidae	*Coereba flaveola*	Reinita mielera
255	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris
256	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar
257	Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	Mielero patas rojas
258	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador cabeza negra
259	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo
260	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris
261	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabecinegro
262	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada
263	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco
264	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo
265	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado
266	Tityridae	*Tityra inquisitor*	Titira pico negro
267	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada
268	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo
269	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared moteado
270	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de carolina
271	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Soterrey Vientre Blanco
272	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	trogón cabeza negra
273	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa violácea norteña
274	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo café
275	Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal moteado
276	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila
277	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Papamoscas tropical
278	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero elenia copetón
279	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Mosquero Vientre Amarillo
280	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas chico
281	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso
282	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ocre
283	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste
284	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas gritón
285	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Copetón Yucateco
286	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo
287	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
288	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí
289	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir
290	Vespertilionidae	*Rhogeessa aenea*	Murciélago amarillo de Yucatán
291	Vespertilionidae	*Rhogeessa tumida*	Murciélago amarillo de alas negras
292	Vespertilionidae	*Myotis pilosatibialis*	Murciélago ratón patas peludas
293	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Miotis pata peluda
294	Viperidae	*Crotalus simus*	Víbora cascabel tropical
295	Viperidae	*Porthidium yucatanicum*	Nauyaca nariz de cerdo yucateca
296	Viperidae	*Bothrops asper*	Nauyaca terciopelo real
297	Viperidae	*Crotalus durissus*	Cascabel tropical
298	Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Víbora de cascabel yucateca
299	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón cejas canela
300	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	Vireocillo cabeza gris
301	Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo
302	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos
303	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco
304	Vireonidae	Vireo pallens	Vireo Pálido
305	Xantusiidae	Lepidophyma flavimaculatum	Lagartija nocturna de puntos amarillos

Tabla IV.67: Listado faunístico de las especies en el AP.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita
2	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Rana arborícola
3	Hylidae	*Agalychnis taylori*	Rana de árbol ojos rojos
4	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento
5	Atelidae	*Alouatta villosa*	Mono aullador negro
6	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo
7	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca
8	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro
9	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana
10	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abanico pardo del Caribe
11	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón nuca canela
12	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao
13	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca

2025 AÑO DE LA Mujer Indígena

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
14	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena
15	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis yucatanicus*	Murciélago frugívoro yucateco
16	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante
17	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono araña
18	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila
19	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco Pardo
20	Boidae	*Boa constrictor*	Mazacuata
21	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado
22	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Papamoscas tropical
23	Viperidae	*Crotalus durissus*	Cascabel tropical
24	Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Víbora de cascabel yucateca
25	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy
26	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Garrobo, Iguana Negra
27	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucataca
28	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas
29	Furnariidae	*Dendrocolaptes sanctithomae*	Trepador Barrado
30	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño
31	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor
32	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Serpiente verde
33	Picidae	*Dryobates fumigatus*	Carpintero café
34	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris
35	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados
36	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor
37	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte
38	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero elenia copetón
39	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Mosquero Vientre Amarillo
40	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico
41	Thraupidae	*Eucometis penicillata*	Tangara cabeza gris
42	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules
43	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra
44	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta
45	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática
46	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Ameiva undulata
47	Leptodactylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera
48	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria yucateca
49	Icteridae	*Icterus chrysater*	Calandria dorso amarillo

Consulta Pública

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
50	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor
51	Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore
52	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor
53	Icteridae	*Icterus mesomelas*	Calandria cola amarilla
54	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde
55	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero
56	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga Casquito
57	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado
58	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino
59	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote
60	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes
61	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca
62	Colubridae	*Leptodeira septentrionalis*	Culebra ojo de gato norteña
63	Colubridae	*Leptophis ahaetulla*	Ranera perico
64	Lithobates	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo
65	Lithobates	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo de Brown
66	Phyllostomidae	*Lonchorhina aurita*	Murciélago Nariz de Hoja
67	Cervidae	*Mazama americana*	Venado Corzo Rojo
68	Cervidae	*Mazama pandora*	Temazate Pardo de Yucatán
69	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje
70	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro
71	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote ocelado
72	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical
73	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ocre
74	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador
75	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos
76	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste
77	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas gritón
78	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas yucateco
79	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común
80	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo
81	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán neotropical
82	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de Nariz Blanca
83	Mustelidae	*Neogale frenata*	Comadreja de Cola Larga
84	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara

Consulta Pública

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
85	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza nocturna corona negra
86	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras parauque
87	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado Cola Blanca
88	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental
89	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado
90	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	Vireocillo cabeza gris
91	Pandionidae	*Pandion haliaetus ridgwayi*	Águila pescadora del Caribe
92	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero
93	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Siete Colores
94	Columbidae	*Patagioenas leucocephala*	Paloma corona blanca
95	Columbidae	*Patagioenas nigrirostris*	Paloma triste
96	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela
97	Cardinalidae	*Piranga roseogularis*	Piranga Yucateca
98	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo
99	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris
100	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache
101	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azulnegra
102	Colubridae	*Pseudelaphe flavirufa*	Culebra ratonera amarillo-rojiza
103	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara Parda
104	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mexicano
105	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán Pico Iris
106	Rhinella	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante
107	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga Mojina Arlequín
108	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano
109	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán Caracolero
110	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavilán Caminero
111	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador cabeza negra
112	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Pechisucio
113	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos
114	Scinax	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda
115	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca
116	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Reinita Hornera
117	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Serpiente Ratón Verde
118	Parulidae	*Setophaga americana*	Parula Norteña
119	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero
120	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde
121	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera crespa
122	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana

Consulta Pública

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
123	Colubridae	*Tantillita canula*	Culebra ciempiés yucateca
124	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa
125	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra
126	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo
127	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra cola gris
128	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo de frente amarilla
129	Vireonidae	*Vireo griseus griseus*	Vireo ojo blanco
130	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco
131	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero
132	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo
133	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas

Distribución de especies con endemismos, compartidas en SA y AP:



Figura IV.93: Distribución de la especie *Hemidactylus frenatus* (Gecko Casero Tropical), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.94: Distribución de la especie *Tlacuatzin gaumeri* (Tlacuachín), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.95: Distribución de la especie *Bolitoglossa yucatana* (Salamandra yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.96: Distribución de la especie *Kinosternon creaseri* (Tortuga de pantano yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.97: Distribución de la especie *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa de Cozumel), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.98: Distribución de la especie *Porthidium yucatanicum* (Nauyaca nariz de cerdo yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.99: Distribución de la especie *Melanoptila glabrirostris* (Cuitlacoche Negro), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.100: Distribución de la especie *Coniophanes meridanus* (Culebra sin rayas peninsular), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto.



Figura IV.101: Distribución de la especie *Craugastor yucatanensis* (Rana ladradora yucateca), con influencia dentro del Sistema Ambiental y Área del Proyecto

Conclusión en materia de biodiversidad y ecosistemas analizados.

Relativo a la biodiversidad y de acuerdo con los datos analizados, la mayoría de las especies de flora y fauna silvestre registradas en el AP también se encuentran en el SA, y algunas de ellas presentan una mayor abundancia y diversidad específica en cada grupo faunístico.

De acuerdo a lo anterior, se confirma que la ejecución del AP no afectará la riqueza ni abundancia de flora y fauna al ejecutar el proyecto. Sin embargo, como medida preventiva, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, antes de la remoción de vegetación y durante las diferentes etapas del proyecto. Los ejemplares rescatados serán trasladados cuidadosamente a áreas mejor conservadas dentro del SA.

Para el caso del Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre se centrará en ahuyentar, rescatar y reubicar a todas las especies de fauna silvestre encontradas en el AP, con especial atención a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de baja capacidad de desplazamiento (anfibios, reptiles y mamíferos pequeños). Estas actividades serán llevadas a cabo por personal especializado en manejo de estas especies.

Además, las actividades de preparación del sitio, como el uso de maquinaria, ruido y presencia de personal, ayudarán a ahuyentar a la fauna durante las diferentes etapas del proyecto. Para evitar y minimizar la probabilidad de que la fauna silvestre sea aprovechada de manera ilegal, se colocará señalética que difunda y fomente el cuidado del medio ambiente a lo largo del área del proyecto.

Todos los impactos mencionados son prevenibles, mitigables o compensables con la correcta aplicación de las acciones propuestas y el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre. Este programa es clave para mitigar los impactos ambientales por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, garantizando así la permanencia y estabilidad de las poblaciones de fauna silvestre.

Consulta Pública

IV.3.1.3 Medio socioeconómico

a) Municipio de Benito Juárez

I. Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020, la población en Benito Juárez fue de 743,626 habitantes, con una distribución de género relativamente equilibrada: 50.12% mujeres (372,868 habitantes) y 49.88% hombres (370,758 habitantes). En comparación con los datos del censo de 2010, la población en Benito Juárez experimentó un notable crecimiento del 37.9%, reflejando una tendencia de urbanización y atracción demográfica en la región.

El crecimiento de la población en Benito Juárez puede atribuirse a varios factores, incluyendo el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna. Este crecimiento presenta tanto oportunidades como desafíos en términos de servicios públicos, infraestructura y planeación urbana.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron los comprendidos entre los 20 y los 75 años, sumando un total de 406,054 habitantes. Este grupo etario representa una parte significativa de la fuerza laboral y la base económica del municipio, lo que subraya la importancia de políticas públicas orientadas a la educación, el empleo y la salud para este segmento de la población.

Dentro de este rango de edad, los segmentos de 20 a 29 años y de 30 a 39 años destacan por su tamaño, lo que sugiere una población joven y en edad productiva. La presencia de una población joven y dinámica puede generar un impacto positivo en la economía local, siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de desarrollo social y económico.

Además, es importante considerar las necesidades de la población infantil y juvenil, así como de los adultos mayores, para garantizar un desarrollo equitativo y sostenible. La planeación y la provisión de servicios de calidad en áreas como educación, salud y recreación serán fundamentales para abordar las demandas de esta creciente población.

Consulta Pública

Tabla IV.68: Demografía del Municipio Benito Juárez.

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población (número de personas), 2020	743,626	1,501,562
Edad mediana	27 años	26 años
Población de mujeres	372,868	751,538
Población de hombres	370,758	750,024
Población infantil	196,913	407,671
Población media	140,659	284,403
Población adulta	406,054	809,488

II. Marginación y desarrollo social

En Benito Juárez, Quintana Roo, la marginación y el desarrollo social son temas importantes que afectan a la comunidad. Según el **Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022**, el municipio presenta desafíos significativos.

El grado de marginación en Benito Juárez se clasifica como **muy bajo**, lo que indica que, en comparación con otras regiones, la comunidad tiene una mejor situación en términos de servicios básicos y calidad de vida. Sin embargo, aún existen áreas urbanas y rurales que enfrentan carencias en servicios como agua, drenaje y electricidad.

En cuanto al desarrollo social, Benito Juárez ha mostrado un crecimiento en la población y una mejora en algunos indicadores sociales.

- Población en pobreza: Aproximadamente 323,435 personas en situación de pobreza, de las cuales 270,268 presentan pobreza moderada y 53,167 pobreza extrema.
- Rezago social: El grado de rezago social en Benito Juárez es clasificado como muy bajo, lo que indica que la comunidad tiene una mejor situación en comparación con otras regiones.
- Viviendas: Aproximadamente 2,978 viviendas sin acceso al agua, 1,035 sin drenaje y 6,062 sin electricidad.

Consulta Pública

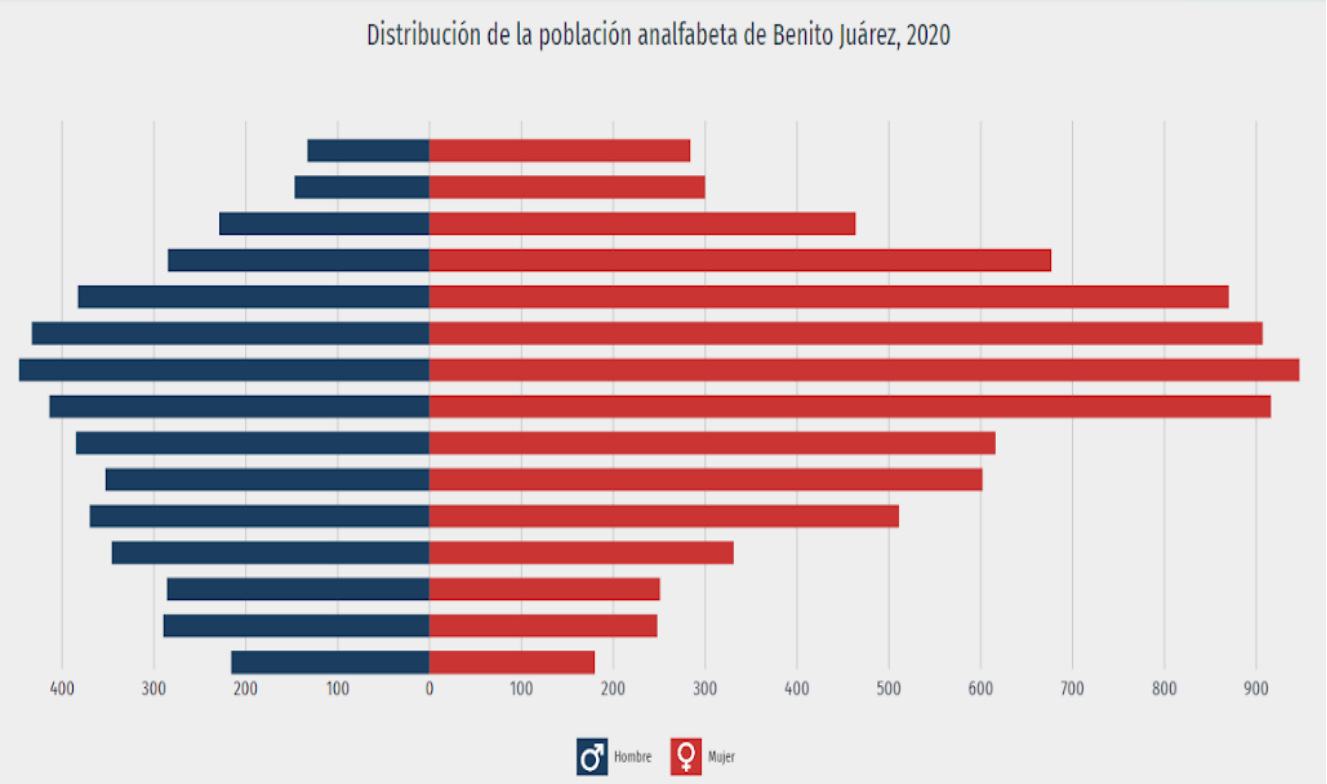


Figura IV.102: Distribución de la población analfabeta.
Fuente: Data de México, 2020.

III. Servicios de Salud

Benito Juárez cuenta con unidades de primer y segundo nivel de atención, proporcionando servicios médicos tanto a nivel primario como especializado, los establecimientos de salud en Benito Juárez cuentan con personal médico y paramédico, así como con equipos y materiales necesarios para brindar atención médica. Los servicios médicos más importantes son:

- Hospital General de Cancún "Jesús Kumate Rodríguez": Ubicado en SM 65 Andador 5 entre calles 12 y 13, col. Puerto Juárez, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 1: Ubicado en Región 100, Mza. 59 Lt. 63 SM 70, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 2: Ubicado en La Cuchilla, SM 89 Mza. 7 Lt. 1 Av. Prolongación, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 3: Ubicado en Región 95, Reg. 95 Mza. 32 Lt. 2, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 4: Ubicado en Región 96, Mza. 13 S/N Región 102, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 5: Ubicado en P. Juárez Mza. 103 Lt. 20 Región 100, Cancún.

Consulta

- Centro de Salud Urbano No. 6: Ubicado en Región 99, Mza. 120 Lt. 5 Región 120, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 7: Ubicado en Región 102, Mza. 55 Lt. 7 Región 99, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 9: Ubicado en Región 85, Mza. 10 Lt. 20 Región 85, Cancún.
- Centro de Salud Urbano No. 10: Ubicado en Región 229, Reg. 229 Mza. 52 Lt. 1, Cancún.

IV. Características económicas

La economía de Benito Juárez se beneficia del turismo, que es una fuente importante de ingresos y empleo para la región. La infraestructura turística y los servicios relacionados con el turismo contribuyen significativamente al desarrollo económico del municipio.

V. Seguridad

En Benito Juárez, Quintana Roo, la seguridad es un tema importante que afecta a la comunidad. Según la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU) y la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE), la percepción de inseguridad en marzo de 2024 indicó que solo el 11.1% de la población de 18 años y más consideró inseguro vivir en su ciudad, lo que es significativamente menor en comparación con otras ciudades de México. Sin embargo, en espacios específicos, el 69.4% de la población manifestó sentirse insegura en los cajeros automáticos localizados en la vía pública, mientras que el 63.9% se sintió inseguro en el transporte público.

En cuanto a la victimización, de acuerdo al ENVIPE 2020, el 7.2% de la población en Benito Juárez reportó haber sido víctima de algún delito durante el año 2019. Los delitos más reportados fueron el robo con intimidación (3.1%) y el hurto (2.6%). Respecto a la confianza en las instituciones de seguridad, el 45.3% de la población expresó confianza en las instituciones de seguridad pública para resolver los delitos.

VI. Resumen

La información sociodemográfica anterior permite llegar a las siguientes consideraciones:

- Benito Juárez, con una población de 743,626 habitantes según el Censo General de Población y Vivienda 2020, presenta una distribución de género equilibrada, con un 49.9% de hombres y un 50.1% de mujeres. La edad mediana de la población es de 27 años, lo que indica una población relativamente joven. La pirámide poblacional

Consulta Pública

muestra una mayor concentración de personas en los grupos de edad de 20 a 39 años, lo que sugiere una población en edad productiva.

- La tasa de crecimiento poblacional ha sido significativa en los últimos años, con un incremento del 37.9% en comparación con el censo de 2010. Este crecimiento puede atribuirse a factores como el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna.
- En Benito Juárez, Quintana Roo, el turismo es una fuente principal de ingresos, impulsando el desarrollo de hoteles, restaurantes y servicios relacionados.
- En cuanto a la seguridad, el municipio ha implementado un modelo de seguridad ciudadana que enfatiza la prevención del delito y la participación activa de la comunidad.

b) Municipio de Puerto Morelos

Con relación a los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020, la población en Puerto Morelos fue de aproximadamente 19,016 habitantes, con una distribución de género relativamente equilibrada: 9,785 hombres (51.5%) y 9,231 mujeres (48.5%). La edad mediana de la población es de 24.4 años, lo que indica una población relativamente joven.

El crecimiento de la población en Puerto Morelos ha sido significativo, con un incremento del 47.1% desde el año 2000 hasta el 2015. Este crecimiento puede atribuirse a varios factores, incluyendo el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna. Este crecimiento presenta tanto oportunidades como desafíos en términos de servicios públicos, infraestructura y planeación urbana.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron los comprendidos entre los 20 y los 39 años, sumando un total de 8,487 habitantes. Este grupo etario representa una parte significativa de la fuerza laboral y la base económica del municipio, lo que subraya la importancia de políticas públicas orientadas a la educación, el empleo y la salud para este segmento de la población.

La presencia de una población joven y dinámica puede generar un impacto positivo en la economía local, siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de desarrollo social y económico. Además, es importante considerar las necesidades de la población infantil y juvenil, así como de los adultos mayores, para garantizar un desarrollo equitativo y sostenible. La planeación y la provisión de servicios de calidad en áreas como

Consulta Pública

educación, salud y recreación serán fundamentales para abordar las demandas de esta creciente población.

Tabla IV.69: Demografía del Municipio de Puerto Morelos.

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población (número de personas), 2020	19,016	1,857,985
Edad mediana	24.4 años	26 años
Población de mujeres	9,231	939,803
Población de hombres	9,785	918,182
Población infantil	5,704	407,671
Población media	6,841	284,403
Población adulta	6,471	809,488

II. Marginación y desarrollo social

En Puerto Morelos, Quintana Roo, la marginación y el desarrollo social son temas importantes que afectan a la comunidad. Según el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022, el municipio presenta desafíos significativos.

El grado de marginación en Puerto Morelos se clasifica como muy bajo, lo que indica que, en comparación con otras regiones, la comunidad tiene una mejor situación en términos de servicios básicos y calidad de vida. Sin embargo, aún existen áreas urbanas y rurales que enfrentan carencias en servicios como agua, drenaje y electricidad.

En cuanto al desarrollo social, Puerto Morelos ha mostrado un crecimiento en la población y una mejora en algunos indicadores sociales.

- Población en pobreza: Aproximadamente 5,704 personas en situación de pobreza, de las cuales 4,789 presentan pobreza moderada y 915 pobreza extrema.
- Rezago social: El grado de rezago social en Puerto Morelos, Quintana Roo, se clasifica como muy bajo. Esto indica que, en comparación con otras regiones, la comunidad tiene una mejor situación en términos de servicios básicos y calidad de vida
- Viviendas: Aproximadamente 57 viviendas sin acceso al agua, 17 sin drenaje y 88 sin electricidad.

Consulta Pública

III. Servicios de Salud

En Puerto Morelos, Quintana Roo, el servicio de salud es una prioridad para la comunidad. La Secretaría de Salud de Quintana Roo ofrece una variedad de servicios médicos gratuitos a través de programas como "Salud para Todos" y las Unidades del Bienestar2. Estos programas están diseñados para garantizar el acceso a servicios de salud de calidad para todos los ciudadanos, especialmente aquellos que más lo necesitan.

- Hospital Costamed Puerto Morelos - Carretera Cancún - Tulum, 77580 Puerto Morelos.
- Clínica Médica Puerto Morelos - Calle Ignacio Allende Sn, 77580 Puerto Morelos.
- Medica Puerto Morelos / Dr. Victor Ballesteros - Calle Ignacio Allende 15, 77580 Puerto Morelos.
- Live Medical Center - Avenida Cetina Gasca Esquina con Cangrejo 54-Local 1 54, 77580 Puerto Morelos.
- Centro de Salud Puerto Morelos - Carretera Federal 307, 77580 Puerto Morelos.
- Clínica del ISSSTE Puerto Morelos - Avenida México 108, 77580 Puerto Morelos.
- Centro de Salud del IMSS Puerto Morelos - Avenida México 108, 77580 Puerto Morelos.
- Clínica del IMSS-Bienestar Puerto Morelos - Avenida México 108, 77580 Puerto Morelos.
- Centro de Salud del ISSSTE Puerto Morelos - Avenida México 108, 77580 Puerto Morelos.
- Clínica del IMSS-Bienestar Puerto Morelos - Avenida México 108, 77580 Puerto Morelos.

IV. Características económicas

Puerto Morelos, Quintana Roo, destaca por su economía diversa y dinámica. El turismo es la principal fuente de ingresos, impulsado por sus hermosos arrecifes de coral y playas. La pesca, aunque ha disminuido en importancia, sigue siendo relevante. El municipio ha recibido inversiones extranjeras significativas, especialmente en sectores de turismo e infraestructura. Además, se han realizado compras internacionales de maquinaria y manufacturas.

El desarrollo urbano ha avanzado con nuevos desarrollos habitacionales y mejoras en la infraestructura, garantizando servicios públicos de calidad. A pesar de tener un grado de marginación muy bajo, existen áreas que aún enfrentan carencias en servicios básicos. La inversión en educación y salud es crucial para el desarrollo sostenible de la comunidad.

Consulta Pública

En resumen, Puerto Morelos combina tradiciones locales con nuevas oportunidades de desarrollo, reflejando una economía en crecimiento y una calidad de vida en mejora constante.

V. Seguridad

La Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU) es un programa del INEGI que mide la percepción de la población sobre la seguridad pública en las principales áreas urbanas del país. Según los datos más recientes de diciembre de 2024, 61.7% de la población de 18 años y más consideró que es inseguro vivir en su ciudad. Las mujeres tienen una percepción de inseguridad más alta, con 67.8% en comparación con 54.4% de los hombres.

En cuanto a los espacios específicos, 68.9% de la población se sintió insegura en los cajeros automáticos en la vía pública, y 63.0% en el transporte público. Las ciudades con mayor percepción de inseguridad fueron Villahermosa (95.3%), Uruapan (92.5%) y Fresnillo (90.9%)2.

VI. Resumen

La información sociodemográfica anterior permite llegar a las siguientes consideraciones:

- Puerto Morelos, con una población de 19,016 habitantes según el Censo General de Población y Vivienda 2020, presenta una distribución de género equilibrada, con un 51.5% de hombres y un 48.5% de mujeres. La edad mediana de la población es de 24.4 años, lo que indica una población relativamente joven. La pirámide poblacional muestra una mayor concentración de personas en los grupos de edad de 20 a 39 años, lo que sugiere una población en edad productiva.
- La tasa de crecimiento poblacional ha sido significativa en los últimos años, con un incremento del 47.1% desde el año 2000 hasta el 2015. Este crecimiento puede atribuirse a factores como el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna.
- En Puerto Morelos, Quintana Roo, el turismo es una fuente principal de ingresos, impulsando el desarrollo de hoteles, restaurantes y servicios relacionados.
    - La percepción de inseguridad, según la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), muestra que el 61.7% de la población de 18 años y más considera que es inseguro vivir en su ciudad, con 67.8% de las mujeres y 54.4% de los hombres compartiendo esta percepción.

Consulta Pública

c) Municipio de Solidaridad

I. Demografía

Solidaridad, Quintana Roo, con una población de 333,800 habitantes según el Censo General de Población y Vivienda 2020, presenta una distribución de género equilibrada, con 170,231 hombres (51.1%) y 163,569 mujeres (48.9%). La edad mediana de la población es de 27 años, lo que indica una población relativamente joven. Los rangos de edad que concentran mayor población son los comprendidos entre los 20 y 39 años, sumando un total de 182,852 habitantes. Esto sugiere una población en edad productiva, lo cual es relevante para el desarrollo económico y social del municipio.

Dentro de este rango de edad, los segmentos de 20 a 29 años y de 30 a 39 años es de aproximadamente 182,852 habitantes, lo que representa una proporción significativa del total de 333,800 habitantes del municipio. destacan por su tamaño, lo que sugiere una población joven y en edad productiva. La presencia de una población joven y dinámica puede generar un impacto positivo en la economía local, siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de desarrollo social y económico.

Además, es importante considerar las necesidades de la población infantil y juvenil, así como de los adultos mayores, para garantizar un desarrollo equitativo y sostenible. La planeación y la provisión de servicios de calidad en áreas como educación, salud y recreación serán fundamentales para abordar las demandas de esta creciente población.

La tasa de crecimiento poblacional ha sido significativa en los últimos años, con un incremento del 110% en comparación con el censo de 2010. Este crecimiento puede atribuirse a factores como el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna.

Tabla IV.70: Demografía del Municipio de Solidaridad.

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población (número de personas), 2020	333,800	1,501,562
Edad mediana	27 años	26 años
Población de mujeres	163,569	751,538
Población de hombres	170,231	750,024
Población infantil	65,422	407,671
Población media	82,752	284,403

Consulta Pública

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población adulta	185,626	809,488

II. Marginación y desarrollo social

En Solidaridad, Quintana Roo, la marginación y el desarrollo social son aspectos fundamentales que afectan a la comunidad. De acuerdo con el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022, el municipio enfrenta retos significativos.

El nivel de marginación en Solidaridad es clasificado como muy bajo, lo que significa que, en comparación con otras regiones, la comunidad goza de mejores condiciones en términos de servicios básicos y calidad de vida. No obstante, todavía hay áreas urbanas y rurales que sufren de carencias en servicios como agua, drenaje y electricidad.

En cuanto al desarrollo social, Solidaridad ha experimentado un crecimiento poblacional y ha mejorado en ciertos indicadores sociales.

- Población en pobreza: Se estima que aproximadamente 114,939 personas viven en situación de pobreza, de las cuales 101,755 enfrentan pobreza moderada y 13,184 pobreza extrema.
- Rezago social: El rezago social en Solidaridad se clasifica como muy bajo, lo que indica que la comunidad tiene una situación relativamente favorable en comparación con otras regiones.
- Viviendas: Alrededor de 1,289 viviendas no tienen acceso al agua, 860 no tienen drenaje y 3,965 no tienen electricidad.

El servicio de salud en Solidaridad, Quintana Roo, está gestionado principalmente por la Secretaría de Salud del Estado y el Ayuntamiento de Solidaridad. La prioridad es garantizar el acceso a servicios de salud de calidad para todos los habitantes del municipio1. Se han implementado diversas iniciativas, como la creación de unidades móviles de salud y la mejora de los centros de salud municipales, para acercar los servicios médicos a las comunidades más alejadas y necesitadas

- Hospital General de Playa del Carmen: Ubicado en Avenida 35 Norte, Playa del Carmen.
- Centro de Salud Urbano #1: Situado en Avenida Juárez entre Avenida 15 y 20, Playa del Carmen.
- Centro de Salud Urbano #2: Ubicado en ZACIL-HA, Playa del Carmen.

Consulta Pública

- Centro de Salud Urbano #3: Localizado en Colosio, Playa del Carmen.
- Unidad de Especialidades Médicas (Unemes) Luis Donaldo Colosio: En Calle 104 entre 25 y 30, Playa del Carmen.
- Unidad de Medicina Familiar (UMF) Playa del Carmen: En Avenida Pepentich, Playa del Carmen.
- Hospital General EJIDAL: Ubicado en Avenida Constituyentes Bakanova, Playa del Carmen.
- Consultorios Dentales: Varias ubicaciones en Playa del Carmen, incluyendo Avenida 10 Sur y Avenida Aviación.
- Centro de Salud Playa del Carmen: Ubicado en Calle 4 Norte, Playa del Carmen.
- Centro de Salud Playa del Carmen: En Calle 14 Bis, Fraccionamiento Gonzalo Guerrero, Playa del Carmen.

VII. Características económicas

Solidaridad, Quintana Roo, destaca por su economía diversa y dinámica. El turismo es la principal fuente de ingresos, con Playa del Carmen como un destino popular. El comercio y la construcción también son sectores importantes, apoyados por la inversión extranjera y el desarrollo urbano. A pesar del crecimiento económico, existen desafíos de pobreza y desigualdad, con aproximadamente 114,939 personas en situación de pobreza. La infraestructura turística y de transporte ha mejorado, y se han realizado inversiones en servicios de educación y salud para satisfacer las necesidades de la población en crecimiento.

V. Seguridad

La Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU) es un programa del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que mide la percepción de la población sobre la seguridad pública en las principales áreas urbanas del país. La encuesta se realiza trimestralmente y proporciona datos valiosos para la toma de decisiones en materia de seguridad pública.

En el último trimestre de 2024, la ENSU reveló que 61.7% de la población de 18 años y más consideró inseguro vivir en su ciudad. Las mujeres mostraron una percepción de inseguridad más alta, con 67.8% considerando que vivir en su ciudad era inseguro, en comparación con 54.4% de los hombres.

Consulta Pública

Según la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2020, en Solidaridad, Quintana Roo, se registraron varios indicadores relevantes sobre la victimización y la percepción de seguridad:

- Victimización del hogar: El porcentaje de hogares que reportaron al menos una víctima fue del 5.2%.
- Victimización personal: El porcentaje de personas que reportaron haber sido víctimas de al menos un delito fue del 4.8%.
- Delitos más comunes: Los delitos más reportados fueron el hurto menor y el fraude.
- Percepción de seguridad: Aproximadamente 65.3% de los habitantes consideraron que vivir en Solidaridad era seguro o muy seguro.

I. Resumen

La información sociodemográfica anterior permite llegar a las siguientes consideraciones:

- Solidaridad, con una población de 333,800 habitantes según el Censo General de Población y Vivienda 2020, tiene una distribución de género equilibrada, con 51.1% de hombres y 48.9% de mujeres. La edad mediana de la población es de 27 años, lo que indica una población relativamente joven. La pirámide poblacional muestra una mayor concentración de personas en los grupos de edad de 20 a 39 años, lo que sugiere una población en edad productiva.
- La tasa de crecimiento poblacional ha sido significativa en los últimos años, con un incremento del 110% en comparación con el censo de 2010. Este crecimiento puede atribuirse a factores como el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna.
- En Solidaridad, Quintana Roo, el turismo es una fuente principal de ingresos, impulsando el desarrollo de hoteles, restaurantes y servicios relacionados.
- En cuanto a la seguridad, el municipio ha implementado diversas estrategias de seguridad ciudadana que enfatizan la prevención del delito y la participación activa de la comunidad.

d) Municipio de Lázaro Cárdenas

I. Demografía

De acuerdo con los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020, en Lázaro Cárdenas fue de 29,171 habitantes, dividido en las siguientes vertientes: 50.9% hombres y 49.1% mujeres.

Consulta Pública

El crecimiento es de 15.2% en comparación con los datos del censo de 2010 reflejando un cambio de urbanización y atracción demográfica en la región.Este puede atribuirse al desarrollo económico, el turismo y la migración interna. Existen retos y desafíos para generar oportunidades en términos de servicios públicos, infraestructura y planeación urbana. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron los comprendidos entre los 20 y los 75 años, sumando un total de 406,054 habitantes.

Asimismo, es crucial tener en cuenta las necesidades de los niños y jóvenes y de los adultos mayores, para asegurar un desarrollo justo y sostenible. La planificación y el suministro de servicios de alta calidad en áreas como la educación, la salud y el entretenimiento serán esenciales para satisfacer las demandas de esta población en expansión.

Tabla IV.71: Demografía del Municipio de Lázaro Cárdenas.

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población (número de personas), 2020	29,171	1,857,985
Edad mediana	28 años	27 años
Población de mujeres	14,318	927,159
Población de hombres	14,853	930,826
Población infantil	6,720	430,522
Población media	4,797	302,456
Población adulta	17,654	1,124,854

II. Marginación y desarrollo social

En Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, la exclusión social y el desarrollo comunitario son temas relevantes que impactan a la población. De acuerdo con el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022, el municipio enfrenta desafíos importantes.

El nivel de marginación en Lázaro Cárdenas se clasifica como bajo, lo que significa que, en comparación con otras regiones, la comunidad está en una mejor posición en términos de servicios esenciales y calidad de vida. No obstante, todavía hay áreas urbanas y rurales que sufren de carencias en servicios como el agua potable, alcantarillado y electricidad.

III. Servicios de Salud

Lázaro Cárdenas dispone de unidades de primer y segundo nivel de atención, ofreciendo servicios médicos tanto básicos como especializados. Los centros de salud en Lázaro Cárdenas cuentan con profesionales médicos y paramédicos, además de con los equipos y materiales indispensables para proporcionar atención médica. Los servicios médicos más destacados son:

- Hospital Integral de Kantunilkín: Ubicado en la calle 18, entre avenidas 20 y 22, Kantunilkín.
- Centro de Salud de Holbox: Situado en la Avenida Tiburón Ballena, Holbox.
- Centro de Salud de Chiquilá: Localizado en la calle Principal, Chiquilá.
- Centro de Salud de Nuevo Valladolid: Ubicado en la calle Principal, Nuevo Valladolid.
- Centro de Salud de Ignacio Zaragoza: Situado en la Avenida Central, Ignacio Zaragoza.
- Centro de Salud de San Ángel: Localizado en la calle Principal, San Ángel.

IV. Características económicas

La economía de Lázaro Cárdenas se ve favorecida por el turismo, que es una fuente relevante de ingresos y trabajo para la localidad. El turismo y los servicios de hostería aportan al crecimiento económico del municipio.

V. Seguridad

En Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, la seguridad es un tema crucial que impacta a la comunidad. Según la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU) y la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE), la percepción de inseguridad en marzo de 2024 mostró que solo el 11.1% de la población de 18 años y más consideró peligroso vivir en su ciudad, lo cual es significativamente menor comparado con otras ciudades de México. Sin embargo, en ciertos espacios, el 69.4% de los habitantes manifestó sentirse inseguros en los cajeros automáticos ubicados en la vía pública, mientras que el 63.9% se sintió inseguro en el transporte público.

En relación con la victimización, según el ENVIPE 2020, el 7.2% de la población en Lázaro Cárdenas reportó haber sido víctima de algún delito durante el año 2019. Los delitos más reportados fueron el robo con intimidación (3.1%) y el hurto (2.6%). Respecto a la confianza en las instituciones de seguridad, el 45.3% de la población expresó su confianza en las instituciones de seguridad pública para resolver los delitos.

VI. Resumen

La información sociodemográfica anterior permite llegar a las siguientes consideraciones:

Consulta Pública

- En Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, la seguridad es un tema crucial que impacta a la comunidad. Según la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU) y la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE), la percepción de inseguridad en marzo de 2024 mostró que solo el 11.1% de la población de 18 años y más consideró peligroso vivir en su ciudad, lo cual es significativamente menor comparado con otras ciudades de México. Sin embargo, en ciertos espacios, el 69.4% de los habitantes manifestó sentirse inseguros en los cajeros automáticos ubicados en la vía pública, mientras que el 63.9% se sintió inseguro en el transporte público.
- En relación con la victimización, según el ENVIPE 2020, el 7.2% de la población en Lázaro Cárdenas reportó haber sido víctima de algún delito durante el año 2019. Los delitos más reportados fueron el robo con intimidación (3.1%) y el hurto (2.6%). Respecto a la confianza en las instituciones de seguridad, el 45.3% de la población expresó su confianza en las instituciones de seguridad pública para resolver los delitos.

e) Municipio de Isla Mujeres

II. Demografía

En 2020, la población de Isla Mujeres, Quintana Roo, era de 22,686 habitantes. De esta población, aproximadamente 50.9% eran hombres (11,537 habitantes) y 49.1% eran mujeres (11,149 habitantes). En 2010, la población de Isla Mujeres era de aproximadamente 16,152 habitantes. Para 2020, la población había crecido a 22,686 habitantes. Esto representa un crecimiento poblacional del 40% en la década para el municipio

El crecimiento poblacional en Isla Mujeres, Quintana Roo, puede atribuirse a varios factores. Primero, el turismo ha sido un motor importante del crecimiento. Isla Mujeres es un destino turístico popular, lo que ha llevado a un aumento en la demanda de servicios y vivienda, atrayendo a más residentes permanentes y temporales. Además, el desarrollo económico ha jugado un papel crucial. La inversión en infraestructura y servicios ha mejorado la calidad de vida, haciendo que la isla sea más atractiva para nuevos residentes.

Otro factor significativo es la migración interna. Muchas personas de otras partes de México se han trasladado a Isla Mujeres en busca de mejores oportunidades laborales y de vida. Aunque en menor medida, el crecimiento natural, a través de nacimientos, también contribuye al aumento de la población. Por último, las inversiones

Consulta Pública

extranjeras han impulsado el desarrollo económico y la creación de empleo, atrayendo a más personas a la isla.

En resumen, la combinación de turismo, desarrollo económico, migración interna, crecimiento natural e inversiones extranjeras ha contribuido al notable crecimiento poblacional de Isla Mujeres en la última década.

En cuanto a la distribución por rangos de edad, los adultos jóvenes (18 a 34 años) constituyen aproximadamente el 35% de la población, con alrededor de 7,940 habitantes. Los adultos (35 a 54 años) representan aproximadamente el 30% de la población, con alrededor de 6,806 habitantes. Las personas mayores (55 años o más) constituyen aproximadamente el 15% de la población, con alrededor de 3,403 habitantes. Estos rangos de edad reflejan la diversidad demográfica de Isla Mujeres y la importancia de diferentes grupos en la comunidad.

El enfoque en la educación, la atención médica y las oportunidades de recreación es clave para fomentar una comunidad saludable y equilibrada en Isla Mujeres. Además, la inclusión de programas y políticas que promuevan el bienestar de todos los grupos de edad contribuirá a un desarrollo sostenible y equitativo en la región.

Tabla IV.72: Demografía del Municipio de Isla Mujeres.

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población (número de personas), 2020	22,686	1,857,985
Edad mediana	29 años	27.6 años
Población de mujeres	11,149	941,254
Población de hombres	11,537	916,731
Población infantil	6,472	557,296
Población media	7,940	741,610
Población adulta	6,806	464,496

III. Marginación y desarrollo social

En Isla Mujeres, Quintana Roo, la marginación y el desarrollo social son temas importantes que afectan a la comunidad. Según el Informe Anual sobre la Situación de

2025 Año de la Mujer Indígena

Pobreza y Rezago Social 2022, el municipio presenta desafíos significativos en términos de pobreza y rezago social. Estos desafíos incluyen la necesidad de mejorar la infraestructura, el acceso a servicios básicos como educación y salud, y la creación de oportunidades económicas para la población.

En Isla Mujeres, Quintana Roo, la calidad de los servicios básicos y la calidad de vida han mejorado significativamente en los últimos años. Se han llevado a cabo varios proyectos para transformar la infraestructura y los servicios básicos en la Zona Continental. Estos proyectos incluyen la pavimentación de calles, la construcción de banquetas accesibles, la instalación de luminarias de tecnología LED y la mejora del sistema de drenaje para prevenir inundaciones. Estas mejoras han tenido un impacto positivo en la calidad de vida de los residentes, proporcionando un entorno más seguro y digno.

Además, el grado de marginación en Isla Mujeres es muy bajo, lo que refleja los esfuerzos exitosos para mejorar las condiciones de vida y reducir las disparidades sociales. Sin embargo, es importante mencionar que algunas zonas rurales aún pueden enfrentar desafíos en cuanto al acceso a servicios básicos como agua potable y electricidad. Estos desafíos deben ser abordados para garantizar una calidad de vida equitativa en toda la isla.

El desarrollo social en Isla Mujeres, Quintana Roo, ha avanzado notablemente en los últimos años. La comunidad ha visto mejoras significativas en áreas clave como la educación, la salud y la seguridad pública. Los proyectos de infraestructura y servicios básicos han contribuido a un entorno más seguro y digno para los residentes. Además, el bajo grado de marginación refleja los esfuerzos exitosos para reducir las disparidades sociales y mejorar la calidad de vida en la isla.

Viviendas: Según el Censo de Población y Vivienda 2020, Isla Mujeres tiene una población de 22,686 habitantes. Sin embargo, existen viviendas Sin acceso a drenaje: Aproximadamente 570 viviendas., Sin electricidad: Aproximadamente 362 viviendas, Sin acceso al agua: Aproximadamente 1,260 viviendas

Población en Pobreza: Alrededor de 26,993 personas en Isla Mujeres se encuentran en situación de pobreza, alrededor de 24,553 adultos (42.3% de la población adulta) viven en pobreza moderada, aproximadamente 1,440 personas viven en condiciones de pobreza extrema.

Consulta Pública

Rezago Social: El grado de rezago social en Isla Mujeres es clasificado como bajo. Esto indica que la comunidad tiene una mejor situación en comparación con otras regiones1. Sin embargo, aún existen desafíos en áreas como el acceso a la educación, la salud y la seguridad social.

IV. Servicios de Salud

El nivel del servicio de salud en Isla Mujeres ha mejorado en los últimos años, con la implementación de varios programas y centros de salud para atender a la población. Aquí tienes un listado de algunas de las principales dependencias de salud en Isla Mujeres:

- Hospital Integral de Isla Mujeres: Ubicado en Av. Guerrero No.5, col. Centro. C.P. 774002. Teléfono: (998) 87 701 17.
- Consultorio Médico Isleño: Ubicado en SM5, M212, Lote 8. Teléfono: (998) 402 68743.
- Clinica del ISSSTE de Isla Mujeres: Ubicada en Domicilio Conocido S/N. Teléfono: (998) 877 07234.
- IMSS Clínica No. 4 Isla Mujeres: Ubicada en Carlos Lazo 44, Col. Isla. Teléfono: (998) 877 00915.
- Centro de Salud Urbano No. 1: Ubicado en Carretera a Rancho Viejo KM 6.5. Zona urbana de ejido Isla Mujeres6.

V. Características económicas

Actividades Económicas: La principal actividad económica en Isla Mujeres es el sector de hoteles y restaurantes, que genera alrededor de MXN $135 millones en ingresos anuales estimados y emplea unas 460 personas. En total, se estima que en la colonia laboran 2,000 personas, elevando el total de residentes y trabajadores a 3,000, La mayoría de los establecimientos comerciales se dedican a la actividad de hoteles y restaurantes, generando una planilla de empleados cercana a 455.5 personas

VI. Seguridad

En Isla Mujeres, Quintana Roo, la calidad de los servicios básicos y la calidad de vida han mejorado significativamente en los últimos años. Se han llevado a cabo varios proyectos para transformar la infraestructura y los servicios básicos en la Zona Continental. Estos proyectos incluyen la pavimentación de calles, la construcción de banquetas accesibles, la instalación de luminarias de tecnología LED y la mejora del sistema de drenaje para prevenir inundaciones. Estas mejoras han tenido un impacto positivo en la calidad de vida de los residentes, proporcionando un entorno más seguro y digno.

Consulta Pública

Además, el grado de marginación en Isla Mujeres es muy bajo, lo que refleja los esfuerzos exitosos para mejorar las condiciones de vida y reducir las disparidades sociales. Sin embargo, es importante mencionar que algunas zonas rurales aún pueden enfrentar desafíos en cuanto al acceso a servicios básicos como agua potable y electricidad. Estos desafíos deben ser abordados para garantizar una calidad de vida equitativa en toda la isla.

En cuanto a la población en pobreza, aproximadamente 1,440 habitantes se encuentran en situación de pobreza extrema, mientras que 24,553 personas presentan pobreza moderada. En total, alrededor de 26,993 personas en Isla Mujeres se encuentran en situación de pobreza.

El grado de rezago social en Isla Mujeres es clasificado como bajo, lo que indica que la comunidad tiene una mejor situación en comparación con otras regiones. A pesar de esto, es fundamental seguir trabajando en mejorar el acceso a la educación, la salud y la seguridad social para reducir aún más las disparidades.

En términos de viviendas, aproximadamente 1,260 viviendas no tienen acceso al agua, 570 no tienen drenaje y 362 no tienen electricidad. Estas cifras destacan la necesidad de seguir invirtiendo en infraestructura para garantizar que todos los residentes tengan acceso a servicios básicos. El nivel del servicio de salud en Isla Mujeres ha mejorado en los últimos años, con la implementación de varios programas y centros de salud para atender a la población. Algunas de las principales dependencias de salud en Isla Mujeres incluyen el Hospital Integral de Isla Mujeres, el Consultorio Médico Isleño, la Clínica del ISSSTE de Isla Mujeres, la IMSS Clínica No. 4 Isla Mujeres y el Centro de Salud Urbano No. 1. Estas dependencias brindan una variedad de servicios médicos, desde atención primaria hasta servicios especializados, para asegurar que la población tenga acceso a una atención de salud de calidad.

En cuanto a la seguridad, la percepción de inseguridad en Isla Mujeres se ha mantenido relativamente alta. En diciembre de 2024, el 61.7% de la población de 18 años y más consideró que es inseguro vivir en su ciudad. Existen diferencias significativas en la percepción de inseguridad entre hombres y mujeres, siendo el 67.8% de las mujeres y el 54.4% de los hombres quienes consideran que vivir en su ciudad es inseguro. La encuesta también identificó que el 68.9% de la población se siente insegura en los cajeros automáticos localizados en la vía pública y el 63.0% en el transporte público.

Consulta Pública

VII. Resumen

- Isla Mujeres, con una población de 22,686 habitantes según el Censo General de Población y Vivienda 2020, presenta una distribución de género equilibrada, con un 49.1% de hombres y un 50.9% de mujeres. La edad mediana de la población es de 29 años, lo que indica una población relativamente joven. La pirámide poblacional muestra una mayor concentración de personas en los grupos de edad de 20 a 39 años, lo que sugiere una población en edad productiva.
- La tasa de crecimiento poblacional ha sido significativa en los últimos años, con un incremento notable en comparación con el censo anterior. Este crecimiento puede atribuirse a factores como el desarrollo económico, la infraestructura turística y la migración interna.
- En Isla Mujeres, Quintana Roo, el turismo es una fuente principal de ingresos, impulsando el desarrollo de hoteles, restaurantes y servicios relacionados.
- En cuanto a la seguridad, Isla Mujeres ha implementado diversas medidas para mejorar la seguridad ciudadana y la calidad de vida de sus habitantes. La percepción de inseguridad, sin embargo, sigue siendo una preocupación, con el 61.7% de la población considerando que es inseguro vivir en su ciudad.

IV.3.1.4 Paisaje

La calidad inherente de un paisaje se refiere al nivel de conservación o excelencia que exhibe un paisaje específico, basado en la estructura de sus diversas unidades. Esta valoración se lleva a cabo para identificar los cambios en la conservación del paisaje, considerando las alteraciones que ocurren en el territorio debido a actividades humanas o la construcción de obras (Estévez, V. et al., 2012; Alberruche-del Campo, et al. 2015).

La presencia de cuerpos y corrientes de agua en la zona aumenta sustancialmente la calidad de un paisaje debido a su impacto positivo en la vegetación, la fauna y las actividades económicas. A pesar de que la mayoría de estos cuerpos y corrientes de agua son de origen antrópico, son fundamentales para sostener la diversidad faunística dentro de las áreas cercanas a ellos.

Para realizar la Evaluación de la Calidad del Paisaje, es importante considerar la Estructura del Paisaje, misma que permite determinar la disposición y organización de los elementos naturales y antropogénicos que conforman un paisaje., además, de la consideración de las acciones humanas, como la urbanización, agricultura y desarrollo industrial, que pueden afectar tanto positiva como negativamente la calidad del paisaje y la

Consulta Pública

inserción de Obras, como la construcción de infraestructuras, tales como carreteras, edificios y parques, y su impacto en la estructura y conservación del paisaje.

La evaluación de la calidad del paisaje es fundamental para la gestión ambiental y la planificación territorial. Permite identificar áreas que requieren conservación o restauración y tomar decisiones informadas sobre el desarrollo sostenible.

a) Metodología

Para calcular la calidad visual intrínseca de un paisaje, se emplearon los valores de peso o ponderación sugeridos por Alberruche-del Campo et al. (2015) para cada factor de la unidad de paisaje. Estos factores incluyen elementos como la vegetación, la topografía, la presencia de cuerpos de agua y estructuras antrópicas, entre otros. La ponderación de estos factores permite evaluar de manera integral la contribución de cada uno a la calidad visual del paisaje.

$$Cv = 0.2Cvir + 0.5Cviv + 0.2Cvia + 0.1Cviea$$

Donde,

Cv = Calidad visual del paisaje

Cvir = calidad intrínseca de relieve

Cviv = calidad visual intrínseca de vegetación

Cvia = calidad visual intrínseca de agua

Cviea = calidad visual intrínseca de elementos artificiales

*El valor de los coeficientes varía de acuerdo con el criterio del evaluador, según las características del medio en que se desarrollará el estudio.

La evaluación integral de la calidad visual del paisaje considera la suma de todos los factores ponderados, lo que permite obtener un valor global que refleja el estado de conservación y excelencia del paisaje. Esta metodología proporciona una herramienta útil para la planificación y gestión del territorio, ayudando a identificar áreas que requieren conservación o restauración y a tomar decisiones informadas sobre el desarrollo sostenible.

b) Análisis del Paisaje en el Sistema Ambiental

Para evaluar la calidad del relieve, se asignan valores de ponderación a cada uno de los factores mencionados. Estos valores reflejan la importancia relativa de cada factor en la calidad visual y funcional del paisaje. La ponderación se es de 0 a 1, donde 1 indica la mayor contribución a la calidad y 0 la menor.

Consulta Pública

Tabla IV.73: Calidad Intrínseca del relieve.

CALIDAD INTRÍNSECA DEL RELIEVE	VALORES
Elevación	0.2
Pendiente	0.2
Formas del Terreno	0.3
Textura del Terreno	0.15
Accesibilidad	0.2
Total	**1.05 de 5**

El índice de la calidad visual intrínseca de vegetación (Cviv) fue realizado con valores que fueron tomados y adaptados para los tipos de vegetación de las unidades de paisaje.

Tabla IV.74: Análisis de la Calidad visual intrínseca de vegetación.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VALORES
Pastizal cultivado	0.2
Agricultura de riego semipermanente	0.2
Agricultura de temporal anual	0.2
Manglar	1
Selva baja espinosa subperennifolia	0.2
Selva mediana subcaducifolia	0.3
Selva mediana subperennifolia	1
Tular	0.5
Vegetación de petén	0.8
Vegetación secundaria arbórea de manglar	0.5
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.4
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	0.4
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.3
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.8
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	0.4
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	0.5

Consulta Pública

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VALORES
Desprovisto de vegetación	0.2
Asentamientos humanos	0.2
Cuerpo de agua	1
Total	**9.6 de 20**

El componente agua se valoró considerando la presencia de diferentes tipos de cuerpos y corrientes de agua en la zona del Sistema Ambiental (SA). Este análisis incluyó cuerpos de agua como lagos, lagunas y estanques, así como corrientes perennes (que fluyen todo el año) e intermitentes (que fluyen solo en ciertas temporadas). Además, se tomaron en cuenta manantiales y ojos de agua, que son fuentes naturales de agua emergente.

La presencia de estas formaciones de agua es crucial para la calidad del paisaje, ya que contribuyen significativamente a la biodiversidad, el microclima y las actividades económicas locales. Por esta razón, cuando se identificaron formaciones de agua dentro de las unidades de paisaje, se les asignó un valor alto de 1 en la evaluación de calidad visual. Esto refleja su importancia y su contribución positiva al paisaje. En contraste, en las áreas donde no se encontraron formaciones de agua, el valor asignado fue significativamente menor, reduciéndose a 0.1. Esta diferencia en la valoración subraya la influencia crítica que los cuerpos de agua tienen en la calidad visual y ecológica del paisaje.

Tabla IV.75: Presencia de Cuerpos de Agua en el Sistema Ambiental.

PRESENCIA DE CUERPOS Y/O CORRIENTES DE AGUA	VALOR
Sin presencia	0.1
Con presencia	1
Total:	**1.1 de 2**

Para evaluar el índice de elementos artificiales, se consideraron diversos componentes que influyen en la configuración del paisaje. Entre estos componentes se incluyen los núcleos de población (áreas urbanizadas y suburbanas), los pastizales destinados a la ganadería y las zonas con uso agrícola, donde la intervención humana ha alterado significativamente el paisaje natural.

Consulta Pública

Tabla IV.76: Valores de índices de calidad visual de la presencia de elementos artificiales.

PRESENCIA DE ELEMENTOS ARTIFICIALES	VALOR
Sin presencia	0.1
Uso Agropecuario	0.4
Con presencia	1
Total:	**1.5 de 3**

Finalmente, se aplicó la ecuación antes mencionada para obtener un valor global por cada unidad de paisaje, dando como resultado un ponderable de **0.44, con tendencia a subir de acuerdo a la valorización continua de los factores ambientales**. Los resultados obtenidos a partir de estos cálculos fueron posteriormente categorizados en cinco niveles de calidad visual: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy alta.

Tabla IV.77: Categorización de la Calidad Visual Intrínseca (Rango de Valor).

CATEGORIZACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL INTRÍNSECA (RANGO DE VALOR)	
Muy baja	<2
Baja	0.2 - 0.3
Media	0.4 – 0.6
Alta	0.6 – 0.8
Muy alta	0.8 - 1

c) Resultados

Se considera que la calidad paisajística se encuentra entre media y alta debido a la abundante presencia de vegetación forestal proveniente de la selva baja caducifolia en diversos estados sucesionales. Esta vegetación aporta una gran calidad visual y ecológica al sistema ambiental, creando un entorno rico en biodiversidad y atractivo estéticamente. Los diferentes estados sucesionales de la vegetación indican un proceso continuo de regeneración y adaptación, lo cual es clave para mantener la resiliencia y la salud del ecosistema.

d) Conclusiones

Con base en los análisis anteriores, se determinó que el Sistema Ambiental del Proyecto Libramiento Vial Cancún Sur, presenta un potencial estético medio-alto debido a la cobertura vegetal predominante dentro de este sistema, siendo la vegetación dominante, la Selva Mediana Subperennifolia, misma que contribuye significativamente a la belleza y

Consulta Pública

diversidad visual del paisaje, ofreciendo un entorno rico y atractivo tanto desde el punto de vista estético como ecológico.

El deterioro ambiental se calificó entre medio y bajo, considerando que, a pesar de la existencia de factores de deterioro como las actividades antrópicas y la presencia de infraestructuras, predominan las áreas virgenes y bien conservadas. Las actividades humanas, aunque presentes, no han alcanzado un nivel de impacto que comprometa severamente la integridad del paisaje, lo que permite mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación.

En cuanto a la visibilidad paisajística, y debido a la condición de llanuras dentro del SA hace que el Sistema Ambiental, presente una amplia homogeneidad en el relieve, lo que reduce los puntos de observación, por lo que para los fines de este estudio se considera la visibilidad como media. No obstante, la presencia de elementos naturales como cuerpos de agua y áreas forestales contribuye a mejorar la percepción visual del paisaje.

La calidad paisajística varía entre media y alta, principalmente debido a la presencia de la selva mediana subperennifolia en diferentes estados sucesionales. Estos estados sucesionales de la vegetación, aportan estructuras vegetales diversas, situación que enriquece el paisaje y aumenta su valor ecológico y estético.

IV.4 Diagnóstico ambiental

El uso de indicadores se ha convertido en una herramienta esencial para investigar tendencias y reducir los riesgos asociados con la implementación de medidas de control, prevención, mitigación y compensación. Estos indicadores permiten evaluar y medir de manera más efectiva el éxito o el fracaso de las acciones destinadas a la rehabilitación de un ecosistema. Para los responsables de la toma de decisiones, disponer de información oportuna, precisa y confiable sobre el desempeño y el progreso de las acciones es crucial para restablecer las condiciones ambientales.

Los indicadores ambientales juegan un papel fundamental en la gestión y conservación de los ecosistemas. Al proporcionar datos cuantificables y comparables, estos indicadores permiten evaluar el estado del ecosistema de manera regular y detectar cambios o tendencias a lo largo del tiempo, facilitar la planificación y la implementación de estrategias basadas en evidencia, medir los efectos de las actividades humanas y las intervenciones en el ecosistema, y ajustar las medidas según sea necesario.

Consulta Pública

Para establecer el nivel de afectación del Proyecto, los indicadores se dividieron en dos categorías principales: abióticos y bióticos. A continuación, se describe cada uno de estos componentes en el contexto del Sistema Ambiental (SA):

Tabla IV.78: Indicadores medibles y cuantificables en el sitio del Proyecto y en el SA.

FACTOR	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR
Abiótico	Aire	Calidad del Aire
		Nivel de ruido
	Suelo	Estabilización del suelo
		Contenido en la materia orgánica y presencia de microorganismos
		Calidad del suelo
		Estado del estrato herbáceo y arbustivo
	Geomorfología	Modificación del relieve
		Estabilización de taludes de corte
	Hidrología	Calidad del Agua,
		Interrupción del flujo, patrón de drenaje y agua subterránea.
Bióticos	Vegetación	Porcentaje de Cobertura Vegetal
		Diversidad y Abundancia de especies
		Sucesión y Estructura
		Conectividad de Corredores Biológicos
	Fauna	Composición de las comunidades faunísticas
		Estructura de las comunidades faunísticas
		Funcionalidad de corredores biológicos

a) Aire y ruido

En este contexto, para los factores citados los indicadores ambientales considerados son la Calidad del Aire y los Niveles de Ruido. En el Sistema Ambiental, estos indicadores presentan niveles que varían de bajos a moderados, siendo los niveles más altos registrados en la zona urbana (cerca del Aeropuerto Internacional de Cancún, situado en las proximidades del Proyecto). Además, en las áreas donde se llevan a cabo actividades agrícolas, la generación de polvo, emisiones y ruidos ocurre de manera intermitente y temporal.

Durante las etapas de preparación y ejecución del Proyecto, la calidad del aire dependerá principalmente del estado de los vehículos pesados y la maquinaria utilizada. Por

Consulta Pública

lo tanto, se deben cumplir las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017, que regulan las emisiones contaminantes.

En cuanto a la dispersión de partículas durante los movimientos de tierra, se deben tomar medidas preventivas para evitar que la dispersión sea tan alta que pueda perjudicar a la población y a otros componentes ambientales, como la flora y la fauna.

En relación con los niveles de ruido en el SA, estos presentan una tendencia similar a la calidad del aire, siendo generados principalmente por actividades humanas. En la zona del Proyecto, los niveles de ruido son actualmente muy bajos, predominando los sonidos naturales del viento y la fauna, los cuales no se consideran contaminantes. Al inicio del Proyecto, se espera un aumento temporal en los niveles de ruido debido al uso de maquinaria y equipos, así como a posibles deslizamientos y excavaciones. Para ello, se deben observar las NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994, que regulan los niveles de ruido permisibles. Durante la fase de operación del Proyecto, los niveles de ruido serán similares o inferiores a los de las zonas urbanas.

b) Suelo

En relación con este factor, es importante destacar que el Sistema Ambiental (SA) cuenta con varios tipos de suelo según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estos tipos de suelo incluyen: Leptosol (LP), Lluvisol (LV), Phaeozem (PH) y Solonchak (SC), cada uno con diferentes grupos calificadores que determinan sus propiedades. Estos suelos presentan distintos niveles de conservación dentro del SA. Los suelos más afectados se encuentran en áreas donde se desarrollan actividades humanas, como urbanización, agricultura y, en menor medida, ganadería. Estas zonas están expuestas principalmente a la erosión eólica. Por otro lado, los suelos predominantemente forestales están en buen estado de conservación, aunque su degradación puede ocurrir debido a la erosión hídrica y antrópica en menor medida, y mayormente por la erosión eólica.

La supervisión de la evolución de los suelos debe realizarse a través de características observables que reflejen la acción de los procesos formadores. Las características observables de un suelo incluyen su disposición en horizontes. Estos procesos pueden permitir interpretar o predecir el comportamiento de las plantas y la tendencia del suelo frente a cambios de uso. Una prospección edafológica adecuada debe considerar propiedades relacionadas con la formación del suelo y su tendencia en el uso del suelo.

Consulta Pública

Para asegurar la conservación de los suelos en el Sistema Ambiental, es esencial implementar medidas de prevención y conservación adecuadas. El monitoreo continuo de las características del suelo y la adopción de prácticas sostenibles serán clave para mantener la integridad de estos recursos a lo largo del tiempo. La combinación de esfuerzos de reforestación y técnicas de manejo del suelo garantizará un desarrollo sostenible y la protección de los suelos en las áreas afectadas por el proyecto.

c) Geomorfología.

Los indicadores relacionados con este componente ambiental hacen referencia a los cambios en el relieve original. En el área del Sistema Ambiental (SA), la modificación más significativa ha sido la nivelación del terreno para el desarrollo agrícola y la expansión urbana. Este proceso de nivelación implica la eliminación de irregularidades del terreno para crear superficies planas adecuadas para el cultivo y la construcción de infraestructuras urbanas. Aunque esta práctica facilita el uso del suelo para dichos fines, también tiene efectos adversos sobre la geomorfología del área.

En el SA, aproximadamente el 30% de la superficie ha sido nivelada para actividades agrícolas y urbanas. Los impactos producidos a la geomorfología por el Proyecto serán atenuados con medidas mecánicas de estabilización de taludes, además se realizarán acciones reforestación, lo que en un mediano plazo provocará que las superficies adyacentes a la obra se vayan recuperando y se vayan insertando en el paisaje natural, recuperando su calidad ambiental.

d) Hidrología

En cuanto a este factor ambiental, es importante señalar que los indicadores evaluados incluyen la calidad del agua y la interrupción de los patrones de drenaje e infiltración en el Sistema Ambiental (SA) de manera cualitativa.

Como es bien sabido, uno de los factores predominantes que contribuyen a la degradación de los componentes ambientales, particularmente aquellos relacionados con la hidrología, es la exposición a actividades y explotación humana. En el caso de la zona donde se ubicará el Proyecto, es crucial implementar acciones para prevenir, mitigar y compensar la posible afectación a los procesos naturales de infiltración que se llevaban a cabo antes de la ejecución del proyecto.

Las actividades de nivelación y construcción pueden alterar los patrones naturales de drenaje e infiltración, afectando el flujo y la recarga de acuíferos. Se realizarán estudios

Consulta Pública

hidrológicos para evaluar el impacto de las actividades del proyecto en los patrones de drenaje e infiltración.

f) Vegetación

La conversión de suelos forestales a usos humanos representa la mayor amenaza para la integridad y sostenibilidad de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad en el Sistema Ambiental. Este cambio de uso del suelo es impulsado principalmente por la expansión urbana, el aumento de la población y el desarrollo de infraestructuras. Estos factores, junto con el alto nivel de consumo, la demanda de servicios y la producción de desechos por parte de las poblaciones urbanas, ejercen una presión significativa sobre los ecosistemas. En la siguiente tabla se detallan los diferentes tipos de vegetación y los usos del suelo.

El cambio de uso de suelo forestal a otros usos humanos representa una amenaza significativa para la integridad de los ecosistemas y su biodiversidad en el SA. La implementación de medidas de planificación, restauración y gestión sostenible es esencial para mitigar estos impactos y asegurar la conservación a largo plazo de los recursos naturales.

Tabla IV.79: Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro de la SA.

TIPO DE INFORMACIÓN	USO Y TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (HA)	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (%)
Agrícola-Pecuaria-Forestal	Pastizal cultivado	PC	2,839.31	0.79%
	Agricultura de riego semipermanente	RS	160.23	0.04%
	Agricultura de temporal anual	TA	1,111.22	0.31%
Ecológica-Florística-Fisonómica	Manglar	VM	12,578.77	3.51%
	Selva baja espinosa subperennifolia	SBQ	1,880.24	0.52%

Consulta Pública

TIPO DE INFORMACIÓN	USO Y TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (HA)	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (%)
	Selva mediana subcaducifolia	SMS	17,185.09	4.79%
	Selva mediana subperennifolia	SMQ	104,971.44	29.27%
	Tular	VT	12,983.73	3.62%
	Vegetación de petén	PT	28.85	0.01%
	Vegetación secundaria arbórea de manglar	VSA/VM	781.9	0.22%
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	VSA/SBC	118.91	0.03%
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	VSA/SBQ	132.05	0.04%
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	VSA/SMS	649.26	0.18%

Consulta Pública

TIPO DE INFORMACIÓN	USO Y TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (HA)	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (%)
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	VSA/SMQ	95,313.76	26.57%
	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	VSa/VM	1,857.99	0.52%
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	VSa/SBQ	176.44	0.05%
	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	VSa/SMQ	73,238.62	20.42%
Complementaria	Desprovisto de vegetación	ADV	2,329.75	0.65%
	Asentamientos humanos	AH	25,389.72	7.08%
	Cuerpo de agua	H2O	4,875.65	1.36%
	SD	SD	2,519.76	1.36%
		TOTAL:	**361,117.99**	**100%**

El Proyecto afectará en mayor medida la vegetación de selva mediana subperennifolia (SMQ). No obstante, es fundamental implementar medidas compensatorias

Consulta Pública

para restaurar las superficies ocupadas temporalmente. Estas medidas incluyen la revegetación y la reforestación, además del rescate previo de flora antes del inicio del proyecto. La importancia de los impactos sobre la flora radica en su efecto acumulativo, ya que contribuyen a la pérdida de cubierta vegetal y el cambio de uso de suelo.

Medidas compensatorias y de mitigación: Plantación de especies nativas en las áreas impactadas, Levantamiento de un inventario detallado de la flora antes de iniciar el proyecto, establecer una base de datos previa al inicio del Proyecto es esencial para evaluar el impacto a visualizar sobre el área del proyecto.

g) Fauna

Se ha determinado que los cambios o modificaciones en los componentes ambientales no se extenderán más allá de un kilómetro, siendo estos imperceptibles para la superficie del Sistema Ambiental (SA), con la excepción de la fauna. Para cada indicador evaluado, se ha establecido un proceso de cambio que podría estar alterando las condiciones ambientales en el sitio del proyecto y las áreas adyacentes. En consecuencia, se ha definido el Área de Influencia Directa del Proyecto, lo cual permite, según características físicas y biológicas similares, evaluar con mayor precisión la calidad ambiental de manera integral en el sitio de emplazamiento del Proyecto.

La definición y delimitación del Área de Influencia Directa del Proyecto y la evaluación detallada de los indicadores ambientales permiten una gestión integral y precisa de la calidad ambiental en el sitio de emplazamiento. La implementación de medidas de mitigación y compensación, junto con políticas ambientales adecuadas, asegurará que los impactos ambientales se gestionen de manera efectiva, promoviendo un desarrollo sostenible y la conservación de los recursos naturales.

En la siguiente tabla, se pueden apreciar los procesos que en algún momento y por la intervención directa o indirecta de alguna actividad y/u obra del proyecto pueden variar a como actualmente se encuentran, cabe señalar que la zona cuenta ya con sus impactos como la pérdida de cubierta vegetal y con ello del hábitat de la fauna, la degradación del suelo por efectos erosivos (eólica e hídrica), deforestación, además de caza y tráfico de especies con importancia ecológica o con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Consulta Pública

Tabla IV.80: Indicadores que fueron tomados como relevantes a lo largo del estudio para la evaluación de los impactos ambientales y para determinar la calidad ambiental.

<table>
<tr><th>INDICADOR</th><th>PROCESO DE CAMBIO</th></tr>
<tr><td>Suelo</td><td>Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión, el proyecto se trata de la construcción de una vialidad que prolongará la Avenida Huayacán y conectará de manera eficiente las carreteras federales 180 y 307, mejorando de esta manera la conectividad regional. Las acciones de afectación al suelo van relacionadas principalmente a la etapa de Preparación del Sitio debido a la necesidad de realizar las actividades de desmonte y deslpalme.
<table>
<tr><th>Uso de Suelo y Vegetación</th><th>Superficie Total en ha de desmonte y despalme.</th></tr>
<tr><td>SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (SMQ)</td><td>27.914</td></tr>
<tr><td>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (VSA/SMQ)</td><td>33.253</td></tr>
<tr><td>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (VSa/SMQ)</td><td>7.339</td></tr>
<tr><td>ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH)</td><td>0.006</td></tr>
<tr><td>TOTAL:</td><td>68.512</td></tr>
</table>
La erosión del suelo puede acelerarse debido a la eliminación de la cobertura vegetal, lo que expone el suelo a la acción del viento y el agua. Además, la compactación del suelo durante las actividades de despalme puede reducir su porosidad y capacidad de infiltración, afectando la calidad del suelo y aumentando la escorrentía superficial. Es fundamental implementar medidas de mitigación, compensación y remediación, mismas que serán desglosadas en el Capítulo VI y VII, de esta manifestación de Impacto Ambiental.</td></tr>
<tr><td>Hidrología</td><td>No existen ríos permanentes que pudieran ser afectados durante las actividades constructivas del proyecto, sin embargo, si existe cuerpo kárstico y presencia de personal de obra, principalmente podría generarse</td></tr>
</table>

Consulta Pública

INDICADOR	PROCESO DE CAMBIO
	la contaminación de los cauces de agua. La construcción del proyecto puede provocar la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos debido a la escorrentía de sedimentos, residuos de construcción y productos químicos. La alteración del drenaje natural del terreno puede causar inundaciones locales y cambios en la dinámica hidrológica. Es fundamental implementar medidas de mitigación, compensación y remediación, mismas que serán desglosadas en el Capítulo VI y VII, de esta manifestación de Impacto Ambiental.
Geomorfología	Relieve original existente, se puede ver modificado por las excavaciones y nivelación del proyecto. Las actividades de excavación y nivelación pueden alterar significativamente la geomorfología del área, afectando la estabilidad del terreno y modificando la topografía natural. Estos cambios pueden tener consecuencias en la hidrología y en la estabilidad de los ecosistemas locales. Es fundamental implementar medidas de mitigación, compensación y remediación, mismas que serán desglosadas en el Capítulo VI y VII, de esta manifestación de Impacto Ambiental.
Vegetación y uso del suelo	Cambios en la estructura y composición florística provocando un efecto de claro por fragmentación de continuidad en el dosel forestal, así como la pérdida de germoplasma y suelo orgánico por acción del despalme la extracción del material pétreo, lo que podría provocar la disminución y/o pérdida de hábitat para la fauna, y la afectación de cubierta vegetal adyacente al proyecto por caídos de obra. La eliminación de la vegetación puede causar la fragmentación del hábitat, afectando la biodiversidad y la integridad ecológica del área. La pérdida de suelo orgánico y germoplasma puede reducir la fertilidad del suelo y afectar la capacidad de regeneración de la vegetación. Además, la introducción de especies invasoras puede alterar la composición florística y los patrones de sucesión ecológica. Implementar planes de reforestación y restauración ecológica puede ayudar a mitigar estos impactos.
Fauna	Se podría ocasionar una afectación de especies vegetales incluidas en la NOM- 059-SEMARNAT-2010 y las prioritarias para su conservación, así mismo con la construcción del proyecto puede existir la muerte de fauna por caza y tráfico ilegal por parte de trabajadores de obra o población en general y muerte de fauna por Atropello debido a un mejor acceso al área del proyecto. Se puede incrementar la invasión de especies oportunistas por apertura de áreas con cobertura vegetal de especies nativas, lo que generará una modificación a los patrones conductuales de los organismos. La construcción del proyecto puede afectar directamente a la fauna local a

Consulta Pública

2025 AÑO DE LA Mujer Indígena

INDICADOR	PROCESO DE CAMBIO
	través de la destrucción del hábitat, la fragmentación del territorio y el aumento de la mortalidad por atropellos y caza ilegal. La invasión de especies oportunistas puede alterar las dinámicas ecológicas y competir con las especies nativas por recursos limitados. Es esencial implementar medidas de mitigación, como la creación de corredores biológicos y la implementación de programas de monitoreo y protección de la fauna, para minimizar estos impactos.

De acuerdo con lo anterior y todo lo desarrollado en el presente capítulo, se puede pronosticar la calidad ambiental en el área del proyecto en el escenario actual y a corto, mediano y largo plazo, sin el emplazamiento del Proyecto. En el escenario actual, los ecosistemas ya han sido impactados por actividades humanas como la agricultura y el crecimiento urbano. A corto plazo (5-6 años), es probable que la calidad ambiental se mantenga en niveles similares a los actuales, dado que no se anticipan cambios significativos en las actividades existentes. A mediano plazo (10 años), la presión antrópica podría incrementarse debido al crecimiento poblacional y la expansión agrícola, manteniendo la calidad ambiental en un nivel medio. A largo plazo (20 años), sin el Proyecto, la calidad ambiental podría seguir siendo media, con posibles deterioros locales por la continuidad de las actividades antropogénicas y la falta de intervenciones para la conservación y protección de los ecosistemas.

Con los procesos de cambio en el sitio del Proyecto, la calidad ambiental actualmente se considera que podría tener influencia directa. En general, se estima que la calidad ambiental es de media a alta, lo cual se puede atribuir a la fragmentación de los ecosistemas naturales provocada por el desarrollo de actividades humanas como la agricultura intensiva y la expansión de la mancha urbana. En el Sistema Ambiental (SA), las zonas bajas en las llanuras aluviales tienen una calidad ambiental particularmente afectada debido a las intervenciones constantes para el desarrollo de actividades agrícolas, lo que ha resultado en la degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y alteración de los ciclos hidrológicos.

Para analizar el estado de conservación y deterioro del Sistema Ambiental (SA) y su capacidad de respuesta ante perturbaciones, se llevó a cabo la siguiente metodología: Metodología para la medición de áreas sensibles, 2012. Esta metodología evalúa el nivel de degradación y tolerancia de los ecosistemas, considerando las características ambientales del área de estudio. Se analizaron diversos indicadores como la fragmentación del hábitat, la calidad del suelo, la disponibilidad de recursos hídricos, y la diversidad biológica, entre

Consulta Pública

otros. Los resultados permitieron identificar áreas críticas que requieren medidas de conservación urgentes y estrategias para mejorar la resiliencia del SA ante futuras perturbaciones.

Tabla IV.81: Nivel de degradación del SA (Escala de degradación).

ESCALA DE DEGRADACIÓN	VALOR	NIVEL DE DEGRADACIÓN
Nulo	(1)	Corresponde a un área no alterada. Elevada calidad ambiental y de paisaje. Se mantienen los ecosistemas naturales originales.
Bajo	(2)	Las alteraciones al ecosistema son bajas, las modificaciones a los recursos naturales y al paisaje son bajas. La calidad ambiental de los recursos puede restablecerse fácilmente.
Moderado	**(3)**	**Las alteraciones al ecosistema, el paisaje, y los recursos naturales tienen una magnitud media. Las condiciones de equilibrio del ecosistema se mantienen aun cuando tienden a alejarse del punto de equilibrio.**
Alto	(4)	Las alteraciones antrópicas al ecosistema, paisaje y los recursos naturales son altas. La calidad ambiental del ecosistema es baja; se encuentra cerca del umbral hacia un nuevo punto de equilibrio. Las condiciones originales se pueden restablecer con grandes esfuerzos en tiempos prolongados.
Crítico	(5)	La zona se encuentra profundamente alterada, la calidad ambiental del paisaje es mínima. La contaminación, alteración y pérdida de los recursos naturales es muy alta. El ecosistema ha perdido su punto de equilibrio natural y es prácticamente irreversible.

Tabla IV.82: Nivel de degradación del SA (Escala de tolerancia).

ESCALA DE TOLERANCIA	VALOR	NIVEL DE DEGRADACIÓN
Nula	(1)	La capacidad asimilativa es muy baja o la intensidad de los efectos es muy alta.
Baja	(2)	Tiene una baja capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es alta.
Moderada	**(3)**	**Tiene una moderada capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es media.**
Alta	(4)	Tiene una alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es baja.
Muy alta	(5)	Tiene una muy alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es muy baja.

Consulta Pública

Tabla IV.83: Estado de conservación y deterioro del SA.

ESCALA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	VALOR
No sensibilidad	21 a 25
Sensibilidad baja	16 a 20
Sensibilidad media	**11 a 15**
Sensibilidad alta	6 a 10
Sensibilidad muy alta	0 a 5

Los datos determinados y la ponderación, son resultado del análisis ambiental, la caracterización vegetal y la consideración del Técnico a cargo de este estudio, perspectiva que deberá ser considerada al Evaluar la Presente.

Resultados

El sistema ambiental en cuestión ha experimentado diversas alteraciones en las condiciones naturales del ecosistema debido a actividades antropogénicas. Entre estas actividades, destacan la construcción de edificaciones para la urbanización, así como las actividades agrícolas que propician el cambio de uso del suelo. Estas actividades han modificado significativamente el paisaje y han tenido un impacto en la integridad ecológica de la región.

A pesar de estas intervenciones humanas, y a razón de que el mayor porcentaje de la superficie del Sistema Ambiental (SA) corresponde a selva mediana subperennifolia, se considera que el nivel de degradación del ecosistema es moderado. Esto se debe a que las condiciones de equilibrio del ecosistema, aunque afectadas por las actividades humanas, se mantienen relativamente estables y todavía no han alcanzado un punto crítico de deterioro.

En términos de tolerancia, se observa que el sistema cuenta con vegetación de regeneración, lo que indica una capacidad moderada para recuperarse de las perturbaciones. La presencia de vegetación de regeneración sugiere que el ecosistema tiene la habilidad de regenerarse y recuperar su estructura y función con el tiempo, siempre y cuando se implementen medidas de manejo adecuadas. Evaluando el sistema en su conjunto, se considera que presenta una sensibilidad ambiental media, con una tendencia a la recuperación.

Para abordar los impactos generados por la naturaleza del proyecto, se implementarán diversos Programas ambientales. Estos programas están diseñados para

Consulta Pública

prevenir y mitigar los efectos negativos de las actividades humanas en el sistema ambiental. Entre las medidas adoptadas, se incluyen la reforestación de áreas impactadas.

A continuación, se enlistan los Programas ambientales a considerarse.

- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de Vigilancia Ambiental
- Programa de Reforestación

Consulta Pública

IV.5 Conclusiones

En el corto plazo, la calidad ambiental en la zona de influencia directa sin la construcción del Proyecto básicamente mantiene los mismos parámetros que los del escenario actual (es decir, a solo 5 o 6 años). Esto implica que, sin la intervención del Proyecto, los factores abióticos y bióticos que afectan la calidad ambiental seguirán siendo los mismos y no habrá cambios significativos en este periodo.

A mediano plazo (10 años), se considera que la calidad ambiental del Sistema Ambiental (SA) continuará manteniéndose en un nivel medio. Esto se debe a la presión antrópica constante ejercida por las actividades agropecuarias y la deforestación de las selvas tropicales, así como el crecimiento demográfico. Estas actividades antropogénicas seguirán teniendo un impacto considerable en los componentes biofísicos del entorno, impidiendo una mejora significativa en la calidad del ambiente.

En el largo plazo (20 años), no se anticipa una diferencia notable en comparación con los demás escenarios. Es decir, la calidad ambiental del SA, incluso sin el Proyecto, se mantendrá en un nivel medio. Esto se debe a la continua fragmentación del paisaje y la expansión de terrenos para el desarrollo económico. Es fundamental que se implementen políticas de gestión ambiental y conservación en la zona por parte de las autoridades gubernamentales. Estas políticas ayudarían a mitigar los efectos negativos del desarrollo de actividades agrícolas y proporcionarían un respiro a los ecosistemas locales.

En general, se puede establecer que el principal proceso de cambio identificado en la superficie de influencia directa del Proyecto es la intervención antropogénica. Las superficies donde se emplazará el banco de material permitieron analizar las tendencias de cambio a lo largo de los años en un mismo escenario, es decir, sin el Proyecto. Esto se puede hacer comparando las características de los indicadores de cambio como la geomorfología y la vegetación. La intervención humana es generalmente pionera en las superficies más accesibles. Las principales actividades de desarrollo se realizan en áreas que permiten un acceso libre, lo que inicia la pérdida de vegetación natural o su modificación a vegetación introducida, cambiando así el uso del suelo. Con el paso del tiempo y dependiendo del desarrollo económico de la zona, las poblaciones pueden crecer o, en algunos casos, estancarse.

Desde una perspectiva técnica, es vital considerar la resiliencia de los ecosistemas y la capacidad de carga del ambiente para soportar las presiones antrópicas sin sufrir

Consulta Pública

degradación irreversible. En la bibliografía ambiental se destaca la importancia de los corredores biológicos y la restauración ecológica como medidas para conservar la biodiversidad y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

IV.6 Bibliografía

- Aguirre-León, G. (2011). *Herpetofauna del sureste de México: diversidad y conservación*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(2), 373-389.Ga
- Alanis Rodríguez, E., Valdecantos Dema, A., Canizales Velázquez, P. A., Collantes Chávez-Costa, A., Rubio Camacho, E., & Mora Olivo, A. (2018). Análisis estructural de un área agroforestal en una porción del matorral xerófilo del noreste de México. *Acta Botánica Mexicana*, (125), 133–156.
- Alberruche-del Campo, E., & colaboradores. (2015). *Modelo de evaluación de la calidad visual del paisaje: ponderación de vegetación, topografía, cuerpos de agua y estructuras antrópicas*. En A. Vallina Rodríguez (Ed.), **Análisis de la calidad visual del paisaje del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama mediante procedimientos indirectos: EMC y SIG** (*Cuadernos de Geografía*, 40(1), 183–215). Universidad Complutense, Madrid
- Amador, L. (2010). Métodos para el estudio de la fauna silvestre: transectos y trampas. *Revista de Ecología y Conservación*, 12(1), 45-53.
- Bauer-Gottwein, P., Gondwe, B.R.N., Charvet, G., Marín, L.E., Rebolledo-Vieyra, M., & Merediz-Alonso, G. (2011). The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico. Hydrogeology Journal, 19, 507–524.
- Bautista, F. & Palacio, G. (2021). *Los territorios kársticos de la península de Yucatán: caracterización, manejo y riesgos*, Cap. 1. Acts with Science.
- Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Ortiz-Pérez, M., Batllori-Sampedro, E., & Castillo-González, M. (2005). El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán. En *Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales* (pp. 21–32). Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología
- Bennett, V. J. (2017). *Effects of road density and pattern on the conservation of species and biodiversity*. Current Landscape Ecology Reports, 2(1), 1–11.
- Bonilla, F., Monrós, J. S., & Sasa, M. (2022). Bases conceptuales para la compensación ambiental bajo el enfoque ecológico. Revista de Biología Tropical, 70(S1). Disponible en SciELO.
- Bravo-Bolaños, O., Sánchez-González, A., De Nova Vázquez, J. A., & Pavón Hernández, N. P. (2016). Composición y estructura de la comunidad vegetal en la costa de México. *Acta Botánica Mexicana*, (100), 149–193.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (1993). *Distance sampling: Estimating abundance of biological populations.* London: Chapman & Hall.

Consulta Pública

Método estándar para estimar densidad de población mediante transectos lineales; ampliamente citado y un pilar en técnicas de muestreo de fauna

- Carballo-Parra, R. (2016). Geología de Cancún, México: geomorfología, hidrogeología, geología tectónica y riesgos geológicos.
- Casas, A. (1991). *Métodos de muestreo para herpetofauna en ambientes naturales*. Revista de Ecología y Conservación, 12(3), 145–160.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020). *Atlas Nacional de Riesgos 2020: Grado de Peligro por Sequía*.
- Clevenger, A.P., y Kociolek, A.V. (2006). "Highways, Habitat Fragmentation, and Wildlife". In: The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Red Nacional de Estaciones Climatológicas. Recuperado de CONAGUA.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). "Gestión Integral de Cuencas Hidrológicas".
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). Biodiversidad en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2017). Estrategias para la Conservación de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). "Tipos de Vegetación en México".
- Conesa, V. (2003). "Relación causa/efecto en impactos ambientales".
- Cubas, A., Carrillo, L., & Pérez, J. (2017). *Agua subterránea en México: Retos y pendientes para la transformación de su gestión*. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). *An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin*. Ecology, 32(3), 476–496.
- D'Amico, M., Ascensão, F., Fabrizio, M., Barrientos, R., y Gortázar, C. (Eds.). (2023). "Road Ecology". European Journal of Wildlife Research.
- Díaz Reyes, C. E. (2014). Enfoques teóricos y metodológicos de las compensaciones ambientales en el contexto de la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz, J. E., Vargas Ríos, O., & Rodríguez, N. (2023). La nucleación: una alternativa para la restauración ecológica de bosques neotropicales. *Ecological Restoration: Biodiversity and Conservation*.
- Espinasa Pereña, R., Espinasa-Diamant, S., Diamant, R., McDonald, G. H., Soriano, J. A., & Espinasa, L. (2024). Descubrimiento de un conjunto de megafauna del Pleistoceno en una cueva de la Sierra de El Abra, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 41*(3), 206–220.
- Ford, D. C., & Williams, P. W. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology* (2.ª ed.). John Wiley & Sons.
- Forman, R.T.T. (1995). "Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions". Cambridge University Press.cen

Consulta Pública

- Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., ... & Winter, T.C. (2003). "Road Ecology: Science and Solutions". Island Press.
- Forman, R.T.T., y Alexander, L.E. (1998). "Roads and Their Major Ecological Effects". Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 29:207-231.
- Freese, F. (1969). *Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales*. Centro Regional de Ayuda Técnica / AID México-Buenos Aires. 102 p.
- Frías-Castro, C., López-Hernández, J., & Martínez-Meyer, E. (2017). Diversidad de ecosistemas en México. En Diversidad Biológica (pp. 45-67). Editorial.
- Gallina, S., & López-González, C. (2011). Métodos para el monitoreo de mamíferos en selvas tropicales. Biodiversidad Neotropical, 8(2), 123-135.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen* (5ª ed.). Instituto de Geografía, UNAM.
- González Hita, A. (2023). Impactos de la subsidencia y colapsos kársticos en infraestructuras urbanas: un enfoque en riesgos y mitigación. *Revista Ingeniería Civil y Ambiental*, 15(2), 45–59.
- González-Medrano, F. (2003). La Vegetación de México. Ediciones Científicas Universitarias.
- Halffter, G. (2007). *Reservas archipiélago: un nuevo tipo de área protegida*. En G. Halffter, S. Guevara & A. Melic (Eds.), *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*, Vol. 6, pp. 281–286. Zaragoza: Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa
- Instituto de Geografía, UNAM. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Publicaciones IGG, UNAM.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). "Geomorfología y Edafología de México".
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México. Información del municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). "Ordenamiento Ecológico del Territorio en México".
- Jiménez, M. (2012). *Estudio de la herpetofauna en transectos lineales: metodología y resultados*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 83(2), 321–330.
- Jordan, S. J., & Benson, W. H. (2015). *Sustainable Watersheds: Integrating Ecosystem Services and Public Health*. *Environmental Health Insights*, 9(Suppl 2), 1–7.
- Juárez-Palacios, R., Chacón-Hernández, A., Pasquetti-Hernández, L., Alafita-Vazquez, O., & Rojas-Galaviz, J. (2006). "Delimitación del sistema ambiental".
- Karns, D. R. (1986). *Capture techniques and population sampling methods*. En D. R. Scott (Ed.), Amphibian Ecology and Conservation (pp. 22–35). New York: Springer.
- López-Hernández, J., Martínez-Meyer, E., & Villaseñor, J. L. (2017). Diversificación de grupos botánicos en México. En Flora y Fauna de México (pp. 120-135). Editorial.
- Luna B. Leopold. (1994). *A View of the River*. Harvard University Press.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Oficina Regional

Consulta Pública

UNESCO–Oficina Regional para América Latina y el Caribe y Sociedad Entomológica Aragonesa. 84 pp.

- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley & Sons.
- Pérez Maqueo, O. (2003). "Las manifestaciones de impacto ambiental: un análisis crítico". Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Perry, E., Paytan, A., Pedersen, B., & Dovland, H. (2002). Groundwater geochemistry of the Yucatán Peninsula, Mexico: Constraints on stratigraphy and hydrogeology. Journal of Hydrology, 260, 29-47.
- Pozo, E., Armijo, J., & Calmé, S. (2011). *Biodiversidad de Quintana Roo: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Rudran, R., Gallina, S., & López-González, C. (1996). Técnicas para el estudio de la fauna silvestre en América Latina. *Journal of Wildlife Management*, 60(4), 1152-1159.
- Ruiz Martínez, G., Silva Casarín, R., & Posada Vanegas, G. (2013). Comparación morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(3), 47–65.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., & de la Masa, J. (2009). *Capital natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Secretaría de Bienestar. (2025). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social de las entidades, municipios y demarcaciones territoriales: ejercicio fiscal 2025* [Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación]. Gobierno de México
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Conservación y Restauración de Ecosistemas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). "Política Ambiental y Ordenamiento Ecológico".
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Ordenamiento Ecológico del Territorio*. Gobierno de México.
- Servicio Geológico Mexicano (2018). *Hidrogeología en México: recursos, distribución y gestión del agua subterránea*. Secretaría de Economía.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). Datos Climatológicos Históricos. Recuperado de SMN.
- Smart, P.L., Whitaker, F.F., & Smith, C.L. (2006). Cave and Karst Systems of the Yucatán Peninsula. Geological Society of America Special Papers, 404, 105-128.
- Smith, A. B. (2018). *Manual de botánica sistemática*. Editorial Universidad Autónoma Chapingo.
- Soto García, E. (2024). *Entendiendo el acuífero de la Península de Yucatán a través del diagnóstico, monitoreo y modelación*. Instituto de Ingeniería, UNAM. Recuperado de la Gaceta del Instituto de Ingeniería, UNAM

Consulta pública

- Villareal, H. M., Moreno, C., & Gómez-Lobo, A. C. (2004). Modelos no paramétricos para diversidad y estimación de riqueza de especies. En Métodos en ecología y biodiversidad (pp. 45–67). Editorial Académica.
- Villaseñor, J. L. (2016). Diversidad y distribución de la flora de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 671-694
- Wunderle, J. M., Jr. (1994). *Censusing landbirds on Caribbean islands*. The Condor, 96(4), 865–870.

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo V: Identificación, Caracterización y Evaluación de los Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental.

Del proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Con pretendida ubicación en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo.

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 4

V.1 Identificación de Impactos 4

V.1.1 Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales. 5

V.2 Caracterización de los Impactos. 9

V.2.1 Indicadores de Impacto. 15

V.3 Valoración de Impactos. 17

V.3.1 Resultados. 18

V.4 Conclusiones. 61

Consulta Pública

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1: Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales. 6
Tabla V.2: Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto. 7
Tabla V.3: Caracterización de Impacto Ambiental. 10
Tabla V.4: Valores de los símbolos para obtener la importancia del impacto. 13
Tabla V.5: Tabulador para determinar la importancia del impacto. 14
Tabla V.6: Indicadores de impacto. 15
Tabla V.7: Resumen de interacciones por atributos ambientales. 18
Tabla V.8: Matriz para la valoración cualitativa de los impactos ambientales. 20
Tabla V.9: Impactos ambientales negativos identificados. 29
Tabla V.10: Valoración de los impactos ambientales. 31
Tabla V.11: Clasificación de la valoración de Impactos Ambientales identificados. 33
Tabla V.12: Descripción de los impactos ambientales negativos identificados. 34
Tabla V.13: Descripción de los impactos residuales del proyecto. 57
Tabla V.14: Descripción de los impactos acumulativos del proyecto. 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1: Interacciones totales. 19

Consulta Pública

2025 Año de la Mujer Indígena

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El proyecto abarca la construcción de la **"Libramiento Vial Cancún Sur"**, desde la fase de preparación del terreno, la construcción y la operación en el municipio de Benito Juárez. Debido a esto, se generarán ciertos impactos negativos y/o positivos sobre los elementos bióticos y abióticos, por la remoción de la vegetación. Estos impactos serán analizados para determinar si fueron individuales, sinérgicos o residuales.

V.1 Identificación de Impactos

En el desarrollo de esta sección, se diseñó un proceso metodológico que incluye la consideración de la caracterización ambiental del área del proyecto para identificar cada uno de los factores que pueden ser significativamente afectados por uno o varios componentes del proyecto (obra o actividad). Este proceso permite analizar las interacciones entre dichos componentes y factores, logrando así una interpretación gradual del comportamiento ambiental.

La relación entre los aspectos ambientales y los impactos asociados es de "causa y efecto"; por lo que, se debe tener una buena comprensión de aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el ambiente, ya que de la identificación de las actividades que desarrolla en el SA pueden surgir muchos aspectos ambientales e impactos asociados.

Uno de los impactos más significativos derivados del emplazamiento del proyecto es la pérdida de cobertura vegetal. Los ecosistemas vegetales proporcionan servicios ambientales, ya sea de forma natural o mediante su manejo sustentable, incluyendo servicios de provisión, regulación, soporte y culturales, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que benefician al ser humano. En virtud de la naturaleza del proyecto, el Sistema Ambiental (SA) se verá afectado por la remoción de la vegetación y la capa superior del suelo en una superficie de **68.512 hectáreas.**

Esto podría constituir una afectación conforme a lo dispuesto en el artículo X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). *"La ejecución del proyecto deberá seguir los lineamientos establecidos en la normatividad ambiental vigente, incluyendo la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Vida Silvestre. Así mismo, se deberán implementar medidas de mitigación y compensación ambiental, conforme a lo estipulado en la MIA aprobada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*

Consulta Pública

(SEMARNAT). El incumplimiento de estas disposiciones podría acarrear sanciones administrativas y/o penales, de acuerdo con las normativas ambientales aplicables".

Por lo anterior, este capítulo se elaboró teniendo en cuenta que la fracción XX del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) es el documento que, basado en estudios, informa sobre el impacto ambiental significativo y potencial que podría causar una obra o actividad, así como las maneras de evitarlo o mitigarlo en caso de ser negativo.

V.1.1 Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales.

Para identificar y analizar los impactos ambientales que el proyecto pudo haber causado y/o agravado en el área del mismo y en el Sistema Ambiental (SA), y en cumplimiento de lo estipulado en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Sector Vías Generales de Comunicación - Modalidad Particular, se llevó a cabo el siguiente proceso:

1. **Caracterización Ambiental**: Se realizó una evaluación exhaustiva de las condiciones ambientales preexistentes en el área del proyecto, conforme a lo dispuesto en la normativa ambiental vigente.
2. **Identificación de Impactos**: Se identificaron los impactos ambientales potenciales y reales causados por las actividades del proyecto, siguiendo los lineamientos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
3. **Análisis de Impactos**: Se llevó a cabo un análisis detallado de los impactos identificados, considerando su magnitud, extensión, duración y reversibilidad, conforme a la metodología recomendada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
4. **Matriz de Impactos**: Se utilizó una matriz de impactos para evaluar las interacciones entre los componentes del proyecto y los factores ambientales. A continuación, se presenta un ejemplo simplificado de una matriz de impactos:
5. **Propuesta de Medidas de Mitigación**: En el siguiente Capítulo se formularán las medidas específicas para mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales negativos, en cumplimiento de los requerimientos establecidos por la MIA.
6. **Seguimiento y Monitoreo**: Se implementaron mecanismos de seguimiento y monitoreo continuo de los impactos y las medidas de mitigación propuestas, conforme a la normativa aplicable y las recomendaciones de la SEMARNAT.

Consulta Pública

Este proceso garantiza una evaluación rigurosa y conforme a la legalidad de los impactos ambientales asociados al proyecto.

En la tabla siguiente, se presentan cada una de las actividades que se desarrollarán en el Proyecto, por lo que es importante resaltar que es a partir de esta Tabla de Actividades que inicia la identificación de impactos.

Tabla V.1: Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales.

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto	
PREPARACIÓN DEL SITIO	Contratación de personal y adquisición de insumos	
	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y reubicación de Flora y Fauna silvestre	
	Habilitación de caminos de acceso existentes.	
	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria)	
	Desmonte	
	Despalme	
	Excavación y salvamento arqueológico	
CONSTRUCCIÓN	Movimiento de materiales	Cortes al terreno natural
		Cortes no aprovechables
		Excavaciones
		Rellenos y nivelaciones
		Escarificación y compactación
		Acarreo de materiales
	Terraplén a nivel	Conformación del pedraplén y terraplén (base, subbase, base hidráulica)
		Base y concreto hidráulico
	Construcción de Puentes, viaductos y pasos vehiculares	Perforación para pilas de cimentación
		Colocación de acero de refuerzo
		Colado de pilas con concreto
		Construcción de superestructuras
	Obras complementarias	Cunetas, bordillos y contracunetas

Consulta Pública

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto	
		Instalación de señalamientos y acabados
	Desmantelamiento de obras provisionales y retiro de maquinaria	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación	
	Mantenimiento	

Para cumplir con lo indicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se identificaron y analizaron los factores ambientales que pueden anticipar las tendencias de cambio sobre los componentes del ambiente. Esto permite determinar las medidas necesarias para minimizar los efectos negativos del proyecto. La identificación de estos factores se relaciona tanto con el medio abiótico como con el biótico del Sistema Ambiental (SA) del proyecto, basándose en datos obtenidos en campo, la opinión de expertos y considerando la estructura, descripción y diagnóstico del SA y del Área de Influencia (AI) del proyecto.

A continuación, se describen los factores ambientales y sus componentes que se consideraron susceptibles de ser afectados por las actividades del proyecto.

Tabla V.2: Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES
Geoformas	Movimientos de materiales
	Sistema Kárstico
	Estabilidad del terreno
Edafología	Contaminación
	Erodabilidad
	Fragilidad del suelo
Aire	Composición gaseosa
	Partículas suspendidas
	Acústica
Hidrología	Infiltración
	Dinámica hidrológica
	Calidad del agua
Vegetación	Diversidad de la vegetación
	Abundancia de la vegetación
Fauna	Diversidad de la fauna

Consulta Pública

FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES
	Abundancia de la fauna
	Hábitat faunístico
Fondo escénico y estético	Calidad escénica
	Fragilidad
Socioeconómico	Generación de empleo
	Economía local
	Salud y seguridad
Patrimonio cultural	Sitios arqueológicos

Una vez identificadas las actividades del proyecto y los factores ambientales que podrían sufrir cambios se procedió a realizar la estimación de los impactos ambientales.

Para la estimación cuantitativa y cualitativa de los impactos negativos y positivos que se generarán con la realización del proyecto, se consideró la metodología diseñada por Conesa, 1995. Este método se basa en las matrices causa efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en filas, los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

Esta metodología de valoración de impactos es del tipo numérico, cumpliendo con lo siguiente:

1. **Recolección de Datos**: Obtener datos precisos y relevantes sobre las condiciones ambientales actuales y las características del proyecto.
2. **Identificación de Indicadores**: Seleccionar indicadores específicos que permitan medir los impactos ambientales, como niveles de contaminación, cantidad de recursos utilizados, etc.
3. **Cuantificación de Impactos**: Utilizar métodos estadísticos para cuantificar los impactos identificados. Esto puede incluir la creación de modelos matemáticos y el uso de software especializado.
4. **Análisis Comparativo**: Comparar los datos obtenidos con los estándares ambientales y las condiciones previas al proyecto para evaluar la magnitud de los impactos.
5. **Interpretación de Resultados**: Analizar los resultados cuantitativos para determinar la significancia de los impactos y su potencial efecto en el medio ambiente.

Consulta Pública

6. **Informe y Recomendaciones**: Documentar los hallazgos y proporcionar recomendaciones basadas en los datos cuantitativos para mitigar los impactos negativos.

Esta metodología permite una evaluación más objetiva y precisa de los impactos ambientales, facilitando la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de mitigación adecuadas.

V.2 Caracterización de los Impactos.

Identificados los factores ambientales susceptibles de ser modificados y las acciones generadoras de cambio, se procedió a elaborar una matriz de interacciones causa-efecto. Este método permite relacionar una actividad del proyecto con un factor ambiental, representando visualmente las interacciones para determinar y caracterizar los impactos ambientales. **La caracterización de los impactos se basa en varios criterios, tales como:**

1. **Magnitud**: Se evalúa la intensidad del impacto, determinando si es alto, medio o bajo.
2. **Extensión**: Se analiza el área geográfica afectada por el impacto, ya sea local, regional o global.
3. **Duración**: Se considera el tiempo durante el cual el impacto estará presente, clasificándola como temporal, transitorio o permanente.
4. **Reversibilidad**: Se examina si el impacto puede ser revertido una vez que cesa la actividad generadora del mismo.
5. **Probabilidad de ocurrencia**: Se determina la probabilidad de que el impacto ocurra, clasificándola como alta, media o baja.
6. **Importancia**: Se valora la relevancia del impacto en relación con la capacidad del medio ambiente para absorber el cambio.

Estos criterios permiten una caracterización detallada de los impactos, facilitando la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de mitigación adecuadas.

Consulta Pública

Tabla V.3: Caracterización de Impacto Ambiental.

<table>
<tr><td rowspan="3">Impacto Ambiental</td><td>SIGNO</td><td colspan="3">POSITIVO +
NEGATIVO -
INDETERMINADO X</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Valor
(Grado de manifestación)</td><td>Importancia
(Grado de manifestación cualitativa)</td><td>Caracterización</td><td>Extensión
Plazo de manifestación
Persistencia
Reversibilidad
Sinergia
Acumulación
Efecto
Periodicidad
Recuperabilidad</td></tr>
<tr><td>Magnitud
(Grado de manifestación cuantitativa)</td><td colspan="2">Cantidad</td></tr>
<tr><td colspan="3">Calidad</td></tr>
</table>

A continuación, se describe el significado de los símbolos mencionados que conforman el elemento tipo de una matriz de importancia.

- **Signo**

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir.

Este carácter, también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.

- **Intensidad (I)**

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima.

Consulta Pública

➢ **Extensión (EX)**

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será crítico (12) o total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto puntual (1) parcial (2) y extenso (4).

➢ **Momento (MO)**

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será corto plazo asignado un valor de (1), si este es inmediato tomará valor de (2). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), si el efecto es inmediato el valor será de (4) y si éste tarda en manifestarse más de cinco años, se considera crítico con valor (8).

➢ **Persistencia (PE)**

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera que la acción produce un efecto fugaz, asignándosele un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor (4).

- La persistencia es independiente de la reversibilidad.
- Un efecto permanente puede ser reversible, o irreversible.
- Por el contrario, un efecto irreversible, puede presentar una persistencia temporal.
- Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables.
- Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

➢ **Reversibilidad (RV)**

Consulta Pública

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a mediano plazo (2) y si el efecto es Irreversible se le asigna el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos son los mismos asignados en el parámetro anterior.

- **Recuperabilidad (MC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

- **Sinergia (SI)**

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

- **Acumulación (AC)**

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada a la acción que lo genera.

Consulta Pública

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

- **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.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

Este término toma el valor (1) en el caso de que el efecto sea secundario, y el valor (4) cuando sea directo.

- **Periodicidad (PR)**

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular y a los discontinuos o irregulares (1).

- **Importancia del impacto (I)**

La importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

La importancia del impacto está representada por un número que se deduce mediante el modelo presentado en el siguiente cuadro en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm(3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Tabla V.4: Valores de los símbolos para obtener la importancia del impacto.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
Naturaleza	Positivo “+” (benéfico)	+

Consulta Pública

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
	Negativo "-" (perjudicial)	-
*Intensidad (IN)	Baja	1
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	12
Momento (MO)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	8
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo (simple)	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

Consulta Pública

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100 y se jerarquiza de acuerdo con el tabulador presentado en el siguiente cuadro:

Tabla V.5: Tabulador para determinar la importancia del impacto.

VALOR	IMPORTANCIA DEL IMPACTO

13-25	Impacto irrelevante o compatible
26-50	Impacto moderado
51-75	Impacto severo
76-100	Impacto crítico

Obtenida la matriz de importancia de impactos ambientales, pueden aparecer efectos de diversa índole en cuanto a su relevancia y posibilidad de cuantificación, que nos permiten dar un tratamiento individualizado.

V.2.1 Indicadores de Impacto.

Para la definición de los indicadores ambientales con posibles afectaciones por la ejecución de las actividades que contempla el Proyecto en todas sus etapas, se revisó la información del diagnóstico ambiental del sitio, para finalmente establecer los indicadores ambientales que podrán en algún momento evidenciar el impacto ambiental provocado por el Proyecto. En este sentido, los indicadores ambientales que como su nombre lo establece, nos indicarán algún proceso de cambio respecto a la ejecución de las actividades, los cuales corresponden en parte a Indicadores Básicos para medir el desempeño ambiental.

Tabla V.6: Indicadores de impacto.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL
Físico	Geoformas	Movimientos de materiales	Alteración de composición de los materiales geológicos
		Sistema Kárstico	Colapso de formaciones kársticas
		Estabilidad del terreno	Incremento de volúmenes de erosión del terreno y degradación del terreno
	Edafología	Contaminación	Cambio en las características fisicoquímicas
		Erodabilidad	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)
		Fragilidad del suelo	Colapso y/o cambio estructural en cenotes o cavernas
	Aire	Composición gaseosa	Aumento en la emisión de GYCEI
		Partículas suspendidas	Aumento en la emisión de polvos
		Acústica	Aumento en los niveles de ruido

Consulta Pública

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL
	Hidrología	Infiltración	Variación en las superficies de infiltración
		Dinámica hidrológica	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua
		Calidad del agua	Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea por el aumento en los volúmenes de aguas residuales
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal
	Fauna	Diversidad de la fauna	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la fauna	Perturbación por contaminación auditiva y lumínica
		Hábitat faunístico	Fragmentación, modificación y pérdida de hábitat
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica	Disminución de la calidad del paisaje
		Fragilidad	Disminución de superficies de conservación
Dinámica Económica	Socioeconómico	Generación de empleo	Cambio en la tasa de empleos formales
		Economía local	Cambio en la educación, la salud y el ingreso.
		Salud y seguridad	Accesibilidad a centros médicos
			Riesgo de accidentes laborales
	Patrimonio cultural	Sitios arqueológicos	Incremento y difusión de bienes culturales de la Nación, al incrementar y favorecer la movilidad vehicular

Los indicadores ambientales antes mencionados permiten la identificación de los impactos ambientales que podrían presentarse en la ejecución del proyecto, el cual se

Consulta Pública

compone de diversas actividades, donde una de las principales es el desmonte de vegetación.

V.3 Valoración de Impactos.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones que una acción puede causar en el entorno. Estas metodologías se centran en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos y paisajísticos pueden verse afectados de manera significativa. Según la clasificación de los métodos más comunes para la evaluación de impacto ambiental propuesta por Estevan Bolea (1984), la lista de chequeo y las matrices causa-efecto se consideran sistemas de red y gráficos.

Para la estimación cuantitativa y cualitativa de los impactos negativos y positivos que se generarán con la realización del proyecto, se optó por utilizar la metodología diseñada por Conesa (1995). Este método se basa en las matrices causa-efecto, derivadas de la matriz de Leopold, que proporcionan resultados cualitativos. Consiste en un cuadro de doble entrada en el que las columnas representan las acciones impactantes y las filas, los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

Esta metodología de valoración de impactos es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración: adecuación conceptual, adecuación de la información (de manera total) y adecuación matemática (de manera parcial). Sin embargo, sacrifica parte del rigor matemático a favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información.

La valoración de los impactos identificados se ha realizado conforme a la legislación vigente sobre Evaluación de Impacto Ambiental, diferenciando cuatro niveles de gravedad, de menor a mayor intensidad: impacto irrelevante o compatible, moderado, severo y crítico.

Desde el punto de vista metodológico, la valoración se ha efectuado analizando por separado la magnitud y la importancia del impacto, y estableciendo posteriormente un valor global para la gravedad de este.

Para la valoración de impactos se utilizan matrices de interacción, las cuales son ampliamente aplicadas en las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA). Sin embargo, esta técnica contiene un enfoque ilustrativo, ya que su poder analítico se considera insuficiente

Consulta Pública

para la toma de decisiones complejas. Se puede argumentar que el mal uso de las matrices de interacción puede llevar a fallas que desvirtúen deliberadamente la aprobación de los proyectos. Por lo tanto, una alternativa para mejorar la Evaluación de Impacto Ambiental en el corto plazo es perfeccionar el método de la matriz, utilizando una evaluación más rigurosa de los impactos a través de matrices matemáticas. Por estos motivos, para la estimación cuantitativa y cualitativa de los impactos negativos y positivos que se generarán con la realización del proyecto, se consideró la metodología diseñada por V. Conesa Fernández-Vítora. Como se describió anteriormente, para calcular la importancia del impacto, la cual está representada por un número.

V.3.1 Resultados.

Al aplicar los valores de la fórmula a las interacciones entre los 9 factores ambientales, que resultaron en 23 atributos ambientales, y las 24 actividades del proyecto, se obtuvieron 260 interacciones reales de un total de 552 interacciones potenciales. Se presentan los resultados correspondientes:

Tabla V.7: Resumen de interacciones por atributos ambientales.

ETAPA / INTERACCIÓN	Etapa de Preparación del sitio	Etapa de Construcción	Etapa de Operación y mantenimiento	Total de interacciones
Interacciones potenciales	161	345	46	**552**
Interacciones reales detectadas	69	176	17	**264**
% de interacciones reales	26.34%	67.18%	6.49%	**100%**

Consulta Pública

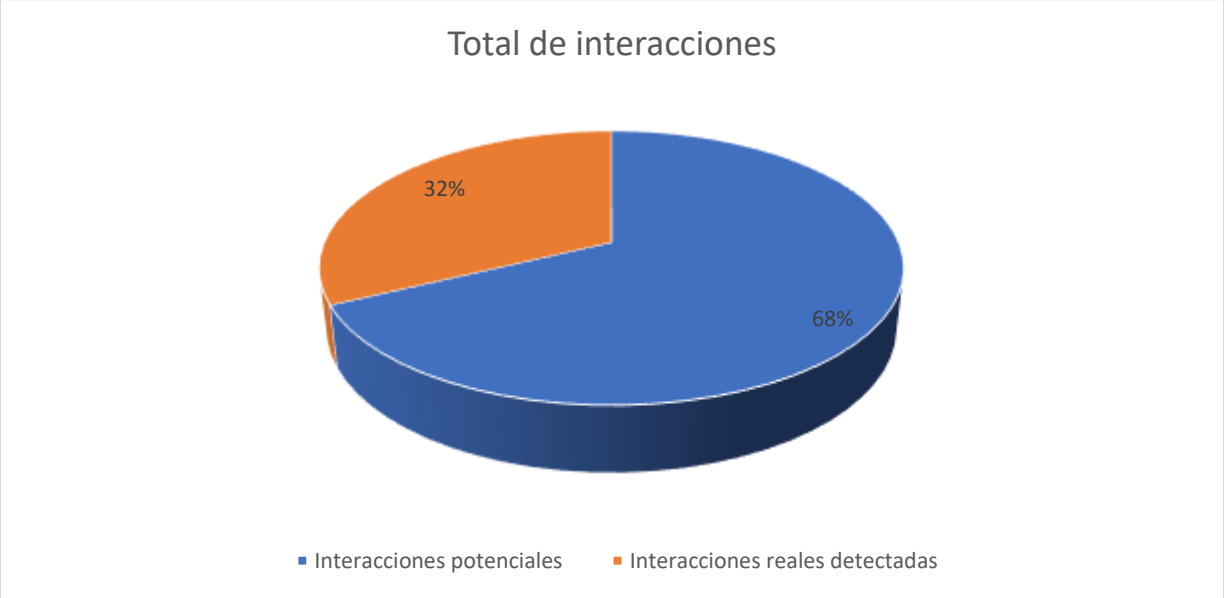


Figura V.1: Interacciones totales.

Consulta Pública

Tabla V.8: Matriz para la valoración cualitativa de los impactos ambientales.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES		PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
			IMPACTO AMBIENTAL	Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
Físico	Geoformas	**Movimientos de materiales**	Alteración de la composición estructural los materiales geológicos								0	X	X	X	X	X	X	X		X			X				9			0	9
		Sistema Kárstico	Colapso de formaciones kársitcas						X	X	2	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				10				12
		Estabilidad del terreno	Incremento de volúmenes de erosión del terreno y			X		X	X	X	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			11				15

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
				Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
			degradación del terreno																												
Edafología		**Contaminación**	Cambio en las características fisicoquímicas				X		X	X	3	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X				10	X	X	2	15
		Erodabilidad	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)			X		X	X	X	4							X									1			0	5

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES		PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
			IMPACTO AMBIENTAL	Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
		Fragilidad del suelo	Colapso y/o cambio estructural en cenotes o cavernas						X	X	2	X	X	X	X			X		X	X		X	X			9			0	11
	Aire	Composición gaseosa.	Aumento en la emisión de GYCEI			X			X	X	3	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X				10	X	X	2	15
		Partículas suspendidas	Aumento en la emisión de polvos			X	X		X	X	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	13			0	17
		Acústica	Aumento en los niveles de ruido		X	X	X	X	X	X	6	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	13	X	X	2	21

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES		PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
			IMPACTO AMBIENTAL	Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
	Hidrología	Infiltración	Variación en las superficies de infiltración					X	X		2	X				X		X		X				X			5			0	7
		Dinámica hidrológica.	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua					X	X		2	X	X	X	X	X		X		X			X				8			0	10
		Calidad del agua.	Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea				X	X	X		3	X			X	X		X	X		X	X	X				8	X	X	2	13

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES		PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
			IMPACTO AMBIENTAL	Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación.	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT					X			1																0			0	1
		Abundancia de la vegetación.	Pérdida de la cobertura vegetal					X	X		2																0			0	2
	Fauna	Diversidad de la fauna.	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en					X			1																0			0	1

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
				Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
			la NOM-059-SEMARNAT																												
		Abundancia de la fauna.	Perturbación por contaminación auditiva y lumínica		X		X	X	X	X	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	13	X	X	2	20
		Hábitat faunístico	Fragmentación, modificación y pérdida de hábitat				X	X	X	X	4	X		X	X	X											4	X		1	9

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
				Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica.	Disminución de la calidad del paisaje			X	X	X		X	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	14	X		1	19
		Fragilidad.	Disminución de superficies de conservación					X			1																0			0	1
Dinámica Económica	Socioeconómico	Generación de empleo.	Cambio en la tasa de empleos formales	X	X	X	X	X	X	X	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15	X	X	2	24
		economía local	Cambio en la educación, la salud y el ingreso.	X	X	X	X	X	X	X	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15	X	X	2	24

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL	PREPARACION DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN																OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
				Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	Desmonte	Despalme	Excavación y salvamento arqueológico	SUBTOTAL	Cortes al terreno natural	Cortes no aprovechables	Excavaciones	Rellenos y nivelaciones	Escarificación y compactación	Acarreo de materiales	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	Base y concreto hidráulico	Perforación para pilas de cimentación	Colocación de acero de refuerzo	Colado de pilas de concreto	Construcción de vialidades y superestructuras	Cunetas, bordillos y contracunetas	Instalación de señalamientos y acabados	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Operación	Mantenimiento	SUBTOTAL	TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	18	2	24
		Salud y seguridad	Accesibilidad a centros médicos																								0	X		1	1
			Riesgo de accidentes laborales					X			1			X	X	X		X		X	X	X	X				8			0	9
	Patrimonio cultural	Sitios arqueológicos	Incremento y difusión de bienes culturales de la Nación, al incrementar y favorecer la movilidad vehicular							X	1																0			0	1

Sumatoria	MEDIO		
	FACTOR AMBIENTAL		
23	ATRIBUTOS AMBIENTALES		
	IMPACTO AMBIENTAL		
2	1	Contratación de personal de Obra y adquisición de insumos, materiales	PREPARACION DEL SITIO
4	2	Actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	
8	3	Habilitación de caminos de acceso existentes	
9	4	Instalación de obras provisionales (Almacenes)	
16	5	Desmonte	
16	6	Despalme	
14	7	Excavación y salvamento arqueológico	
69	7	SUBTOTAL	
16	8	Cortes al terreno natural	CONSTRUCCIÓN
11	9	Cortes no aprovechables	
15	10	Excavaciones	
16	11	Rellenos y nivelaciones	
15	12	Escarificación y compactación	
10	13	Acarreo de materiales	
17	14	Construcción de pedraplén, terraplén y Terracerías	
11	15	Base y concreto hidráulico	
14	16	Perforación para pilas de cimentación	
11	17	Colocación de acero de refuerzo	
10	18	Colado de pilas de concreto	
15	19	Construcción de vialidades y superestructuras	
6	20	Cunetas, bordillos y contracunetas	
3	21	Instalación de señalamientos y acabados	
6	22	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	
176	15	SUBTOTAL	
10	16	Operación	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
7	18	Mantenimiento	
17	2	SUBTOTAL	
262	24	TOTAL	

2025 Año de la Mujer Indígena
Gobierno de México | Defensa Secretaría de la Defensa Nacional | Tren Maya
Cons

Ver Anexo 4. Matriz de impactos.

Una vez identificadas, valoradas y analizadas las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales, se agruparon estas interacciones por factor ambiental, resultando en un total de 24 impactos ambientales dentro de 23 atributos ambientales que podrían surgir debido a la ejecución del proyecto, de estos 24 impactos ambientales, 20 se determinaron como negativos.

Tabla V.9: Impactos ambientales negativos identificados.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL
Físico	Geoformas	Movimientos de materiales	Alteración de la composición estructural de los materiales geológicos
		Sistema Kárstico	Colapso de formaciones kársticas
		Estabilidad del terreno	Incremento de volúmenes de erosión del terreno y degradación del terreno
	Edafología	Contaminación	Cambio en las características fisicoquímicas
		Erodabilidad	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)
		Fragilidad del suelo	Colapso y/o cambio estructural en cenotes o cavernas
	Aire	Composición gaseosa.	Aumento en la emisión de GYCEI
		Partículas suspendidas	Aumento en la emisión de polvos
		Acústica	Aumento en los niveles de ruido
	Hidrología	Infiltración	Variación en las superficies de infiltración
		Dinámica hidrológica	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua
		Calidad del agua	Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea por el aumento en los volúmenes de aguas residuales
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal
	Fauna	Diversidad de la fauna	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la fauna	Perturbación por contaminación auditiva y lumínica

Consulta Pública

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL
		Hábitat faunístico	Fragmentación, modificación y pérdida de hábitat
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica	Disminución de la calidad del paisaje
		Fragilidad	Disminución de superficies de conservación
		Salud y seguridad	Riesgo de accidentes laborales

Consulta Pública

Tabla V.10: Valoración de los impactos ambientales.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NAT	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IMP	CATEGORÍA
Geoformas	Movimientos de materiales	Alteración de composición estructural de los materiales geológicos	-1	7	4	3	4	4	4	1	3	4	1	-53	**Severo**
	Sistema Kárstico	Colapso de formaciones kársticas	-1	6	4	3	4	4	4	1	3	4	1	-50	**Moderado**
	Estabilidad del terreno	Incremento de volúmenes de erosión del terreno y degradación del terreno	-1	7	4	3	4	4	4	4	1	4	1	-54	**Severo**
Edafología	Contaminación	Cambio en las características fisicoquímicas	-1	12	6	4	4	4	3	4	1	1	1	-70	**Severo**
	Erodabilidad	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)	-1	8	4	1	3	3	2	2	7	4	1	-55	**Severo**
	Fragilidad del suelo	Colapso y/o cambio estructural en cenotes o cavernas	-1	5	4	2	2	4	3	2	5	2	1	-44	**Moderado**
Aire	Composición gaseosa.	Aumento en la emisión de GYCEI	-1	5	2	1	1	2	2	1	1	3	4	-34	**Moderado**
	Partículas suspendidas	Aumento en la emisión de polvos	-1	5	2	1	1	2	3	1	2	1	1	-31	**Moderado**
	Acústica	Aumento en los niveles de ruido	-1	6	2	2	1	2	4	1	2	3	4	-41	**Moderado**
Hidrología	Infiltración	Variación en las superficies de infiltración	-1	8	1	1	4	4	4	2	8	3	4	-56	**Severo**
	Dinámica hidrológica.	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua	-1	6	5	3	3	4	3	2	4	2	1	-50	**Moderado**

Consulta

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NAT	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IMP	CATEGORÍA
	Calidad del agua.	Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea por el aumento en los volúmenes de aguas residuales	-1	7	4	2	3	4	4	3	3	3	1	-52	**Severo**
Vegetación	Diversidad de la vegetación.	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	-1	5	2	1	1	3	4	1	5	4	1	-39	**Moderado**
	Abundancia de la vegetación.	Pérdida de la cobertura vegetal	-1	8	2	1	4	4	4	1	5	4	1	-52	**Severo**
Fauna	Diversidad de la fauna.	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	-1	8	2	1	2	4	4	1	8	3	1	-52	**Severo**
	Abundancia de la fauna.	Perturbación por contaminación auditiva y lumínica	-1	7	3	2	2	4	4	2	5	3	1	-50	**Moderado**
	Hábitat faunístico	Fragmentación, modificación y pérdida de hábitat	-1	4	3	3	2	3	4	2	3	3	1	-39	**Moderado**
	Hábitat faunístico	Fragmentación, modificación y pérdida de hábitat	1	6	3	3	2	3	4	2	3	3	1	45	**Moderado**
Fondo escénico y estético	Calidad escénica.	Disminución de la calidad del paisaje	-1	8	6	2	4	4	4	1	5	3	1	-60	**Severo**
	Fragilidad.	Disminución de superficies de conservación	-1	7	2	1	4	4	4	1	8	4	1	-52	**Severo**
Socioeconómico	Generación de empleo.	Cambio en la tasa de empleos formales	1	9	2	1	4	4	4	1	8	4	1	58	**Severo**
	Economía local	Cambio en la educación, la salud y el ingreso.	1	9	2	1	4	4	4	1	8	4	1	58	**Severo**
	Salud y seguridad	Accesibilidad a centros médicos	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	4	22	**Compatible**
		Riesgo de accidentes laborales	-1	3	8	4	1	4	1	1	1	1	1	-39	**Moderado**

Consulta

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NAT	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IMP	CATEGORÍA
Patrimonio cultural	Sitios arqueológicos	Incremento y difusión de bienes culturales de la Nación, al incremetan y favorecer la movilidad vehicular	1	2	2	1	4	4	4	1	8	4	1	37	**Moderado**

De los 20 impactos negativos identificados, 10 se consideran de naturaleza severos, 9 moderados y 1 compatible asociado a la etapa operativa y los beneficios a largo plazo del proyecto.

Tabla V.11: Clasificación de la valoración de Impactos Ambientales identificados.

TIPO IMPACTOS	NATURALEZA	
	-	+
Irrelevante o compatible	0	1
Moderado	10	1
Severo	10	2
Crítico	0	0
Total	**20**	**5**

A continuación, se presentan los impactos ambientales y la etapa del proyecto donde se podrían generar.

Consulta Pública

Tabla V.12: Descripción de los impactos ambientales negativos identificados.

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
IMPACTO AMBIENTAL 1 ALTERACIÓN DE COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DE LOS MATERIALES GEOLÓGICOS		
Factor ambiental impactado:	GEOFORMAS (Movimientos de materiales)	**Potencial modificación o inestabilidad del relieve, debido a la ocurrencia de grietas, etc., por malas prácticas constructivas.** La modificación de la topografía y el relieve natural puede provocar deslizamientos y caídas de material terrestre. Estos eventos naturales están asociados con el intemperismo y la fuerza de gravedad, lo que conlleva el movimiento de materiales desde las zonas altas hacia las zonas bajas. Los deslizamientos ocurren cuando masas de material se mueven sobre superficies firmes subyacentes, siguiendo uno o varios planos de corte del terreno durante su caída. En el área del proyecto, los factores que inducen estos movimientos en masa están relacionados con las vibraciones creadas durante las excavaciones y/o compactación del terreno para las nivelaciones correspondientes. En esta zona, se implementarán medidas preventivas desde la fase de diseño del proyecto, así como estrategias de mitigación necesarias para evitar que la tierra o las rocas caigan o se depositen sobre áreas con vegetación, lo que podría obstruir alguna escorrentía.
Actividades causantes:	CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS.	
Tipo de impacto:	**Adverso Temporal**	
IMPACTO AMBIENTAL 2 COLAPSO DE FORMACIONES KÁRSTICAS		
Factor ambiental impactado:	GEOFORMAS (Sistema Kárstico)	

Consulta Pública

<table>
<tr><th colspan="3">IMPACTOS IDENTIFICADOS</th></tr>
<tr><td>Actividades causantes:</td><td>DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS.</td><td rowspan="2">Potencial modificación o inestabilidad de las zonas kársticas, debido a la ocurrencia de grietas, por uso de maquinaria y equipo, así como, por malas prácticas constructivas.

Lo anterior debido a que la superficie está cubierta por suelos calcáreos denominados sascab los cuales, son muy inestables ya que estos son ligeramente solubles en agua debido a su composición a base de carbonatos de calcio y magnesio. Es muy común que este tipo de suelo se encuentre sometido a los procesos erosivos disolutivos que dan origen a la karstificación, la cual consiste en la disolución de los carbonatos dando origen a formaciones calcáreas constituidas por calizas y dolomías, mismas que, con el tiempo forman huecos y ductos que crecen paulatinamente creando galerías subterráneas de techos estalactíticos muy atractivos para los espeleólogos.</td></tr>
<tr><td>Tipo de impacto:</td><td>Adverso</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPACTO AMBIENTAL 3
INCREMENTO DE VOLÚMENES DE EROSIÓN DEL TERRENO Y DEGRADACIÓN DEL TERRENO</th></tr>
<tr><td>Factor ambiental impactado:</td><td>GEOFORMAS (Relieve)</td><td rowspan="2">Potencial modificación o inestabilidad del relieve, debido a la ocurrencia de derrumbes, por malas prácticas constructivas.
Las actividades de compactación del terreno se realizarán en sitios muy puntuales donde se modificarán las condiciones topográficas del relieve. Este impacto se considera moderado porque el proceso de reversión natural es extremadamente difícil.

La modificación del relieve, aun cuando sea parcial, podría transformar la zona en una serie de depresiones artificiales en el terreno, dejando la roca al descubierto. Este fenómeno puede tener consecuencias a</td></tr>
<tr><td>Actividades causantes:</td><td>HABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO EXISTENTES, DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN</td></tr>
</table>

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS ENTRONQUE, CUNETAS.	largo plazo, ya que la formación de una capa de suelo orgánico (con estructura, textura, porosidad y materia orgánica) podría tardar cientos de años. Adicionalmente, la cubierta vegetal necesitaría aún más tiempo para establecer los primeros estadios de la sucesión ecológica, lo que también afectaría la tasa de infiltración y el drenaje superficial del agua. El proyecto contempla esquemas de compensación a través del desarrollo y ejecución de los Programas Ambientales detallados en el Capítulo VI de este estudio. Estos programas incluyen acciones específicas de mitigación y restauración ambiental, diseñadas para reducir al mínimo el impacto negativo de las obras y promover la regeneración natural del ecosistema.
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 4 CAMBIO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS		
Factor ambiental impactado:	EDAFOLOGÍA (Contaminación)	Potencial alteración del suelo debido a la presencia de sustancias contaminantes como aceites, combustible, concreto, asfalto etc., en las distintas etapas del proyecto Las medidas de prevención incluirán la correcta gestión y almacenamiento de sustancias contaminantes para evitar derrames y filtraciones. Se utilizarán contenedores adecuados y zonas de almacenamiento con sistemas de contención secundarios. Además, se capacitará al personal en el manejo seguro de estos materiales y en procedimientos de emergencia.
Actividades causantes:	INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES (ALMACENES), DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO E REFUERZO CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	Con relación a la etapa de operación y mantenimiento se realizará la colocación de señalética, así como monitoreo permanente para detectar zonas en las que se pudieran presentar sustancias contaminantes, a fin de realizar la limpieza correspondiente. En cuanto a las medidas de mitigación, se instalarán barreras físicas y sistemas de retención para contener cualquier derrame que ocurra. También se realizarán inspecciones y monitoreos periódicos para detectar y remediar cualquier contaminación de manera oportuna. Se dispondrán de equipos y materiales específicos para la limpieza y descontaminación de suelos afectados. Por último, las medidas de compensación contemplarán la rehabilitación de áreas afectadas mediante la reforestación y la restauración del suelo. Estas medidas garantizarán que los impactos potenciales sobre el suelo se gestionen de manera adecuada, minimizando los riesgos ambientales y promoviendo la sostenibilidad del proyecto.
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 5 CAMBIO EN EL PRIMER HORIZONTE DE SUELO (EÓLICA / HÍDRICA)		
Factor ambiental impactado:	EDAFOLOGÍA (Erodabilidad)	Pérdida de suelo por consecuencia de la remoción de vegetación y pérdida de la capa edáfica. La remoción de vegetación es una etapa necesaria del proyecto, ya que permitirá avanzar con las obras planificadas.
Actividades causantes:	HABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO EXISTENTES, DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	ARQUEOLÓGICO, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN	Las actividades de remoción de vegetación implican la pérdida de la capa edáfica, que es crucial para la fertilidad del suelo. Para contrarrestar esto, se llevarán a cabo esfuerzos de revegetación con especies nativas, lo cual ayudará a restaurar la cobertura vegetal y a mantener la estructura del suelo. Además, se tomarán medidas para prevenir la erosión, como la construcción de terrazas y la plantación de coberturas vegetales que protejan el suelo contra el viento y el agua. En resumen, aunque la remoción de vegetación es una parte esencial del proyecto, se implementarán medidas de mitigación y compensación para proteger el suelo y los ecosistemas, garantizando así un desarrollo sostenible y responsable.
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 6 COLAPSO Y/O CAMBIO ESTRUCTURAL EN CENOTES O CAVERNAS		
Factor ambiental impactado:	EDAFOLOGÍA (Fragilidad del suelo)	El uso de maquinaria pesada durante las actividades constructivas en zonas kársticas conlleva un riesgo significativo de derrumbe del suelo. Las formaciones kársticas son caracterizadas por su geología peculiar, con sistemas subterráneos de cuevas y conductos creados por la disolución de rocas solubles como la caliza. Estas estructuras subterráneas pueden ser inestables y vulnerables a colapsos. Durante la construcción, la vibración y la presión ejercida por la maquinaria pesada pueden debilitar aún más estas formaciones, incrementando la probabilidad de que ocurran hundimientos. Este
Actividades causantes:	DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CUNETAS.	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
Tipo de impacto:	**Adverso**	tipo de eventos pueden tener consecuencias graves, como el colapso de la estructura geológica superficial y subterránea, creando dolinas en el área del proyecto.
IMPACTO AMBIENTAL 7 AUMENTO EN LA EMISIÓN DE GYCEI		
Factor ambiental impactado:	ATMÓSFERA (Calidad del aire emisiones)	Derivado del uso de maquinaria, vehículos y equipo existirá la generación de emisiones a la atmósfera. Se estima que la calidad del aire se podría ver disminuida por la generación de contaminantes como los gases de efecto invernadero, derivado del uso de maquinaria, equipos y vehículos. Esta podría percibirse en el Área de Influencia (AI), pero principalmente en el Área del Proyecto (AP); por lo que se considera un impacto puntual y temporal, con índices que van de moderados a alto dependiendo de la actividad del Proyecto que lo genere. La contaminación por gases de efecto invernadero derivados de la maquinaria, se estima que su impacto será poco significativo durante las etapas de preparación debido a que la exposición y dispersión de los contaminantes será por lapsos relativamente cortos y podrán dispersarse en la zona por su exposición al viento.
Actividades causantes:	HABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO EXISTENTES, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 8 AUMENTO EN LA EMISIÓN DE POLVOS		
Factor ambiental impactado:	ATMÓSFERA (Partículas suspendidas)	A raíz de las actividades constructivas, se generarán partículas sólidas volátiles en la atmósfera debido a la erosión del suelo.

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
Actividades causantes:	HABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO EXISTENTES, INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS, DESMANTELAMIENTO DE OBRAS PROVISIONALES.	Se estima que la calidad del aire podría disminuir por la dispersión y suspensión de partículas en el aire, derivadas de las actividades realizadas durante las Etapas de Preparación del Sitio y la Construcción del Proyecto. Este efecto se observará tanto en el Área de Influencia (AI) como principalmente en el Área del Proyecto (AP), especialmente en los frentes de trabajo operativos. Por lo tanto, se considera un impacto puntual y temporal, con niveles que varían de moderados a altos, dependiendo de la actividad específica del Proyecto que lo genere. Se prevé que los niveles de emisión de partículas aumenten debido a la remoción de vegetación por los desmontes, despalmes y diversas excavaciones. La contaminación resultante del desprendimiento de partículas que se suspenderán en el aire presenta diferentes niveles de impacto, que van de moderado a alto, según la actividad del Proyecto que se desarrolle. Este impacto también se considera puntual, temporal e intermitente. Los daños más severos se observan durante las actividades de despalme y desmonte, cuando el suelo queda expuesto a agentes erosivos como el viento, que libera partículas al aire. Sin embargo, estos impactos serán de corta duración si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, como humedecer el material edáfico durante la construcción e implementar medidas que prevengan la erosión del suelo a lo largo del proyecto.
Tipo de impacto:	**Adverso**	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el levantamiento de polvo afectará directamente a los trabajadores, por lo que se dispondrá del equipo necesario para protegerlos de las condiciones atmosféricas adversas.
IMPACTO AMBIENTAL 9 AUMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO		
Factor ambiental impactado:	ATMÓSFERA (Confort sonoro)	Como resultado de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación de maquinaria, se incrementarán los niveles de ruido. El proyecto se desarrollará en una amplia matriz de hábitat natural que proporciona a la fauna silvestre recursos como alimentación, refugio, áreas de percha, reproducción y vías de tránsito. Durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, habrá un movimiento constante de maquinaria pesada, camiones de carga, personal y operación de trituradoras, generando niveles de ruido altos y variables. Este ruido ahuyenta a la fauna silvestre y, en algunos casos, puede ocasionar problemas de salud, como sordera temporal o permanente, si existe exposición prolongada. Además, si una población cercana está expuesta a altos niveles de ruido, puede sufrir estrés y otras alteraciones psicosomáticas relacionadas con el ruido. Este impacto se considera adverso, aunque poco significativo, ya que es temporal.
Actividades causantes:	ACTIVIDADES DE AHUYENTAMIENTO D FAUNA, HABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO EXISTENTES, INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES, DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS, CUNETAS DESMANTELAMIENTO DE OBRAS	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	PROVISIONALES, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	Para la fauna, la intensidad del ruido puede hacer que algunas especies eviten la zona, especialmente durante temporadas biológicas importantes como la reproducción o la alimentación. Esto disminuye el hábitat disponible y altera el comportamiento de las especies, afectando la comunicación acústica, el apareamiento, la búsqueda de alimento y el cuidado de las crías. Sin embargo, algunas especies pueden adaptarse a las actividades antrópicas. Durante la etapa de operación, la entrada de vehículos y la presencia de personas también generarán ruido. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de mitigación adecuadas para minimizar estos impactos.
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 10 VARIACIÓN EN LAS SUPERFICIES DE INFILTRACIÓN		
Factor ambiental impactado:	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA (Infiltración)	Disminución de la superficie de infiltración por el emplazamiento del proyecto. En el área del proyecto se disminuirá la superficie de infiltración del agua al suelo, además si se llegan a obstaculizar los escurrimientos superficiales que se forman con las lluvias y modifica su curso, en consecuencia, se modifica también la tasa de infiltración de agua. El impacto generado es adverso de moderado a severo debido a que es un impacto permanente en la vegetación.
Actividades causantes:	DESMONTE, DESPALME, CORTE AL TERRENO NATURAL, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, CONFORMACIÓN DE, TERRAPLÉN Y PEDRAPLÉN, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, CUNETAS.	
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 11 CAMBIO EN LOS PATRONES DE ESCURRIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AGUA		

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
Factor ambiental impactado:	HIDROLOGÍA (Dinámica hidrológica)	Potencial modificación de flujos hidrológicos ocasionados por la construcción de obras. La construcción de la Vialidad no implica el paso de escurrimientos, sin embargo, los principales impactos que se podrían dar en los cursos de agua son los siguientes: Afectación de escurrimientos naturales: Los impactos que se pueden presentarse serán diferentes y dependerán de las características físicas de cada zona, como el azolve de corrientes y/o escurrimientos: El principal impacto que se puede dar a la hidrología es por la modificación del relieve mediante los movimientos de tierra o rocas lo cual puede modificar el escurrimiento superficial durante el temporal de lluvias, y exponer grandes superficies susceptibles de erosión, ocasionado el arrastre de enormes cantidades de sedimentos. El impacto que se provocaría no sería ocasionado en su totalidad por el despalme, excavaciones o nivelaciones, también se podría producir por el mal manejo y disposición de materiales. Este impacto se presentará de manera temporal (tiempo que dure la construcción de la obra). Durante las actividades de desmonte en el área de construcción, se disminuirá la capacidad de infiltración del agua por la pérdida de cobertura vegetal, ya que las raíces de esta sirven como vías para conducir el agua, además funcionar como retenedoras de humedad.
Actividades causantes:	DESMONTE, DESPALME, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS.	
Tipo de impacto:	**Adverso**	

Consulta Pública

<table>
<tr><th colspan="3">IMPACTOS IDENTIFICADOS</th></tr>
<tr><th colspan="3">IMPACTO AMBIENTAL 12
DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA POR EL AUMENTO EN LOS VOLÚMENES DE AGUAS RESIDUALES</th></tr>
<tr><td>Factor ambiental impactado:</td><td>HIDROLOGÍA (Calidad de agua)</td><td rowspan="3">Potencial alteración a las cualidades fisicoquímicas del agua superficial y subterránea, por derrame de sustancias contaminantes como hidrocarburos, grasas, aceites, concreto, etc.

Durante algunas actividades del Proyecto y por la intervención humana una mala ejecución y manejo de materiales, sustancias y residuos podría traer como consecuencia la contaminación del agua. La presencia de sólidos en los cuerpos de agua evita la penetración de la luz y los procesos de fotosíntesis de algunos organismos acuáticos, también altera los ciclos de equilibrio químico generando entre otras cosas una mayor demanda de O2 y en consecuencia la eutroficación del cuerpo de agua y la muerte de los organismos.

Por otro lado, las actividades derivadas de la Preparación del Sitio y la Construcción implicarán el incremento de residuos de todo tipo generados por la actividad humana y de material residual, en donde un manejo inadecuado de los residuos podría contaminar los cauces naturales.

Los escurrimientos durante las lluvias favorecen la lixiviación de sustancias como hidrocarburos, aceites y residuos orgánicos, esto afectaría el manto freático provocando la contaminación de los acuíferos, por lo que debe ponerse especial atención en el manejo de</td></tr>
<tr><td>Actividades causantes:</td><td>INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES, DESMONTE, DESPALME, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO HIDRÁULICO, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES Y SUPERESTRUCTURAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.</td></tr>
<tr><td>Tipo de impacto:</td><td>Adverso</td></tr>
</table>

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		estas sustancias ya que el proceso de regeneración de los acuíferos requiere de un largo periodo de tiempo.
IMPACTO AMBIENTAL 13 AFECTACIÓN DE ESPECIES E INDIVIDUOS INCLUIDOS EN LA NOM-059-SEMARNAT		
Factor ambiental impactado:	VEGETACIÓN (Diversidad de vegetación)	La remoción de vegetación en áreas del CUSTF implica una posible afectación de especies protegidas. Uno de los impactos menos evidentes a primera vista es la pérdida de vegetación a través de semillas, lo cual afecta la diversidad de la vegetación a mediano y largo plazo. Este germoplasma se encuentra en la capa orgánica o superior, que será removida durante las actividades de desmonte y despalme para la construcción del proyecto. Durante las visitas de campo, se observó la presencia de plantas juveniles en el área del proyecto. La vegetación es la principal fuente de nutrientes para el suelo mediante sus procesos biológicos, asegurando su propia subsistencia. Además, proporciona otros servicios ambientales como retención hídrica, filtración de contaminantes y soporte para elementos epífitos, también brinda refugio a herpetofauna como lagartijas, serpientes y anfibios. Este impacto es de naturaleza acumulativa, ya que la ausencia de elementos maduros productores de semilla afecta a las poblaciones vegetales. Sin embargo, con la revegetación, este impacto disminuye gradualmente hasta que los individuos introducidos alcanzan la madurez y la producción de germoplasma es restituida. Se espera que
Actividades causantes:	DESMONTE	
Tipo de impacto:	**Adverso**	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		esta medida conserve la diversidad vegetal al nivel inicial del proyecto o incluso aumente las poblaciones de flora nativa.
IMPACTO AMBIENTAL 14 PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL		
Factor ambiental impactado:	VEGETACIÓN (Abundancia)	Pérdida de cobertura vegetal por consecuencia del requerimiento de áreas de CUSTF. La realización del proyecto en la etapa de Preparación del sitio tendrá un impacto negativo sobre la vegetación natural, específicamente durante el desmonte y despalme de **68.512** ha de vegetación forestal y pérdida de la capa fértil del suelo. Esta remoción conlleva reducir las áreas de la zona que aún conservan conglomerados vegetales con un contenido significativo de elementos nativos, los estratos vegetales se verán fragmentados en su distribución natural, ya que algunas especies son de lento crecimiento, tal como los componentes de las familias de los copales, bromelias y orquídeas. Estos elementos florísticos presentan una sinergia importante con los componentes faunísticos y climáticos, por lo que la reducción de sus superficies deriva en afectaciones de varios ciclos naturales, así como la propagación natural de las especies que serán removidas. Así mismo, durante el proceso constructivo y durante el desmantelamiento de obras provisionales se presenta un proceso de perturbación, toda vez que los ecosistemas están en continua dinámica ecológica, donde el crecimiento o propagación de la cubierta
Actividades causantes:	DESMONTE Y DESPALME	
Tipo de impacto:	Adverso	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		vegetal se renueva estacionalmente, lo cual impacta en los renuevos que pudieran implantarse.
IMPACTO AMBIENTAL 15 DISMINUCIÓN DE LAS POBLACIONES INCLUIDOS EN LA NOM-059-SEMARNAT		
Factor ambiental impactado:	FAUNA (Diversidad de la fauna)	La intervención en el área del proyecto conlleva la posible afectación de especies protegidas en las áreas clasificadas bajo la categoría de Conservación de Uso Sustentable de Terrenos Forestales (CUSTF). La pérdida de vegetación provocada por las actividades del proyecto resulta en un cambio significativo en la calidad del hábitat. Esto conlleva una serie de impactos negativos, incluyendo: **Variaciones en la Abundancia y Disponibilidad del Alimento**: La eliminación de vegetación altera las fuentes de alimento disponibles para las especies locales, afectando tanto a herbívoros como a sus depredadores. Esto puede resultar en una disminución de la abundancia de especies y una mayor competencia por los recursos limitados. **Reducción de Sitios de Refugio**: La pérdida de vegetación disminuye la cantidad de lugares seguros para que las especies se refugien, aniden y críen a sus crías. Esto puede exponer a los animales a predadores y a condiciones climáticas adversas. **Cambios en la Dinámica de Flujo de Energía y Materia del Ecosistema**: La intervención del proyecto altera la dinámica del flujo de energía y materia en el ecosistema. Esto puede afectar la estructura,
Actividades causantes:	DESMONTE	
Tipo de impacto:	**Adverso**	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		composición y funcionamiento del ecosistema, resultando en una pérdida de biodiversidad y en un desequilibrio ecológico. **Impacto en las Especies Protegidas según la NOM-059-SEMARNAT** Estos cambios pueden afectar negativamente a las especies de fauna incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT**, una norma oficial que protege especies en riesgo. Las especies enlistadas en esta norma están particularmente vulnerables a la pérdida y fragmentación de su hábitat, lo que puede llevar a una disminución significativa en sus poblaciones.
IMPACTO AMBIENTAL 16 PERTURBACIÓN POR CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y LUMÍNICA (DESPLAZAMIENTO)		
Factor ambiental impactado:	FAUNA (Abundancia de la fauna)	
Actividades causantes:	ACTIVIDADES DE AHUYENTAMIENTO, RESCTAE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE, INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES (ALMACENES), DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN, TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE	La intervención del área implica una modificación en el patrón de distribución de las especies, por el aumento de ruido y de la luminosidad. Este tipo de perturbación es muy importante debido a que la luz natural regula el comportamiento de la fauna, al estimular tanto sus ciclos circadianos como su fisiología, lo que da lugar a relevantes procesos biológicos y ecológicos tales como su crecimiento, reproducción, forrajeo y dispersión (Dawson et al. 2001, Blackwell et al. 2015).

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES, DESMANTELAMIENTO DE OBRAS PROVISIONALES, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 17 FRAGMENTACIÓN, MODIFICACIÓN Y PÉRDIDA DE HÁBITAT		
Factor ambiental impactado:	FAUNA (Hábitat faunístico)	Derivado de la intervención del área se propicia una potencial modificación en el patrón de distribución de los nichos ecológicos. Dentro de los impactos derivados de la operación de la vialidad está el efecto barrera e interrupción de corredores biológicos (interrupción del libre movimiento de la fauna silvestre a través de su hábitat). La consecuencia directa es la reducción de los movimientos a través del área del proyecto.
Actividades causantes:	INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES (ALMACENES), DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, OPERACIÓN.	
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 18 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE		
Factor ambiental impactado:	PAISAJE (Calidad escénica)	La alteración de la calidad escénica es un impacto significativo derivado de las actividades constructivas. Estas actividades pueden provocar un detrimento de las cualidades paisajísticas actuales. En la mayor parte de la superficie del Sistema Ambiental (SA), se observa un
Actividades causantes:	HABILITACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO EXISTENTES, INSTALACIÓN DE OBRAS	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	PROVISIONALES, DESMONTE, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES AL TERRENO NATURAL, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES, INSTALACIÓN DE SEÑALAMIENTOS, DESMANTELAMIENTO DE OBRAS PROVISIONALES, OPERACIÓN.	paisaje que ha sido modificado de natural a rural, una situación que perdurará a lo largo de la vida útil del proyecto. En las zonas con vegetación forestal, especialmente los desmontes, se provocará la afectación de las cualidades naturales del paisaje. La pérdida de cobertura vegetal y la modificación del terreno tendrán un impacto visual notable, cambiando la percepción estética del área. Este impacto se considera permanente, ya que las transformaciones en el paisaje natural no podrán revertirse fácilmente, incluso después de finalizar las actividades de construcción. El cambio en la calidad escénica no solo afecta la percepción visual, sino que también tiene implicaciones culturales y recreativas. Las áreas naturales suelen ser valoradas por su belleza y tranquilidad, y la alteración de estos paisajes puede reducir las oportunidades para actividades recreativas y turísticas, afectando así a la economía local que depende del ecoturismo. Para mitigar estos impactos, es fundamental implementar medidas como la revegetación con especies nativas y el diseño paisajístico en el entorno natural de manera armoniosa. Además, la creación de áreas verdes y parques puede compensar la pérdida de vegetación y mejorar la calidad escénica del área intervenida. En resumen, aunque la alteración de la calidad escénica es un impacto inevitable del proyecto, su adecuada gestión y mitigación pueden
Tipo de impacto:	**Adverso**	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		minimizar los efectos negativos, promoviendo un desarrollo sostenible y respetuoso con el entorno natural y cultural.
IMPACTO AMBIENTAL 19 DISMINUCIÓN DE SUPERFICIES DE CONSERVACIÓN		
Factor ambiental impactado:	PAISAJE (Fragilidad)	Fragilidad del paisaje por consecuencia de remoción de vegetación forestal. El impacto de Fragmentación del Paisaje se considera un impacto adverso significativo, es acumulativo y en cierta forma presenta un efecto residual. La principal afectación que se causa por la fragmentación del paisaje es la ruptura del funcionamiento conjunto de los ecosistemas, este impacto que se ha estudiado ya por un buen tiempo tiene sus afectaciones principalmente dirigidas a la biodiversidad biológica, bajo dos fundamentos principales, tales son: la teoría biogeográfica y la teoría de metapoblaciones. Por lo anterior, la construcción del proyecto provoca la fragmentación del hábitat.
Actividades causantes:	Desmonte	
Tipo de impacto:	**Adverso**	
IMPACTO AMBIENTAL 20 CAMBIO EN LA TASA DE EMPLEOS FORMALES		
Factor ambiental impactado:	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Generación de empleo)	Todas las actividades del proyecto requieren de personal, por lo que se generarán tanto empleos temporales como permanentes. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se contratarán trabajadores para diversas labores, incluyendo la operación de maquinaria, la supervisión de obras y la gestión de recursos. Estos empleos temporales no solo brindarán oportunidades laborales a la
Actividades causantes:	CONTRATACIÓN DE PERSONAL DE OBRA Y ADQUISISCIÓN DE INSUMOS, ACTIVIDADES DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA, INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES,	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES NO APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES, CUNETAS, INSTALACIÓN DE SEÑALAMIENTOS, DESMANTELAMIENTO DE OBRAS PROVISIONALES, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	población local, sino que también contribuirán a la economía regional mediante el incremento de la demanda de bienes y servicios. La creación de empleos fomenta el crecimiento económico y social de la comunidad, promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar general. Además, se priorizará la contratación de personas originarias de la región, asegurando que los beneficios económicos se queden dentro de la comunidad y fomentando un sentido de pertenencia y compromiso con el éxito del proyecto.
Tipo de impacto:	**Favorable**	
IMPACTO AMBIENTAL 21 CAMBIO EN LA EDUCACIÓN, LA SALUD Y EL INGRESO		
Factor ambiental impactado:	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Generación de empleo)	La generación de empleos por las actividades del proyecto beneficia a las familias y viviendas, mejorando su calidad de vida y provocando cambios positivos en la educación, salud y servicios. Este proyecto no solo incrementará la cantidad de empleos disponibles, sino que también se priorizará la contratación de personas originarias del sitio. Esta estrategia de contratación local no solo asegura que los beneficios económicos se queden dentro de la comunidad, sino que también fomenta un sentido de pertenencia y compromiso con el éxito
Actividades causantes:	CONTRATACIÓN DE PERSONAL DE OBRA Y ADQUISISCIÓN DE INSUMOS, ACTIVIDADES DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA, INSTALACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES, DESMONTE, DESPALME, EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO, CORTES NO	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	APROVECHABLES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, ACARREO DE MATERIALES, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN, BASE Y CONCRETO, PERFORACIÓN PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES, CUNETAS, INSTALACIÓN DE SEÑALAMIENTOS, DESMANTELAMIENTO DE OBRAS PROVISIONALES, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	del proyecto. Las oportunidades de empleo permitirán a las personas obtener ingresos estables, lo cual tendrá un efecto multiplicador en la economía local, mejorando el acceso a servicios educativos, de salud y otros servicios básicos. Además, al contratar a personas locales, se aprovecharán sus conocimientos y habilidades específicas de la región, garantizando una adaptación más eficiente a las particularidades del entorno y las necesidades del proyecto. La inclusión de la comunidad en el desarrollo del proyecto también promoverá un ambiente de cooperación y apoyo mutuo, fortaleciendo los lazos sociales y contribuyendo al bienestar general de la población.
Tipo de impacto:	**FAVORABLE**	En resumen, la generación de empleos por las actividades del proyecto no solo beneficiará económicamente a las familias y viviendas, mejorando su calidad de vida, sino que también se buscará contratar a personas originarias del sitio, asegurando que los beneficios se distribuyan equitativamente y contribuyan al desarrollo sostenible de la comunidad.
IMPACTO AMBIENTAL 22 ACCESIBILIDAD A CENTROS MÉDICOS		
Factor ambiental impactado:	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Economía local)	El proyecto favorecerá la conexión con vías federales y permitirá el flujo vehicular, lo que traerá múltiples beneficios para las comunidades locales. La construcción de carreteras mejora la conectividad, facilitando el acceso a servicios esenciales como educación, salud y comercio. Las comunidades rurales, a menudo aisladas, tendrán la oportunidad de integrarse más plenamente en la
Actividades causantes:	OPERACIÓN	
Tipo de impacto:	**FAVORABLE**	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		economía regional y nacional, reduciendo las desigualdades y promoviendo el desarrollo. Además, una mejor infraestructura vial puede atraer inversiones y fomentar el turismo, generando nuevas oportunidades de empleo y crecimiento económico. Las carreteras también facilitan el transporte de productos agrícolas y manufacturados, permitiendo a los productores locales acceder a mercados más amplios y competitivos. Por otro lado, la conectividad vial mejora la calidad de vida al reducir los tiempos de viaje, disminuir los costos de transporte y proporcionar mayor seguridad en el desplazamiento. Esto es especialmente importante en situaciones de emergencia, donde el acceso rápido a servicios médicos puede salvar vidas. En resumen, la construcción de carreteras no solo permitirá un flujo vehicular más eficiente, sino que también impulsará el desarrollo social y económico, mejorará la integración de las comunidades y contribuirá al bienestar general de la población.
IMPACTO AMBIENTAL 23 RIESGO DE ACCIDENTES LABORALES		
Factor ambiental impactado:	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Economía local)	Como en todos los proyectos, las actividades constructivas conllevan ciertos riesgos laborales si no se cumplen con las medidas correspondientes. Es importante destacar que los riesgos laborales son una preocupación común en la industria de la construcción y abarcan una amplia gama de peligros, desde caídas y lesiones por maquinaria hasta exposición a sustancias peligrosas.
Actividades causantes:	DESMONTE, EXCAVACIONES, RELLENOS Y NIVELACIONES, ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN, CONFORMACIÓN DE PEDRAPLÉN Y TERRAPLÉN, PERFORACIÓN	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
	PARA PILAS DE CIMENTACIÓN, COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, COLADO DE PILAS DE CONCRETO, CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES.	La importancia de seguir las normas de seguridad y las prácticas recomendadas no puede ser subestimada. Proveer a los trabajadores con la formación adecuada, equipo de protección personal y crear un entorno de trabajo seguro son cruciales para minimizar los riesgos y garantizar que todos los participantes puedan realizar sus labores de manera segura. Dicho esto, la ejecución del proyecto es de vital importancia por los múltiples beneficios que aportará a las comunidades locales y al entorno en general. Para mitigar los riesgos laborales asociados, se ejecutarán actividades de Educación Ambiental, las cuales no solo sensibilizarán a los trabajadores sobre las mejores prácticas ambientales y de seguridad, sino que también fomentarán una cultura de respeto y responsabilidad hacia el medio ambiente y la seguridad personal. Además, la implementación del proyecto traerá consigo mejoras significativas en la infraestructura local, incrementando la conectividad y facilitando el acceso a servicios esenciales. Esto, a su vez, impulsará el desarrollo económico y social de la región, generando empleo y mejorando la calidad de vida de sus habitantes. En resumen, aunque es fundamental abordar y gestionar adecuadamente los riesgos laborales en el proyecto, la importancia de su ejecución reside en los numerosos beneficios que se derivarán de su realización. La combinación de medidas de seguridad rigurosas y
Tipo de impacto:	**Adverso**	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS		
		actividades de educación ambiental garantizará que el proyecto se lleve a cabo de manera segura y eficiente, contribuyendo positivamente al desarrollo sostenible de la comunidad.
IMPACTO AMBIENTAL 24 INCREMENTO Y DIFUSIÓN DE BIENES CULTURALES DE LA NACIÓN, AL INCREMENTAR Y FAVORECER LA MOVILIDAD VEHICULAR		
Factor ambiental impactado:	Cultura	La realización de proyectos en estas áreas requiere una planificación cuidadosa para garantizar la preservación de los tesoros arqueológicos que pueden encontrarse bajo la superficie. El salvamento arqueológico es esencial para proteger y recuperar vestigios históricos antes de que se inicien las actividades constructivas. Esto no solo enriquece nuestro conocimiento sobre las antiguas civilizaciones mayas, sino que también permite que estos hallazgos sean estudiados y conservados para las generaciones futuras. En este sentido, las actividades arqueológicas se integran de manera armónica con los objetivos del proyecto, asegurando que el desarrollo y la preservación del patrimonio cultural vayan de la mano. El aumento en el número de viviendas con acceso a servicios básicos puede ser acompañado de un esfuerzo por preservar el patrimonio cultural y natural de la región. Las actividades de excavaciones y salvamento arqueológico pueden ser integradas en los proyectos de desarrollo de infraestructura, asegurando que se protejan y conserven los vestigios culturales y arqueológicos que se encuentren en la zona. De esta manera, se puede lograr un equilibrio entre el desarrollo y la preservación del patrimonio cultural.
Actividades causantes:	EXCAVACIÓN Y SALVAMENTO ARQUEOLÓGICO	
Tipo de impacto:	**Favorable**	

Consulta Pública

En la Tabla siguiente, se presentan los impactos residuales considerados para el proyecto.

Tabla V.13: Descripción de los impactos residuales del proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
Pérdida de vegetación forestal y Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	Este impacto se consideró de tipo residual, ya que, aunque se van a establecer medidas como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y el Programa de Reforestación, el impacto persistirá debido a la remoción de superficies con vegetación forestal. La pérdida de vegetación no solo se debe al proyecto, sino también a las prácticas de la población local, que utilizan la tierra para fines de agricultura o vivienda, contribuyendo así a la deforestación y reducción de la cobertura vegetal. Estas actividades humanas adicionales exacerban el problema, haciendo que la recuperación del ecosistema sea aún más desafiante. Para mitigar este impacto, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación. Por ejemplo, con los programas antes señalados se buscará restaurar las áreas afectadas mediante la plantación de especies nativas, lo cual contribuirá a la recuperación gradual de la vegetación y los servicios ecosistémicos asociados. Además, se promoverán prácticas sostenibles entre la población local, fomentando la agricultura y la construcción responsables que minimicen la pérdida de vegetación. Es crucial considerar que, aunque estas medidas ayudarán a reducir el impacto, el efecto de la deforestación puede persistir en el tiempo. La implementación de programas educativos y de concientización ambiental también jugará un papel importante en la protección y conservación de la cobertura vegetal, asegurando que tanto el proyecto como la comunidad local trabajen juntos hacia un desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente. En conclusión, aunque el impacto de la remoción de vegetación se considera residual y persistente, las medidas de prevención, mitigación y compensación contribuirán significativamente a reducir los efectos negativos y promover la sostenibilidad a largo plazo.

Consulta Pública

2025 Año de la Mujer Indígena

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
Pérdida de la diversidad de flora y hábitats	El proyecto requiere afectar áreas con vegetación, donde las actividades de desmonte disminuirán los hábitats potenciales presentes en esas áreas. Esta intervención es necesaria para la construcción, pero es fundamental reconocer que la fragmentación de hábitats es una consecuencia significativa de estas actividades. La fragmentación, causada por actividades antropogénicas como la agricultura, así como por el crecimiento urbano, representa un riesgo considerable al aumentar la superficie ocupada por asentamientos humanos e infraestructura. Para mitigar estos impactos, el proyecto implementará medidas de prevención, mitigación y compensación. Entre las medidas de prevención se incluyen la planificación y ejecución cuidadosa de las actividades de desmonte para minimizar la pérdida de vegetación y evitar áreas de alta biodiversidad. Además, se desarrollará el Programa de Conservación de Suelos y Restauración de Ecosistemas, con especies nativas para compensar la pérdida de cobertura vegetal y restaurar los hábitats afectados. En conclusión, aunque el proyecto requiere la remoción de vegetación y la consecuente disminución de hábitats potenciales, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación para reducir los impactos negativos y promover la sostenibilidad y conservación del entorno natural.
Variación en las superficies de infiltración	Como resultado de las actividades constructivas, el suelo será compactado de manera permanente, principalmente en las áreas de caminos. Esta compactación del suelo impide la infiltración de agua, lo que resulta en un impacto residual significativo. La compactación del suelo tiene varias implicaciones negativas, ya que reduce la porosidad del suelo, limitando el espacio disponible para el aire y el agua. Esto afecta negativamente la salud del suelo, reduciendo su capacidad para soportar la vida vegetal y microorganismos esenciales para el ecosistema. Además, la disminución de la infiltración de agua puede llevar a un aumento en la escorrentía superficial, lo que puede provocar erosión, inundaciones y la pérdida de suelo fértil. Para mitigar estos impactos, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación. Entre las medidas de prevención se incluyen la planificación cuidadosa de las áreas a compactar para minimizar su extensión y la utilización de técnicas de construcción que reduzcan la compactación del suelo.

Consulta Pública

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
	Las medidas de mitigación pueden incluir la instalación de sistemas de drenaje adecuados para manejar la escorrentía superficial y la implementación de prácticas de manejo del suelo que mejoren su estructura y porosidad, como la incorporación de materia orgánica y la rotación de cultivos en las áreas adyacentes.

a) Impactos acumulativos.

Los impactos acumulativos se refieren a aquellos que se suman a los efectos ambientales ya ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en la actualidad, y que no necesariamente son provocados por la misma actividad del proyecto en cuestión. En la siguiente tabla se muestran los impactos acumulativos identificados para el proyecto.

Tabla V.14: Descripción de los impactos acumulativos del proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
Perturbación de fauna por contaminación auditiva y lumínica	Este impacto se considera acumulativo pues la fauna silvestre quedará bajo perturbación por la construcción del proyecto "**Libramiento Vial Cancún Sur"**, debido a que incluye un incremento en el número de vehículos que generarán luz artificial las 24 horas del día contribuirán a la perturbación de la fauna local. El impacto se suma a los ya existentes en el Sistema Ambiental (SA), como la operación del Tren Maya, las ciudades urbanas como Puerto Morelos y Cancún, y todos los complejos turísticos y aldeas, que causan perturbación por contaminación auditiva y lumínica. Estas perturbaciones incluyen el ruido constante de la maquinaria y vehículos, así como la iluminación artificial que afecta los ciclos naturales de las especies nocturnas. Además, el aumento en el tráfico vehicular no solo implica un incremento en el ruido, sino también en las emisiones contaminantes, lo cual tiene efectos adversos en la calidad del aire y, por ende, en la salud de la fauna silvestre. La combinación de estos factores puede alterar significativamente los comportamientos de alimentación, reproducción y migración de diversas especies, generando un estrés constante en la fauna local. Se pueden desarrollar programas de monitoreo ambiental para evaluar constantemente el estado de la fauna y la eficacia de las

Consulta Pública

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
	medidas implementadas. También es importante involucrar a la comunidad local y a las autoridades en la conservación y protección del entorno natural para asegurar un desarrollo sostenible y respetuoso con la biodiversidad. En conclusión, aunque el impacto de la operación de la "**Libramiento Vial Cancún Sur**" es significativo y acumulativo, la implementación de medidas adecuadas puede ayudar a mitigar sus efectos y proteger la fauna silvestre y los ecosistemas locales.
Pérdida de vegetación	La pérdida de vegetación por la construcción de la "**Libramiento Vial Cancún Sur**", se considera también como un impacto acumulativo, ya que se suma a los impactos generados por las obras de infraestructura presentes en el Sistema Ambiental (SA), las cuales, para su construcción, afectaron a la vegetación nativa. Para mitigar estos impactos, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación. Entre estas medidas se incluye el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y el programa de Reforestación con especies nativas para restaurar la cobertura vegetal, la creación de corredores ecológicos que faciliten el desplazamiento de la fauna y la implementación de prácticas de construcción sostenibles que minimicen el daño al entorno natural. Estas acciones no solo ayudarán a reducir los efectos negativos de la pérdida de vegetación, sino que también promoverán la resiliencia del ecosistema y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Es fundamental que tanto el proyecto como las comunidades locales trabajen juntos para garantizar un equilibrio entre el desarrollo y la conservación del medio ambiente.
Fragmentación del hábitat	La fragmentación de las selvas naturales es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad (Turner, 1996). Los principales efectos de la fragmentación a nivel de paisaje son la reducción del tamaño y calidad del hábitat, el aumento de borde y número de parches, y la pérdida de conectividad (Forman y Godron, 1986; Lindenmayer y Fischer, 2006). En el contexto del proyecto, es esencial abordar estos impactos mediante la implementación de medidas de conservación y restauración.

Consulta Pública

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
	En resumen, la fragmentación del paisaje es un desafío significativo que requiere una gestión cuidadosa y estrategias de mitigación efectivas. Aunque el proyecto puede contribuir a la fragmentación, la adopción de prácticas sostenibles y la implementación de medidas de conservación pueden ayudar a preservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el largo plazo.

V.4 Conclusiones.

El presente estudio "**Libramiento Vial Cancún Sur**", consideró evaluar la información disponible y proponer un diagnóstico de las posibles afectaciones al entorno ambiental, vinculadas a la ejecución del proyecto.

Basándonos en la matriz de impactos expuesta anteriormente, durante el desarrollo del proyecto se observa que el sistema se encontrará generalmente expuesto a un ambiente moderado a severo. Esto se debe a que habrá impactos negativos sobre los componentes bióticos y abióticos mencionados anteriormente. Sin embargo, los componentes socioeconómicos se verán impactados de manera positiva, ya que se crearán empleos temporales y se requerirán servicios, lo que incrementará la demanda económica en la zona de influencia del proyecto. Esto se debe principalmente a que, durante la etapa de preparación del sitio y la etapa operativa del proyecto, se contratará personal para la ejecución de los trabajos, lo cual generará empleos temporales. Así mismo, se incrementará la calidad de vida de los pobladores, lo cual, con el paso del tiempo, se verá reflejado en mejoras en la educación, la salud y otros servicios esenciales.

Además, los impactos ocasionados serán en gran medida atenuados durante las diferentes actividades del proyecto gracias a la aplicación y ejecución de medidas de prevención, mitigación, compensación y programas ambientales propuestos. Estas medidas garantizarán que las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del Sistema Ambiental (SA), por lo que se considera compatible y ambientalmente viable la realización del presente proyecto.

La ejecución de este proyecto, aparte de los posibles impactos ambientales a generarse, no presenta ninguna restricción legal para su ejecución. El proyecto es ambientalmente viable y, a su vez, mejorará significativamente el sector económico, favoreciendo el empleo local y la economía en términos reales, y aportando beneficios a

Consulta Pública

corto, mediano y largo plazo. Por estas razones, el proyecto se considera técnica, biológica y socialmente viable, cumpliendo con todas las observaciones y recomendaciones incluidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular.

Es importante destacar que la implementación de programas educativos y de concienciación ambiental también jugará un papel fundamental en el éxito del proyecto. Estos programas no solo sensibilizarán a los trabajadores y a la comunidad sobre la importancia de la conservación ambiental, sino que también fomentarán prácticas sostenibles y responsables que contribuirán a la protección del entorno natural y al bienestar de la población.

En conclusión, este proyecto no solo es ambientalmente viable y cumple con las normativas legales, sino que también representa una oportunidad significativa para mejorar la calidad de vida de los pobladores, impulsar la economía local y promover el desarrollo sostenible a largo plazo.

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo VI: Medidas preventivas y de mitigación de los Impactos Ambientales.

Del proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Con pretendida ubicación en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo.

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales..4

VI.1 Descripción de la Medida o Programa de Medidas de la Mitigación o Correctivas por Componente Ambiental 6

VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental.....29

VI.2.1 Objetivos.....30

VI.2.1.1 Objetivo general 30

VI.2.1.2 Objetivos particulares 30

VI.2.2 Metas. 31

VI.2.3 Descripción de las Acciones que Serán Aplicadas para Ejecutar las Medidas Contenidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.....32

VI.2.4 Propuesta de los Indicadores de Seguimiento y Monitoreo de los Programas Ambientales. 32

VI.2.4.1 Propuesta del índice de eficiencia.....33

VI.2.4.2 Propuesta de los criterios de evaluación del cumplimiento ambiental. 33

VI.2.4.3 Propuesta del índice de cumplimiento ambiental. 34

VI.2.4.4 Propuesta del índice de desempeño. 35

VI.2.5 Fichas Técnicas de Seguimiento Ambiental del Proyecto.....35

VI.3 Seguimiento Y Control (Monitoreo).....59

VI.3.1 Rangos de Umbral cuando la Eficiencia es el 100%. 59

VI.3.2 Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra.....59

VI.3.3 VI.3.3. Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad.....60

VI.4 Información Necesaria Para La Fijación De Montos De Fianzas.....62

VI.4.1 Cumplimiento Legal y Regulaciones Ambientales 63

Consulta Pública

2025 AÑO DE LA Mujer Indígena

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1: Medidas de prevención o mitigación de impactos negativos detectados. 6
Tabla VI.2: Índice de eficiencia de Eficiencia. 33
Tabla VI.3: Criterios de Evaluación del Cumplimiento Ambiental. 33
Tabla VI.4: Índice de Cumplimiento Ambiental. 34
Tabla VI.5: Propuesta del Índice de Desempeño. 35
Tabla VI.6: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. 37
Tabla VI.7: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. 42
Tabla VI.8: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Reforestación. 46
Tabla VI.9: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Reforestación 49
Tabla VI.10: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Reforestación. 51
Tabla VI.11: Fichas técnicas de seguimiento ambiental del Programa de Manejo Integral de Residuos. 53
Tabla VI.12: Ficha técnica del Programa de Vigilancia Ambiental. 56
Tabla VI.13: Fichas técnicas de la categoría de manejo ambiental y medidas generales. 57
Tabla VI.14: Umbral cuando la eficiencia es el 100%. 59
Tabla VI.15 : Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra. 59
Tabla VI.16: Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad. 60

Consulta Pública

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El presente capítulo detalla las medidas de mitigación aplicadas a los impactos adversos identificados. Dichas medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en cada etapa del proyecto (Preparación del sitio, construcción y operación).

Clasificación de las Medidas Ambientales.

- **Medidas de Control**: La aplicación obligatoria de las Normas Oficiales Mexicanas, así como la implementación de Planes de Contingencias Ambientales, de Seguridad, Sanidad e Higiene. También se consideran los criterios de protección descritos en los Planes de Ordenamiento vigentes en la zona.
- **Medidas de Prevención**: Encaminadas a impedir que un impacto ambiental ocurra. Incluyen actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, entre otras medidas preventivas.
- **Medidas de Mitigación o Minimización**: Se implementan cuando no es posible eliminar un efecto adverso. Estas medidas tienden a disminuir sus efectos. Incluyen la toma de decisiones sobre el proyecto y el rescate del medio afectado, como el trasplante o inducción de organismos vegetales.
- **Medidas de Restauración**: Promueven la existencia de condiciones similares a las iniciales, antes del impacto ambiental.
- **Medidas de Compensación**: Aplicadas cuando los daños al ecosistema son irreversibles, compensando sus efectos mediante actividades como la repoblación vegetal o inversiones en obras de beneficio ambiental.

Importancia de las Medidas de Mitigación: Las medidas de mitigación son esenciales para prevenir, remediar o compensar los efectos negativos ocasionados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas específicas en cada etapa, junto con su integración en programas que contemplen desde la selección del sitio hasta la operación del proyecto, permite reducir significativamente los impactos ambientales.

De acuerdo con la legislación ambiental, **las medidas de prevención y mitigación** son disposiciones y acciones anticipadas destinadas a evitar o reducir los impactos ambientales en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Esto incluye la aplicación de políticas, estrategias, obras o acciones que eliminen o minimicen los impactos adversos potenciales durante las diferentes etapas de un proyecto (preparación del sitio, construcción y operación).

Consulta Pública

La identificación y valoración de los impactos y las medidas de prevención, control, mitigación y compensación, seleccionadas son resultado de un proceso de análisis sustentado en:

- El conocimiento detallado de las características y especificaciones técnicas del proyecto.
- El inventario y diagnóstico ambiental del área del proyecto, integrado con la información disponible provenientes de sitios y regiones cercanas, de carácter especializada, que permiten extrapolar algunas condiciones que imperan dentro o alrededor del SA.
- Identificación de factores críticos asociados a la construcción y operación de una estación de tren multimodal; y conocer experiencias en la aplicación y efectividad de medidas de gestión ambiental aplicadas en proyectos similares.
- El conocimiento de la legislación y normatividad ambiental, así como la experiencia práctica en la evaluación ambiental de proyectos de desarrollo de diferentes sectores productivos, que abarca tanto la formulación de estudios, análisis y programas ambientales, como su evaluación y verificación desde las perspectivas de las autoridades ambientales, especialistas y grupos de expertos, organizaciones civiles y distintos grupos de interés.

Las medidas de mitigación pueden incluir una o varias de las acciones alternativas:

- Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto; reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Consulta Pública

VI.1 Descripción de la Medida o Programa de Medidas de la Mitigación o Correctivas por Componente Ambiental

Tabla VI.1: Medidas de prevención o mitigación de impactos negativos detectados.

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
IMPACTO AMBIENTAL 1 ALTERACIÓN DE COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES GEOLÓGICOS	
Factor ambiental impactado:	GEOFORMAS (Movimientos de materiales)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Delimitación de las áreas de construcción, principalmente de las zonas donde habrá movimiento de tierras por las excavaciones, rellenos, nivelaciones y compactaciones. Quedará prohibido alterar o modificar superficies que no se encuentren dentro del predio de construcción del proyecto, a fin de evitar potenciales modificaciones o inestabilidad del relieve, debidas a la ocurrencia de grietas, derrumbes y otros fenómenos, causados por malas prácticas constructivas.
IMPACTO AMBIENTAL 2 COLAPSO DE FORMACIONES KÁRSTICAS	
Factor ambiental impactado:	GEOFORMAS (SISTEMA KÁRSTICO)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Para prevenir este impacto, se implementarán las siguientes medidas: • **Identificación y Delimitación**: En caso de hallarse zonas con riesgo potencial se delimitarán las zonas que presenten vulnerabilidad kárstica. • **Reducción de la Exposición del Suelo**: Disminuir el tiempo de operación de la maquinaria y equipo para reducir la exposición del suelo.

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	• **Reducción de Vibraciones**: Se utilizarán procesos que reduzcan las vibraciones, como el oxicorte en lugar de cinceles neumáticos o amoladoras portátiles, y técnicas hidráulicas en lugar de neumáticas de impulso o remachados. • **Selección de Equipos**: Se elegirá y trabajará con equipos que generen un menor número de vibraciones durante la ejecución de la obra. • **Condición del Equipo**: Queda prohibido alterar o modificar el equipo y las maquinarias respecto a su condición de fabricación. • **Mantenimiento Preventivo y Correctivo**: Se dará mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y maquinaria conforme a lo señalado en los manuales de fabricación.
IMPACTO AMBIENTAL 3 INCREMENTO DE VOLUMENES DE EROSIÓN DEL TERRENO Y DEGRADACIÓN DEL TERRENO	
Factor ambiental impactado:	GEOFORMAS (Relieve)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Se verificará que, una vez concluidas las acciones de nivelación, se retire el material excedente en los sitios de acopio para que la topoforma vuelva a su estado original y evitar modificar la carga del suelo. Esto es crucial para prevenir cualquier tipo de hundimiento y/o derrumbe, lo cual podría ocurrir por malas prácticas constructivas. Asimismo, el acamellonamiento del suelo se realizará en un terreno con buenas condiciones de drenaje superficial para minimizar el riesgo de inundación. En dicho terreno también se instalará una malla protectora contra la erosión eólica e hídrica. Los sitios de acopio del suelo estarán debidamente delimitados y protegidos. Se ejecutará el **Programa de Reforestación**. Queda prohibido modificar superficies que no se encuentren dentro del polígono del proyecto, para evitar la potencial modificación o inestabilidad del relieve debido a posibles derrumbes o malas prácticas constructivas.

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	También queda prohibido acumular, extraer o apilar material en superficies fuera del polígono del proyecto y sin las medidas de protección estructural correspondientes. Para la restauración de posibles Hábitats a afectarse con el desarrollo del proyecto se implementarán medidas que eviten la afectación de los corredores biológicos**,** que entre sus objetivos se establece un sistema de monitoreo continuo para evaluar el estado y detectar cualquier cambio o amenaza.
IMPACTO AMBIENTAL 4 CAMBIO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	
Factor ambiental impactado:	EDAFOLOGÍA (Contaminación)
Etapa del proyecto	Preparación del Sitio, Construcción y Operación y mantenimiento
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	La recarga de combustible para vehículos y maquinaria se realizará preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en centros urbanos cercanos. Si es necesario realizar la recarga de combustible en el lugar, se deben utilizar vehículos adecuados que cuenten con personal capacitado, señalización y equipos para el despacho de combustible y la atención de emergencias. La recarga debe realizarse en una superficie no expuesta, usando una lona impermeable lo suficientemente grande para cubrir completamente los vehículos y maquinaria, o materiales absorbentes en el área de recarga. Lo ideal es que esta actividad se lleve a cabo en una superficie de concreto o pavimento para evitar la contaminación del suelo. El personal encargado del manejo de hidrocarburos debe ser instruido sobre la correcta transferencia, manipulación y gestión de estas sustancias, tanto en operaciones normales de mantenimiento como en situaciones de emergencia. En caso de identificarse suelo impregnado con hidrocarburos, aceites o sustancias químicas, se procederá a su retiro controlado mediante excavación selectiva, evitando su dispersión. El material será acopiado temporalmente sobre superficie impermeabilizada y cubierta, para posteriormente ser enviado a un sitio autorizado para su tratamiento o confinamiento final

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005. Se implementarán registros de generación, transporte y destino final, conforme a la normatividad aplicable. Las sustancias que puedan derramarse se almacenarán en el almacén temporal de residuos peligrosos, donde se manipulen de manera segura y eficiente dando cumplimiento a la NOM-052-SEMARNAT-2005. Todos los contenedores deben estar claramente etiquetados con su contenido, de acuerdo con la legislación aplicable. El almacén temporal de residuos peligrosos contará con diques o bandejas para contener derrames, con capacidad suficiente para el contenedor más grande almacenado. Los contenedores de residuos peligrosos serán recolectados periódicamente y trasladados a un almacén temporal, debidamente delimitado y señalizado por una empresa debidamente registrada y que cuente con los permisos necesarios. Se evitará el uso de herbicidas o cualquier sustancia química que pueda dañar la vegetación durante el desmonte. No se deben mezclar los residuos urbanos con otros tipos de residuos, como los de manejo especial o peligrosos. Está prohibido desechar residuos en la vía pública, alcantarillas, lotes baldíos, cuerpos de agua superficiales, vertederos clandestinos, áreas comunes y parques, así como reutilizar contenedores previamente utilizados para residuos peligrosos. Se capacitará a los trabajadores en prácticas de manejo de agua y en la importancia de proteger la calidad del agua durante la construcción. El suministro de combustible y aditivos considerados sustancias peligrosas será realizado por personal capacitado, utilizando vehículos adecuados con pistolas dosificadoras. Si se realiza

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	de otra manera, se deben emplear los dispositivos necesarios. En el sitio se dispondrá de un kit antiderrames, que incluirá bandejas metálicas o plásticas, toallas absorbentes, musgo absorbente u otros materiales para contener cualquier derrame. Se establecerá la limpieza regular de los servicios de apoyo (baños portátiles) para evitar derrames, contratando a una empresa especializada que cuente con los permisos necesarios ante las dependencias correspondientes para la correcta disposición de las aguas residuales. Se implementarán sistemas de contención y barreras para evitar que los derrames de materiales y combustibles lleguen a cuerpos de agua cercanos. **Compensación de Impactos Ambientales**: • **Pláticas de Concientización Ambiental**: Se realizarán sesiones de capacitación para el personal sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. • **Ecosistemas**: Se implementarán medidas para prevenir afectaciones ocasionadas al ecosistema, con el objetivo de establecer estrategias que permitan amortiguar las afectaciones adversas. • **Compensación Ambiental**: Se llevarán a cabo actividades de compensación, como la creación de áreas verdes o proyectos de conservación, para contrarrestar los impactos negativos del proyecto.
IMPACTO AMBIENTAL 5 CAMBIO EN EL PRIMER HORIZONTE DE SUELO (EÓLICA / HÍDRICA)	
Factor ambiental impactado:	EDAFOLOGÍA (Erodabilidad)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Suelo Orgánico**: La capa de humus (nutrientes) que se retire durante las actividades de despalme será almacenada en un sitio adecuado. Este material se utilizará en las áreas a reforestar para estabilizar taludes o, en su caso, para mejorar las condiciones naturales de

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	áreas degradadas cercanas al proyecto, fomentando el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea. **Conservación y Protección del Suelo**: Las áreas donde se realicen las excavaciones deberán ser protegidas para reducir el riesgo de deslizamientos o derrumbes. En las zonas donde las excavaciones sean temporales, se aplicarán actividades de revegetación mediante la dispersión de semillas de la región y actividades de estabilización utilizando algunas de las técnicas propuestas en el Programa de Reforestación. **Suelo Natural**: El suelo obtenido de las excavaciones se utilizará en las actividades de terracerías de las vías y la nivelación del terreno. El sobrante de suelo natural será almacenado para su posterior uso en las actividades de reforestación. En sitios donde los taludes estén expuestos a la acción del agua y el viento, se realizará su estabilización mediante la instalación de malla y material triturado resultante del desmonte. **Compensación de Impactos Ambientales**: • **Degradadas**: Se implementará **un Programa de Reforestación** en áreas degradadas cercanas al proyecto, utilizando el suelo orgánico y natural almacenado. Esto ayudará a estabilizar los taludes y mejorar las condiciones naturales del área, promoviendo el crecimiento de una cobertura vegetal saludable.
IMPACTO AMBIENTAL 6 COLAPSO Y/O CAMBIO ESTRUCTURAL EN CENOTES O CAVERNAS	
Factor ambiental impactado:	EDAFOLOGÍA (Fragilidad del suelo)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Para abordar el impacto ambiental y las posibles inestabilidades en zonas kársticas debido a malas prácticas constructivas y el uso de maquinaria pesada, se implementarán las siguientes medidas: **Identificación y Delimitación** • De acuerdo con los estudios geológicos, geofísicos y geohidrológicos previos a la ejecución del proyecto se identificarán y delimitarán las zonas que presenten mayor vulnerabilidad kárstica para asegurar una adecuada gestión ambiental en dichas

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	áreas, lo anterior mediante la señalética correspondiente, así como la implementación de barreras de acceso en caso de requerirse. **Reducción de Vibraciones** ● Para minimizar la exposición del sistema kárstico a las vibraciones mecánicas, se reducirá el tiempo de operación de la maquinaria y equipo. ● Se utilizarán procesos que reduzcan las vibraciones, como el oxicorte en lugar de cinceles neumáticos o amoladoras portátiles, y la utilización de técnicas hidráulicas en lugar de neumáticas de impulso o remachados. **Medidas de Prevención** ● Implementar protocolos estrictos para la operación y mantenimiento de maquinaria para evitar el uso prolongado y la generación de vibraciones innecesarias. ● Capacitar al personal en buenas prácticas constructivas y en la identificación de señales de inestabilidad en terrenos kársticos.
IMPACTO AMBIENTAL 7 AUMENTO EN LA EMISIÓN DE GYCEI	
Factor ambiental impactado:	ATMÓSFERA (Calidad del aire emisiones)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio Preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Prevención de Emisiones Contaminantes**: ● Quedará estrictamente prohibida la quema de residuos generados en cualquier etapa del proyecto para evitar la emisión de contaminantes atmosféricos. **Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos**: ● Se llevarán a cabo mantenimientos preventivos a maquinaria, vehículos y equipo, los cuales se registrarán en bitácoras, con el fin de evitar que el mal funcionamiento genere ruido y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fuera de norma. ● Todo mantenimiento se realizará en talleres cercanos al área de trabajo, quedando prohibido realizar estas actividades en el área del proyecto, considerando el cumplimiento para la verificación de la normatividad ambiental estatal y municipal. **Limitación de ruido**:

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	• Implementar medidas para reducir el ruido generado por la maquinaria y el tráfico de construcción, ya que el ruido también puede afectar la calidad del aire. **Control de polvo**: • Se implementarán riegos periódicos para mantener el polvo en suspensión y evitar que se propague al aire **Cumplimiento Normativo**: • La maquinaria y equipo utilizado en las diferentes etapas de la obra deberán mantenerse en buenas condiciones mecánicas, afinados y con dispositivos para la reducción de contaminantes, así como silenciadores para cumplir con los niveles máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas. • Se exigirá la presentación y actualización periódica de los reportes de verificación vehicular con el fin de garantizar el cumplimiento a las NOM y demás disposiciones aplicables. El responsable deberá mantener dichos reportes disponibles en sitio para su revisión durante inspecciones o auditorías ambientales. La medida busca controlar las emisiones y preservar la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto. **Reducción de Emisiones**: • Se informará a los operadores de las unidades sobre el uso estrictamente necesario de la maquinaria. Cuando la maquinaria no esté en uso o no sea necesaria, deberá permanecer apagada. **Medidas de Mitigación** • **Optimización del Uso de Maquinaria**: Reducir al mínimo el uso innecesario de maquinaria para limitar la generación de ruido y emisiones contaminantes. **Medidas de Compensación** • **Educación Ambiental**: Realizar sesiones de capacitación y concienciación con el personal sobre la importancia del manejo adecuado de maquinaria y residuos, así como sobre las mejores prácticas ambientales.
IMPACTO AMBIENTAL 8 AUMENTO EN LA EMISIÓN DE POLVOS	
Factor ambiental impactado:	ATMÓSFERA (Partículas suspendidas)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Prohibición de Quema de Residuos**: Queda estrictamente prohibida la quema de residuos generados en cualquier etapa del proyecto, para evitar la emisión de contaminantes atmosféricos. • **Control de Material Particulado**: Para evitar la dispersión de material particulado, se realizará riego periódico con agua tratada en el área del proyecto. El agua utilizada provendrá de pipas de agua tratada y se verificará que su calidad cumpla con la normatividad vigente, para evitar contaminación y problemas de salud entre los trabajadores. • **Transporte de Material**: Los camiones que transporten tierra o material en el área del proyecto, área de influencia o SA, estarán obligados a transitar con lonas o a realizar el transporte de material húmedo para evitar la dispersión de polvo. En las etapas de preparación del sitio y construcción, todos los vehículos deberán transitar dentro del polígono del proyecto a una velocidad máxima de 30 km/h para reducir la dispersión de material particulado. • **Equipos de Protección Personal**: Se proporcionará al personal encargado de realizar actividades que generen material particulado, el equipo de protección personal necesario para protegerlos de los agentes del ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y salud, cumpliendo con la NOM-017-STPS-2024. • **Campañas de Concientización**: Se realizarán campañas de concientización dirigidas al personal de obra sobre el uso adecuado del equipo de protección personal y el mantenimiento de la maquinaria en buenas condiciones. **Medidas de Mitigación** • **Reducción de Vibraciones**: Implementar técnicas que reduzcan las vibraciones, como el uso de técnicas hidráulicas en lugar de neumáticas de impulso o remachados. • **Monitoreo y Mantenimiento**: Realizar mantenimientos preventivos a la maquinaria, vehículos y equipo, registrándolos en bitácoras, para evitar el mal funcionamiento que genere ruido y emisiones de GEI fuera de norma. Todo mantenimiento se llevará a

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	cabo en talleres cercanos al frente de trabajo, prohibiéndose su realización en el área del proyecto. **Medidas de Compensación** • **Reforestación y Restauración Ambiental**: Implementar Programas Ambientales para compensar las emisiones generadas y restaurar el equilibrio ecológico.
IMPACTO AMBIENTAL 9 AUMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO	
Factor ambiental impactado:	ATMÓSFERA (Confort sonoro)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Mantenimiento Preventivo**: Se llevarán a cabo mantenimientos preventivos a maquinaria, vehículos y equipos, los cuales se registrarán en bitácoras, para evitar que su mal funcionamiento genere ruido. Con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad, se exigirá el uso obligatorio de equipo de protección auditiva a los operadores de maquinaria pesada y a todo el personal que desempeñe actividades en zonas cercanas a fuentes generadoras de ruido. El responsable del proyecto deberá supervisar que los trabajadores cuenten con protectores auditivos certificados (tapones u/o orejeras) y que su utilización sea constante durante la operación de equipos que excedan los niveles permisibles, teniendo como objetivo prevenir afectaciones a la salud auditiva del personal, garantizando condiciones laborales seguras y acordes a la legislación ambiental vigente. • **Cumplimiento Normativo**: Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, con el objetivo de mantener la seguridad y evitar efectos negativos en los trabajadores en las áreas donde se genere ruido. • **Campañas de Concientización**: Se realizarán campañas de concientización dirigidas al personal de obra sobre el uso de equipo de protección personal y la importancia de mantener la maquinaria en buenas condiciones.

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	Medidas de Mitigación • **Uso de Equipos de Mayor Emisión de Ruido**: Los equipos que emitan mayores niveles de ruido se utilizarán únicamente en horario normal, evitando su uso en horario nocturno. • **Silenciadores**: Todos los vehículos, maquinaria y equipos de obra utilizarán silenciadores adecuados según sus características. • **Programa de Monitoreo**: Se cumplirá con la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisión de ruido provenientes del escape. • **Rescate y Reubicación de Fauna**: Antes del inicio de las actividades en cada etapa, se llevarán a cabo las acciones establecidas en el **programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** para evitar generar estrés en los animales presentes en el área de obra. **Medidas de Compensación** • **Educación Ambiental**: Se llevarán a cabo actividades de educación y capacitación para el personal, enfocándose en la importancia del cuidado ambiental y la correcta gestión de maquinaria y residuos.
IMPACTO AMBIENTAL 10 VARIACIÓN EN LAS SUPERFICIES DE INFILTRACIÓN	
Factor ambiental impactado:	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA (Infiltración)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio y construcción
Tipo de impacto:	Adverso
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Delimitación de Superficies**: Se delimitarán las superficies de desplante de las obras que integran el proyecto, garantizando que las actividades constructivas se lleven a cabo únicamente en las áreas designadas. **Medidas de Mitigación** • **Reforestación para Restauración**: Se llevarán a cabo acciones de reforestación con el fin de restaurar áreas degradadas en el Sistema Ambiental (SA). Esto permitirá

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	establecer una cobertura vegetal que minimice los escurrimientos, favorezca la retención del suelo y mejore la infiltración de agua. • **Control de Escurrimientos**: Se adoptarán medidas para controlar los escurrimientos en las áreas a restaurar, reduciendo el riesgo de erosión y pérdida de suelo. **Medidas de Compensación** • **Programas Ambientales:** Se implementará un Programa de Reforestación.
IMPACTO AMBIENTAL 11 CAMBIO EN LOS PATRONES DE ESCURRIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AGUA	
Factor ambiental impactado:	HIDROLOGÍA (Dinámica hidrológica)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio, construcción
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Se mantendrá limpias las áreas de trabajo, con el fin de no obstruir los escurrimientos que se puedan generar por las lluvias. Proyectar y construir obras de drenaje mayor y menor (transversal y longitudinal) en los terraplenes de vías férreas Durante la operación del proyecto dar mantenimiento preventivo y correctivo a las obras de drenaje transversal y longitudinal del proyecto. Promoverá la conservación de superficies de recarga de agua, mediante las acciones de reforestación
IMPACTO AMBIENTAL 12 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA POR EL AUMENTO EN LOS VOLÚMENES DE AGUAS RESIDUALES	
Factor ambiental impactado:	HIDROLOGÍA (Calidad de agua)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio y construcción
Tipo de impacto:	**Adverso**

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Recarga de Combustible:** La recarga de combustible de vehículos y maquinaria se realizará preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en centros urbanos cercanos. Si es necesario realizar la recarga in situ, se utilizarán vehículos adecuados con personal capacitado, señalamientos y aditamentos necesarios para el despacho seguro del combustible y la atención de contingencias. • **Protección del Suelo:** La recarga de combustible se llevará a cabo en un sitio donde el suelo no esté expuesto. En caso contrario, se colocará una lona impermeable de tamaño considerable o materiales absorbentes bajo los vehículos y maquinaria, preferiblemente en un área cubierta con una plancha de concreto o pavimento. • **Instrucción al Personal:** Los responsables del manejo de hidrocarburos instruirán al personal sobre la manipulación y manejo seguro de estas sustancias, tanto en operaciones normales como en situaciones de emergencia. **Medidas de Mitigación** • **Almacenamiento Seguro:** El almacenamiento de combustibles o sustancias químicas que puedan derramarse se realizará en un almacén temporal de residuos peligrosos, donde se puedan manipular con facilidad y seguridad. Todos los contenedores estarán debidamente rotulados según lo especificado por la legislación vigente. • **Contención de Derrames:** El almacén temporal de residuos peligrosos contará con diques o charolas para retener posibles derrames, con capacidad para al menos el volumen del contenedor de mayor tamaño. • **Prohibición de Herbicidas:** Queda prohibido el uso de herbicidas o cualquier sustancia química que pueda contaminar las escorrentías de agua. • **Mantenimiento de Servicios de Apoyo:** Se establecerá la limpieza periódica de los baños portátiles para evitar derrames, contratando a una empresa especializada que cuente con los permisos necesarios de las dependencias correspondientes para la correcta disposición del agua residual. • **Recolección y Transporte de Residuos:** Los residuos peligrosos se recolectarán periódicamente y se trasladarán a un almacén temporal delimitado y señalizado. Los

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	residuos serán recolectados y transportados por servicios de limpia municipales o empresas registradas. **Medidas de Compensación** • **Deposición y Manejo de Residuos:** Los residuos generados se depositarán únicamente en contenedores especificados e identificados. Queda prohibido arrojar o abandonar residuos en la vía pública, alcantarillado, lotes baldíos, cuerpos de agua superficiales, basureros clandestinos, áreas comunes y parques. • **Separación de Residuos:** No se deben mezclar los residuos urbanos con otros tipos de residuos, como residuos de manejo especial o peligrosos. • **Manejo de Fugas y Derrames:** En caso de fugas o derrames, el personal notificará al jefe inmediato y el contratista será responsable de atender el incidente y disponer correctamente de los residuos peligrosos generados. • **Concientización Ambiental:** Se realizarán pláticas de concientización ambiental con el personal sobre el uso obligatorio de sanitarios portátiles o letrinas secas (ecológicas), así como sobre la protección y conservación de los recursos naturales. **Impacto Ambiental de Aguas Residuales** • **Gestión de Aguas Residuales:** Se implementarán medidas para la correcta gestión de aguas residuales provenientes de los baños portátiles, contratando a una empresa especializada con las autorizaciones de las dependencias correspondientes para su disposición adecuada y evitando así la contaminación del suelo y cuerpos de agua.
IMPACTO AMBIENTAL 13 AFECTACIÓN DE ESPECIES E INDIVIDUOS INCLUIDOS EN LA NOM-059-SEMARNAT (FLORA)	
Factor ambiental impactado:	VEGETACIÓN (Diversidad de vegetación)
Etapa del proyecto	Preparación del Sitio
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Prohibición de Colecta y Daño a Flora**: Queda estrictamente prohibido colectar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente si son endémicas o se encuentran en estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta prohibición aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades, y la

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	empresa contratista se encargará de supervisar su cumplimiento. • **Pláticas de Concientización Ambiental**: Se realizarán pláticas de concientización ambiental con el personal sobre la protección y conservación de la flora silvestre. Para la restauración de posibles Hábitats a afectarse con el desarrollo del proyecto se implementarán medidas para no afectar corredores biológicos, que entre sus objetivos se establece un sistema de monitoreo continuo para evaluar el estado y detectar cualquier cambio o amenaza. **Medidas de Mitigación** • **Programa de Rescate y Conservación de Flora**: Previo a las actividades de desmonte y despalme, se llevará a cabo el rescate de flora de aquellos individuos que tengan importancia biológica, ecológica o bien se encuentren enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies de flora rescatadas se trasladarán a un vivero para su conservación hasta el inicio de la reforestación. **Medidas de Compensación** • **Reforestación y Restauración Ambiental**: Las especies de flora rescatadas y conservadas serán reintroducidas en el área de reforestación una vez finalizadas las actividades de construcción. Esto ayudará a restaurar el equilibrio ecológico y la biodiversidad del área afectada.
IMPACTO AMBIENTAL 14 PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL	
Factor ambiental impactado:	VEGETACIÓN (Abundancia)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio
Tipo de impacto:	Adverso
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Delimitación de Áreas**: Se delimitará el área de desmonte y despalme antes de iniciar las actividades, con el objetivo de afectar sólo los sitios destinados a la construcción y operación, evitando así afectaciones a la vegetación aledaña. • **Desmonte Controlado**: El retiro de la vegetación será controlado conforme avance la obra, utilizando métodos rudimentarios como motosierras, hachas, azadones y

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	machetes. Se prohíbe el uso de maquinaria pesada o métodos que puedan dañar el suelo o la vegetación circundante. • **Pláticas de Concientización Ambiental**: Se realizarán pláticas de concientización ambiental con el personal sobre la protección y conservación de la flora silvestre. **Medidas de Mitigación** • **Programa de Rescate y Conservación de Flora**: Previo a las actividades de desmonte y despalme, se rescatarán aquellos individuos de flora con importancia biológica, ecológica o que estén enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • **Reducción de Impacto de Aguas Residuales**: Se implementarán medidas para gestionar adecuadamente las aguas residuales generadas durante el proyecto, evitando así la contaminación de suelos y cuerpos de agua cercanos. **Medidas de Compensación** • **Reforestación**: Debido a que se afectarán **68.512 hectáreas** de vegetación forestal en todo el proyecto, se llevará a cabo un Programa de Reforestación que contemplará las actividades de remediación de impactos adversos, con especies nativas de la región. Las actividades de reforestación se realizarán en áreas degradadas dentro del Sistema Ambiental (SA). • **Educación Ambiental**: Se realizarán actividades de educación y sensibilización dirigidos al personal y a la comunidad local sobre la importancia de la conservación de la flora y el manejo adecuado de residuos.
IMPACTO AMBIENTAL 15 DISMINUCIÓN DE LAS POBLACIONES INCLUIDOS EN LA NOM-059-SEMARNAT (FAUNA)	
Factor ambiental impactado:	FAUNA (Diversidad de la fauna)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Desmonte y Protección de Fauna Silvestre:** Las actividades de desmonte se llevarán a cabo únicamente después de realizar el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre, como se especifica en el Programa de Manejo de Flora y Fauna. Esto

Consulta pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	se realizará antes de iniciar la preparación del sitio para permitir el desplazamiento seguro de la fauna. Si se detectan nidos, se dejará un buffer de 5 metros de vegetación sin desmontar hasta la eclosión de los huevos, para evitar afectaciones a la fauna. • **Prohibición de Caza y Tráfico de Especies**: Se prohibirán estrictamente las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y cualquier otra actividad que perjudique directamente a la fauna silvestre de la zona, especialmente aquellas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se prohibirá cualquier acto de crueldad contra la fauna silvestre, de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre. La empresa contratista será responsable de supervisar el cumplimiento de estas prohibiciones. • **Educación Ambiental**: Se realizarán pláticas de concientización ambiental con el personal sobre la protección y conservación de la fauna silvestre. • **Señalización y Límite de Velocidad:** Se establecerá un límite de velocidad máxima de 25 km/h en las áreas del proyecto para evitar la mortalidad de la fauna terrestre debido a incidentes vehiculares. La señalización adecuada será colocada para alertar a los conductores sobre esta restricción. • **Ahuyentamiento de Especies:** En el área del proyecto, se implementarán técnicas de amenaza para ahuyentar especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes. El objetivo es evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar. Este proceso será dirigido por profesionales especializados con conocimientos en técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica. • **Herramientas para Ahuyentamiento:** Se emplearán diversas herramientas según el grupo de vertebrados que se pretenda ahuyentar, incluyendo siluetas y globos con características de animales depredadores, equipos de sonido que reproduzcan sonidos de alerta o estrés, varas para mover las ramas de árboles y arbustos, y hormonas de depredadores. Estas técnicas estarán detalladas en el Programa de Manejo y Ahuyentamiento de Fauna. • **Reubicación de Especies de Conservación:** Se realizará el rescate y reubicación de especies de fauna silvestre con estatus de conservación, especialmente aquellas de

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	hábitos subterráneos y de lento desplazamiento, en sitios aledaños al área del proyecto que tengan hábitats con condiciones similares a las del sitio original. • **Verificación de Condiciones de Reubicación:** Se verificará que los sitios de reubicación presenten condiciones ambientales equivalentes a las del área donde fueron rescatados. Se evitará, en la medida de lo posible, la sobrecarga en el nuevo sitio al realizar las liberaciones de fauna. • **Acciones Diferenciales para Manejo de Fauna:** Se diseñarán acciones específicas para el manejo de la fauna silvestre según el grupo faunístico, las cuales estarán plasmadas en el Programa de Manejo de Flora y Fauna. • **Prohibición de Actividades Perjudiciales:** Se prohibirán actividades de caza, colecta, tráfico de especies y cualquier otra actividad que perjudique a las especies de fauna silvestre. Esto incluye la prohibición de actos de crueldad en contra de la fauna silvestre, conforme a la Ley General de Vida Silvestre. La empresa contratista será responsable de supervisar el cumplimiento de estas prohibiciones. **Medidas de Mitigación** • **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**: Antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme y derribo de árboles, se implementarán medidas para rescatar y reubicar a la fauna silvestre de lento desplazamiento, siguiendo los criterios del programa. Para especies animales con mayor movilidad, se realizarán acciones de ahuyentamiento para evitar que sean afectadas. • **Rescate de Especies Protegidas**: Se realizará el rescate de fauna silvestre con estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, asegurando su reubicación en hábitats seguros. **Medidas de Compensación** • **Reforestación y Restauración**: Se llevará a cabo un Programa Reforestación para compensar las áreas afectadas por las actividades del proyecto. Esto incluirá la plantación de especies nativas y la creación de nuevos hábitats para la fauna silvestre.
IMPACTO AMBIENTAL 16	

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
PERTURBACIÓN POR CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y LUMÍNICA (DESPLAZAMIENTO)	
Factor ambiental impactado:	FAUNA (Abundancia de la fauna)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Mantenimiento Preventivo**: Se llevarán a cabo mantenimientos preventivos a maquinaria, vehículos y equipos, los cuales se registrarán en bitácoras, con el fin de evitar que su mal funcionamiento genere ruido y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fuera de norma. • **Cumplimiento Normativo**: Se cumplirá con la emisión de ruido de vehículos automotores conforme a la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los equipos que generen un mayor nivel de ruido serán utilizados únicamente en horarios de actividad normal, evitando su uso en horario nocturno. • **Certificación de Eficiencia Energética**: La maquinaria y equipo exterior contará con certificados de eficiencia energética del alumbrado exterior, para evitar alterar la conducta de la fauna. • **Acotamiento de Luminosidad**: Se acotarán los espacios y tiempos de luminosidad en las obras asociadas o temporales, como oficinas de obra, con el fin de reducir la intrusión lumínica. • **Uso de Luz Adecuada**: Se evitará el uso de luz blanco-azulada, ya que es la que más altera la conducta de las especies de vida nocturna y también obstaculiza la observación astronómica. La luz se dirigirá únicamente a la superficie que se quiere iluminar (generalmente el suelo), evitando que se disipe en otras direcciones, especialmente hacia el cielo. • Evitar realizar espectáculos o eventos en las obras complementarias al proyecto, donde la iluminación afecte corredores biológicos o sitios donde existan sensibilidades espectrales en los organismos. **Medidas de Mitigación**

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	• **Silenciadores**: Los equipos que lo requieran contarán con silenciadores para disminuir la generación de ruido durante las etapas de preparación del sitio y construcción. • **Rescate de Fauna Silvestre**: Se realizará el rescate de fauna silvestre de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento dentro del predio de construcción, siguiendo los criterios establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • **Reducción de Velocidad**: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se establecerá un límite de velocidad máxima de 25 km/h para evitar la mortalidad de la fauna terrestre. **Medidas de Compensación** • **Educación Ambiental obra**: Se realizarán actividades de educación y sensibilización dirigidos al personal y a la comunidad local sobre la importancia de la conservación de la fauna y flora y el manejo adecuado de residuos. • **Carteles Informativos**: Se colocarán carteles informativos en la obra, enfatizando la obligación de todo el personal de evitar daños a la fauna silvestre, especialmente aquellas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Pláticas de Concientización Ambiental** • Se realizarán pláticas de concientización ambiental con el personal sobre la protección y conservación de la fauna silvestre, asegurando que estén informados y comprometidos con las medidas de prevención y mitigación establecidas.
IMPACTO AMBIENTAL 17 FRAGMENTACIÓN, MODIFICACIÓN Y PÉRDIDA DE HÁBITAT (FAUNA)	
Factor ambiental impactado:	FAUNA (Hábitat faunístico)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio Construcción
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Prohibición de Actividades Peligrosas**: Se prohibirán estrictamente las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y cualquier otra actividad que perjudique directamente a las especies de fauna silvestre de la zona. También se prohibirá

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	cualquier acto de crueldad contra la fauna silvestre, de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre. Esta prohibición aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades y será supervisada por la empresa contratista. • **Pláticas de Concientización Ambiental**: Se realizarán pláticas de concientización ambiental con el personal sobre la protección y conservación de la fauna silvestre. Para la restauración de posibles Hábitats a afectarse con el desarrollo del proyecto se implementarán medidas para no afectar los corredores biológicos**,** que entre sus objetivos se establece un sistema de monitoreo continuo para evaluar el estado y detectar cualquier cambio o amenaza. **Medidas de Mitigación** • **Rescate y Ahuyentamiento de Fauna**: Antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme y derribo de árboles, se implementarán medidas de rescate y reubicación de fauna silvestre de lento desplazamiento, siguiendo los criterios del programa. Para especies animales con mayor movilidad, se realizarán acciones de ahuyentamiento para evitar que sean afectadas. • **Protección de Nidos**: En caso de detectar nidos, se dejará un buffer de 5 metros de vegetación sin desmontar hasta la eclosión de los huevos, para evitar afectaciones a la fauna silvestre. **Medidas de Compensación** • **Reforestación y Restauración de Hábitats**: Se ejecutarán acciones de reforestación con el objetivo de mantener la cobertura vegetal y proporcionar sitios de anidación, alimentación y protección para las especies de fauna. Esto incluye la plantación de especies nativas y la restauración de áreas degradadas. • **Construcción de Pasos de Fauna**: Se construirán pasos de fauna para mantener la conectividad entre los parches de hábitat, facilitando el movimiento seguro de las especies entre diferentes áreas. • **Proyectos de Conservación**: Se implementarán proyectos adicionales de conservación de fauna y flora en la región, contribuyendo a la recuperación y protección de especies en peligro.

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	• **Monitoreo y Seguimiento**: Se establecerá un programa de monitoreo y seguimiento para evaluar la efectividad de las medidas de rescate, ahuyentamiento y reforestación, y se realizarán ajustes necesarios para mejorar su eficacia.
IMPACTO AMBIENTAL 18 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE	
Factor ambiental impactado:	PAISAJE (Calidad escénica)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Orden de Materiales**: Todas las herramientas y materiales utilizados se colocarán de manera ordenada dentro de la superficie de trabajo, para no generar una imagen paisajística negativa. Al final de la jornada, todos los elementos utilizados se guardarán en la bodega habilitada para tal fin. • **Programa de Manejo Integral de Residuos**: Se implementará un programa para gestionar adecuadamente los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, asegurando su correcta clasificación y disposición. **Medidas de Mitigación** • **Recolección de Residuos y Limpieza del Área de Trabajo**: Diariamente, se vigilará el área de trabajo y, al final de la jornada, se realizará la limpieza del área. Se recogerán los residuos que no se hayan depositado en los contenedores, evitando su dispersión en la zona. Cada residuo será manejado de acuerdo a su tipo y clasificación. • **Reducción de Impactos Visuales**: Se mantendrá el área de trabajo ordenada y limpia para reducir los impactos visuales negativos durante el desarrollo del proyecto. **Medidas de Compensación** • **Restauración de Áreas Degradadas**: Se ejecutarán acciones de reforestación y restauración en áreas degradadas para compensar los impactos generados por las

Consulta Pública

IMPACTOS IDENTIFICADOS	
	actividades del proyecto. Esto incluye la plantación de especies nativas y la recuperación de espacios naturales. • **Concienciación Ambiental**: Se realizarán actividades de educación y sensibilización dirigidos al personal sobre la importancia de la correcta gestión de residuos y el mantenimiento del orden en las áreas de trabajo.
IMPACTO AMBIENTAL 19 DISMINUCIÓN DE SUPERFICIES DE CONSERVACIÓN	
Factor ambiental impactado:	PAISAJE (Fragilidad)
Etapa del proyecto	Preparación del sitio
Tipo de impacto:	**Adverso**
Medida de control, prevención, mitigación o compensación	**Medidas Preventivas** • **Identificación de Áreas para Reforestación**: Se identificarán las áreas degradadas o aledañas al proyecto que requieran reforestación, con el objetivo de mejorar la calidad visual del paisaje y aumentar la cobertura vegetal en el Sistema Ambiental (SA). **Medidas de Mitigación** • **Reforestación Controlada**: Se implementará un Reforestación en las áreas identificadas. La reforestación se realizará con especies nativas de la región para asegurar la adaptación y el éxito del crecimiento de la vegetación. • **Monitoreo y Mantenimiento**: Se establecerá un plan de monitoreo y mantenimiento de las áreas reforestadas para garantizar el éxito de las plantaciones y la restauración del paisaje. **Medidas de Compensación** • **Educación Ambiental**: Se realizarán actividades de educación y sensibilización dirigidos al personal y a la comunidad local sobre la importancia de la reforestación y la conservación del paisaje.
GENERALES	Para asegurar el seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación se establecerá el **Programa de Vigilancia Ambiental.**

Consulta Pública

VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental.

El presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) aborda los impactos ambientales del proyecto **"Libramiento Vial Cancún Sur"**. Su propósito es garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación correctivas y preventivas propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P). Además, el PVA presenta las acciones y métodos de aplicación de todas las medidas de prevención, protección, control, mitigación, restauración y compensación incluidas en la MIA-P y en los programas ambientales propuestos.

El PVA es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por la promovente y contiene medidas y programas de orden preventivo, correctivo y mitigante para tratar los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del proyecto.

De acuerdo con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 1, Fracción X, la elaboración y presentación de un Programa de Vigilancia Ambiental es la base para el establecimiento de medidas de control y seguridad que garanticen el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de sus disposiciones derivadas, así como para la imposición de sanciones administrativas y penales correspondientes. Este programa, bajo la concepción de desarrollo sustentable definida por la propia Ley, forma parte de un proceso de evaluación y seguimiento con criterios e indicadores ambientales, económicos y sociales.

La aplicación del PVA permitirá verificar por un lado que el promovente cumple con las disposiciones normativas de aplicación directa al proyecto, y por otro, el cumplimiento y el desempeño ambiental en tiempo y espacio de las medidas antes referidas; para lo cual se tomarán decisiones concretas para el control y prevención de los impactos que pudiera generar el proyecto.

El cumplimiento del PVA se realizará a través de la ejecución de todas y cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas en la MIA-P, las cuales están incorporadas dentro de los programas ambientales específicos para el proyecto.

A través de los impactos identificados y los resultados de los múltiples estudios realizados, se proponen los siguientes programas ambientales como parte de las medidas de mitigación de este documento, los cuales integran el Programa de Vigilancia Ambiental:

Consulta Pública

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre

Objetivo: Rescatar y reubicar las especies de flora con importancia biológica, ecológica o protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 antes de las actividades de desmonte y despalme.

- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Objetivo: Rescatar y reubicar fauna silvestre de lento desplazamiento y ahuyentar especies animales con mayor movilidad antes del inicio de las actividades de preparación del sitio.

- Programa de Reforestación

Objetivo: Restaurar y reforestar las áreas afectadas por el proyecto con especies vegetales nativas. Este programa busca recuperar la cobertura vegetal perdida, mejorar la calidad del suelo y promover la biodiversidad. La reforestación contribuirá a la regeneración del ecosistema, proporcionando hábitat para la fauna, mejorando la calidad del aire y del agua, y aumentando la resiliencia del área frente a los impactos ambientales.

- Programa de manejo integral de residuos.

Objetivo: Gestionar adecuadamente los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante el proyecto, asegurando su correcta clasificación, recolección y disposición final.

VI.2.1 Objetivos.

VI.2.1.1 Objetivo general

Garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas y correctoras y compensatorias contenidas en el estudio de impacto ambiental, en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento.

VI.2.1.2 Objetivos particulares

- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en la MIA-P.
- Establecer las metodologías para la ejecución de las medidas de mitigación, prevención y compensación.
- Realizar el monitoreo y calendarización de las medidas aplicadas con el fin de asegurar su éxito en el ambiente.

Consulta Pública

- Identificar y corregir posibles desviaciones de las variables bajo control, una vez aplicadas las medidas de mitigación, prevención y compensación.

VI.2.2 Metas.

Verificar que se ejecuten de manera correcta cada una de las medidas de prevención o mitigación de impactos detectados en las etapas de Preparación del sitio, Construcción y operación y mantenimiento, establecidas en la MIA-P y la que dictamine la autoridad ambiental.

Cumplimiento Normativo y Legal:

- ✓ Asegurar que todas las actividades del proyecto cumplan con las normativas y leyes ambientales locales, estatales y federales aplicables.
- ✓ Garantizar la presentación y aceptación de informes ambientales ante las autoridades competentes, siguiendo los plazos y formatos establecidos.

Protección de la Biodiversidad:

- ✓ Minimizar el impacto sobre la flora y fauna locales, especialmente sobre especies protegidas o en peligro de extinción.
- ✓ Implementar programas de rescate, reubicación y conservación de flora y fauna silvestre, asegurando su efectividad.

Conservación y Restauración del Suelo:

- ✓ Prevenir la erosión y degradación del suelo mediante la aplicación de técnicas adecuadas de conservación y restauración.
- ✓ Establecer un Programa Reforestación en áreas afectadas y degradadas, utilizando especies nativas para garantizar la estabilidad del suelo y la recuperación del hábitat.

Control de Contaminación:

- ✓ Reducir la generación de contaminantes atmosféricos, acuáticos y del suelo durante todas las etapas del proyecto.
- ✓ Implementar medidas de prevención y control para evitar derrames de sustancias peligrosas y gestionar adecuadamente los residuos sólidos y líquidos generados.

Monitoreo y Evaluación:

- ✓ Establecer un sistema de monitoreo ambiental continuo para evaluar la calidad del aire, agua, suelo y ruido en las áreas afectadas por el proyecto.
- ✓ Realizar evaluaciones periódicas de las medidas de mitigación y compensación implementadas, ajustando las acciones según sea necesario para mejorar su eficacia.

Consulta Pública

Educación y Capacitación:

- ✓ Fomentar la conciencia ambiental entre el personal del proyecto y la comunidad local, proporcionando formación y capacitación en temas ambientales relevantes.
- ✓ Promover la participación activa de la comunidad en programas de conservación y restauración ambiental, creando un sentido de responsabilidad compartida.

Respuesta a Contingencias Ambientales:

- ✓ Desarrollar y mantener actualizados planes de contingencia para responder eficazmente a situaciones de emergencia ambiental.
- ✓ Capacitar al personal en la implementación de medidas correctivas y de respuesta rápida en caso de incidentes ambientales.

Documentación y Reporte:

- ✓ Mantener un registro detallado y actualizado de todas las actividades de vigilancia ambiental, incluyendo monitoreo, evaluaciones e informes de cumplimiento.
- ✓ Proporcionar informes transparentes y accesibles a las partes interesadas, evidenciando el cumplimiento de las metas y objetivos ambientales del proyecto.

VI.2.3 Descripción de las Acciones que Serán Aplicadas para Ejecutar las Medidas Contenidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

En este capítulo, específicamente en el apartado VI.1, se describe en detalle la medida o el programa de medidas de mitigación y correctivas para cada componente ambiental. Estas medidas son fundamentales para asegurar que el proyecto se integre de manera compatible con su entorno biótico, físico y socioeconómico. Se presentan tanto medidas específicas como generales, las cuales forman parte de los diversos programas que componen el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

VI.2.4 Propuesta de los Indicadores de Seguimiento y Monitoreo de los Programas Ambientales.

Para el control de todas las acciones de mitigación de impactos específicamente para el caso de la categoría de la Elaboración de Estudios, Planes y Programas se considera adecuado el **Índice de Eficiencia de la Medida** (***ei***) y por medio de la Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental se puede registrar y presentar las evidencias del cumplimiento de

Consulta Pública

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.

VI.2.4.1 Propuesta del índice de eficiencia.

Tabla VI.2: 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	

Cuando se ejecutan las acciones establecidas, se obtendrá una mayor cantidad de datos que medirán, mostrarán y evidenciarán su éxito. Para las medidas categorizadas como Obra Ambiental, Medidas Generales y Seguimiento, se han definido indicadores específicos para cada acción, sin dejar de lado aquellos establecidos en los programas desarrollados para proteger cada componente ambiental durante la ejecución y operación inicial del proyecto. Además, se sugieren los períodos para la recolección de datos, el área y el método de recopilación necesarios para alimentar los índices o indicadores definidos.

Es fundamental registrar evidencias del cumplimiento de cada medida mediante el uso de formatos como la Cédula de Registro y el Registro por Actividad, así como en la Bitácora de Obra, que es un instrumento de control comúnmente utilizado en la supervisión de proyectos. Estas evidencias pueden incluir oficios, documentos, fotografías y otros medios.

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.

VI.2.4.2 Propuesta de los criterios de evaluación del cumplimiento ambiental.

Tabla VI.3: 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

Consulta Pública

VALOR	CRITERIO
0.60	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
0.40	Cumple parcialmente la medida
0.20	Inicia de forma incipiente, el cumplimiento de la medida
0.00	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO)

La escala anterior trata de valorar el grado de la implantación de una medida específica que podrá ser desde 0.20 hasta 1.0, esta última una calificación satisfactoria. Al contrario, se considerará un Hallazgo cuando no se han realizado las acciones necesarias para su implantación durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

VI.2.4.3 Propuesta del índice de cumplimiento ambiental.

Tabla VI.4: 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)
$ICA=\frac{X1\ i1/1+X2\ i2/2\ +Xn\ in/n}{X}$	

Finalmente, es crucial destacar la importancia del cumplimiento ambiental en todas las etapas del Proyecto. Los indicadores de desempeño no solo miden el logro de los objetivos de programas o actividades, sino que también reflejan el compromiso con la misión y las metas ambientales del Proyecto. Para evaluar el Desempeño Ambiental del Proyecto, se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas implementadas durante cada actividad, dependiendo de la etapa del Proyecto.

Estos resultados de los indicadores de desempeño serán esenciales para monitorear y asegurar el cumplimiento ambiental a lo largo de la construcción y operación del Proyecto. La capacidad de medir y demostrar el éxito en la implementación de estas medidas garantiza que el Proyecto se desarrolle de manera sostenible, respetando y protegiendo el entorno natural.

Consulta Pública

VI.2.4.4 Propuesta del índice de desempeño.

Tabla VI.5: Propuesta del Índice de Desempeño.

Índice de Desempeño Ambiental (IDA)	*i = medida* j = actividad M = número de medidas totales del Proyecto
$IDA = \frac{ICAi}{M}$	

La implementación de estos indicadores es fundamental para garantizar el cumplimiento ambiental en todas las etapas del proyecto. Estos indicadores no solo facilitan el seguimiento de actividades y la evaluación de su desarrollo durante la implantación, sino que también permiten el reporte detallado de las acciones y la información generada.

Importancia del Cumplimiento Ambiental

El sistema de indicadores ambientales constituye la base central de todo seguimiento ambiental. Por ello, se han definido instrumentos, métodos e indicadores específicos para este proyecto, que permiten obtener una visión clara y precisa del desempeño ambiental. Este enfoque asegura que el proyecto se desarrolle en armonía con el entorno natural y bajo los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Flexibilidad y Adaptación

Es importante destacar que el sistema de indicadores es flexible y puede adaptarse a las necesidades observadas y a la dinámica de los trabajos desarrollados. Esto significa que se podrán adicionar nuevos indicadores específicos según sea necesario, permitiendo un monitoreo continuo y adaptativo del desempeño ambiental del proyecto.

Monitoreo y Evaluación Continua

La capacidad de medir y evaluar el éxito de las medidas implementadas en tiempo real garantiza que cualquier desviación pueda ser corregida de inmediato, minimizando los impactos negativos y asegurando la protección del medio ambiente. Los resultados obtenidos a través de este sistema de indicadores serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo, construcción y operación del proyecto.

VI.2.5 Fichas Técnicas de Seguimiento Ambiental del Proyecto

La Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental define el campo de acción de las medidas, el momento de su aplicación, las técnicas requeridas, etcétera; permitiendo el registro del

Consulta Pública

cumplimiento y el avance de cada una de las medidas propuestas, este es un formato de fácil acceso y aplicación.

1. El Número de la Ficha Técnica de Manejo Ambiental, identifica a qué actividad específica del proyecto corresponde las acciones que se realizarán.
2. En el apartado Acciones a ejecutar y/o verificar se describen brevemente los trabajos que realizará el personal encargado de la ejecución de las medidas establecidas.
3. El Método de control y registro se añade según sea el caso para cada medida a implantar, lo que conforma la evidencia y comprobación directa de la aplicación de las medidas definidas, así como del PVA. Se podrá señalar incluso otros mecanismos de control.
4. La Fase de aplicación, especificará en qué etapa y/o actividad del Proyecto se origina el impacto al medio ambiente por el cual se implementa la medida.
5. La Frecuencia de control indica el número de veces en que deberá realizarse este; y posteriormente el sitio de muestreo donde se adaptaran las acciones en cuestión.
6. Se incluyen los indicadores ambientales de la medida, los cuales demostraran la eficacia de la aplicación de dichas acciones; así como el umbral de alarma.
7. Dado que la suma de la realización de las acciones y su seguimiento deberá incorporarse en Informes tanto a nivel interno, como para su ingreso a las autoridades correspondientes, es necesario señalarlos.
8. Normatividad ambiental aplicable, se enuncian aquellas que instituyen los criterios de directa aplicación con la medida.
9. Estudios, Programas y/o Procedimientos de referencia. Se refiere a los documentos que sirven de apoyo y referencia, o en su caso, del cual se desprenden las medidas establecidas.

Este PVA incluye unas series de acciones para mitigar diferentes factores ambientales por lo que se presenta una ficha técnica de seguimiento ambiental para cada programa.

- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Reforestación

A continuación, se muestran las fichas técnicas por cada programa ambiental:

Consulta Pública

Fichas técnicas de seguimiento ambiental del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

Tabla VI.6: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE	ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
Objetivo de la medida El objetivo del Programa de Manejo Integral de Residuos es asegurar la gestión eficiente, segura y ambientalmente responsable de todos los residuos generados durante las fases de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Este programa busca minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana, a través de una adecuada clasificación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.	
Acciones a ejecutar y/o verificar ● Verificar que el rescate sea enfocado a recuperar especies que estén bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de difícil propagación o lento crecimiento; o bien que sean elementos característicos de las comunidades vegetales presentes y una función ecológica primordial. ● Haber proporcionado la información mínima necesaria al personal encargado del rescate, por medio del apoyo de fichas técnicas que contengan la descripción botánica de las estructuras vegetativas más evidentes como hojas, corteza, forma del árbol, altura y sexuales como flores, frutos y semillas, así como nombres comunes. ● Se deberá realizar un recorrido para marcar las plantas propicias para el rescate previamente a la entrada de la maquinaria y equipo de construcción en el área afectada. Al ejemplar identificado se le instalará un arete de plástico con sus datos (especie, código de registro individual, ubicación UTM, estado sanitario, altura, diámetro, condiciones topográficas y fecha de extracción). ● Verificar sean rescatadas los individuos en la talla y estado fenológico adecuado según la especie de que se trate, según lo establecido por el Programa. ● Verificar sean rescatados y reubicados fuera del área de construcción, aquellos individuos que por su estado fenológico y tamaño resulte viable. ● Verificar que sea organizada una cuadrilla dirigida por personal especializado para el rescate, previamente capacitado sobre las especies a rescatar, la forma de extracción y cuidados para su manejo. ● Verificar que los organismos a rescatar sean retirados de con las técnicas señaladas en el Programa, en forma manual.	

Consulta Pública

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE	ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

- Verificar que durante el trasplante de los individuos rescatados se realice conforme lo indicado en las acciones de restauración y reforestación (distribución, elaboración de cepa y cajetes, sustratos, riegos, cajetes y periodo de trasplante; incluso el registro de coordenadas UTM del lugar de plantación y la fecha de trasplante).
- Se recomienda utilizar el suelo proveniente del despalme como sustrato para las plantas rescatadas.
- Se deberá de efectuar un registro de supervivencia de los individuos rescatados por especie. Durante el primer año será trimestral y posteriormente semestral, los parámetros a evaluar son: prendimiento o supervivencia, estado sanitario, color, turgencia del cuerpo, estado fenológico.
- En caso de que el índice de supervivencia sea bajo (< 80%), se recomienda reponer los individuos muertos
- Verificar que estas actividades sean planeadas con la contratista encargada de desarrollar el Proyecto y conforme el programa de obra.
- Verificar que los individuos rescatados y reubicados inmediatamente, sean provistos de los cuidados necesarios para aumentar sus probabilidades de prendimiento (aflojar la tierra, deshierbe, aplicación de fertilizantes y/o fungicidas, etc.)
- Se recomienda el seguimiento de los individuos que hayan sido trasplantados inmediatamente para asegurar su sobrevivencia; mientras que en vivero se podrá tener un registro y seguimiento frecuente de las plántulas a propagar.

Método de control/registro

- Cédula de registro (diario y por actividad)
- Fotográficos
- Bitácora de seguimiento ambiental

Fase de aplicación

Previo al inicio de la obra, específicamente antes del desmonte y despalme

Frecuencia de control

1) Del rescate

Durante el desmonte de la superficie forestal a ser afectada por el Proyecto

Consulta Pública

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE	ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

2) De los organismos reubicados inmediatamente
Primeros dos años: registros semestrales

Sitio de muestreo

- En la superficie de ocupación del Proyecto, principalmente aquellas que registren algún tipo de cobertura vegetal
- En las superficies destinadas al trasplante de individuos
- En el área del vivero en donde sean dispuestas los organismos provenientes del rescate

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia
- Número de individuos rescatados/ha
- Porcentaje de supervivencia de los individuos rescatados / reubicados
- Estado fitosanitario antes y después del rescate y reubicación
- Parámetros a evaluar: prendimiento o supervivencia, estado sanitario, color, turgencia del cuerpo, estado fenológico

Acciones para el rescate y reubicación de especies de flora silvestre y para la reforestación

Indicador de Seguimiento

En donde:
rp = recorridos de prospección
sr = superficie de terreno recorrida con fines de prospección
st = superficie total de terreno determinada para realizar la prospección.

$$rp = \left(\frac{sr}{st}\right) \times 100$$

Eficiencia de la medida

Los recorridos de prospección deberán garantizar cubrir el 100% del área de construcción

Rp = 95%

Consulta Pública

Rescate de Especies

Indicador de Seguimiento

En donde:

sp = número de especies rescatadas en estatus legal de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, o con valor ambiental o social.

sp1 = número de especies en estatus legal de conservación de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010, con valor ambiental o social rescatadas en el sitio Núm. 1.

spn= número de especies en estatus legal de conservación de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010, con valor ambiental o social rescatadas en el sitio Núm. n.

$$\sum_{sp=x}^{n} sp = sp_1 + sp_2 + \cdots + sp_n$$

Eficiencia de la medida

spc = rescate de especies con estatus legal de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

$$sp_c = \geq 1$$

Se retirará exclusivamente la vegetación necesaria y autorizada

Indicador de Seguimiento

En donde:

sf= superficie forestal (Ha) a afectar

sf1 = superficie forestal (Ha) a afectar en el sitio Núm. 1

sfn = superficie forestal (Ha) a afectar en el sitio Núm. n

Consulta Pública

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE	ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

$$\sum_{sf=x}^{n} sf = sf_1 + sf_2 + \cdots + sf_n$$

Eficiencia de la medida

$$\sum_{sf=x}^{n} sf = \leq 3.09\ ha$$

Monitoreo de flora rescatada

En donde:

sp = supervivencia

ov = número de organismos vivos

ort = número total de organismos rescatados

$$sp = \left(\frac{ov}{or_t}\right) \times 100$$

Eficiencia de la medida

Sp = 90%

No se utilizarán herbicidas, fuego, ni fertilizantes que puedan dañar el ambiente para la eliminación de maleza

Umbral de alarma

Índice de supervivencia de los individuos rescatados y/o reubicados < 80%

Informes

Informes rutinarios

Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

Consulta Pública

Tabla VI.7: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE	ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Objetivo de la medida

El objetivo de esta medida es asegurar que las acciones de rescate y ahuyentamiento de la fauna silvestre se implementen de manera efectiva y conforme a lo establecido en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. Esta verificación garantiza que las medidas adoptadas protejan adecuadamente a las especies silvestres durante todas las etapas del proyecto, minimizando su estrés y riesgo de daño, y asegurando su reubicación en hábitats seguros.

Acciones a ejecutar y/o verificar

- Asegurar que todas las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación se lleven a cabo según lo planificado y en el momento adecuado.
- Verificar que el personal encargado esté adecuadamente capacitado y equipado para realizar estas acciones.
- Realizar el monitoreo de fauna silvestre antes, durante y después de la construcción del proyecto, con la finalidad de conocer el comportamiento de los organismos faunísticos donde tendrá influencia el proyecto.
- Organizar una brigada dirigida por un especialista, para realizar el ahuyentado de animales al inicio de la apertura de brecha para definición del área de construcción y límites del predio y/o una semana antes del inicio del desmonte, en el amanecer y atardecer, agitando ramas y haciendo ruido.
- Verificar que sean ubicados e identificados los nidos dentro del del predio de construcción y marcarlos con banderín, señalando la especie de la que se trate y, en su caso, indicar las condiciones para la conservación de nidos, cavidades, madrigueras o refugios (con o sin crías) que necesitan ser removidas dentro del área de construcción.
- La fauna que reincide a permanecer en la zona se debe capturar y transportar (con jaulas) a sitios que presenten las condiciones ambientales similares al sitio donde se haya realizado la captura.
- Evaluar diferentes sitios para la reubicación de la fauna a 200 metros del predio de construcción en forma conjunta con la autoridad local competente. Estos sitios deberán ubicarse en planos y se deberá establecer procedimientos y mecanismos de captura, marcado, registro y liberación; considerando los mejores horarios para realizar la liberación de los animales en función de sus hábitos.

Consulta Pública

- Verificar que sean considerados los criterios para seleccionar los sitios posibles de liberación para la fauna silvestre: a) cercanía al sitio, b) fácil acceso, c) hábitat en buen estado de conservación, cercano a una ANP, d) tipo de vegetación, fauna y hábitat similar o equivalente, e) presencia de las mismas especies de animales y poblaciones, f) sin presencia de cacería y captura de ejemplares y g) poca actividad humana.
- Dirigir las acciones del rescate y reubicación a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies con Índices de Riesgo alto y máximo, sin embargo, todas las especies que se presenten en el área de construcción y puedan ser capturadas, deberán ser rescatadas y reubicadas.
- Se deberá realizar la capacitación y concienciación del personal para el manejo y reubicación de especies, particularmente las peligrosas.
- Verificar se realicen las actividades de este Programa, a través del registro de las especies, de las cuales algunas se encuentran consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se deberá documentar y llevar un control y registro de supervivencia hasta que los organismos se conviertan en adultos y sean liberados en terreno natural.
- La protección, captura y reubicación de las especies de fauna presentes en la zona del proyecto, debe de realizarse según las técnicas de captura y reubicación de acuerdo con el grupo de vertebrados al que pertenezcan (herpetofauna, aves y mamíferos) y lo establecido en este Programa.
- La asignación de personal capacitado en los diferentes frentes de trabajo y un especialista con permiso de colecta proporcionado por SEMARNAT, que detecte a los individuos de fauna presentes en el sitio que pudieran estar en riesgo por las acciones del Proyecto.
- Verificar que las acciones de ahuyentado y captura sean realizadas de manera periódica durante el desarrollo del Proyecto y evitar el retorno de los organismos al sitio inicial.
- Se prohíbe la captura, caza y tráfico de cualquier especie, por parte de personal de obra.

Método de control/registro

- Cédula de registro (diario y por actividad)
- Fotográficos

Consulta Pública

<table>
<tr><td colspan="2">●Oficios / Minutas

●Bitácoras de seguimiento ambiental

●Registro de los individuos rescatados y reubicados por especie, grupo faunístico y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fase de aplicación
Previo al inicio de obra y continúa durante la construcción del Proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="2">Frecuencia de control
1) Previo al inicio de la construcción
Diario
2) Durante el desmonte y despalme
Diario</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sitio de muestreo
En la superficie de ocupación del Proyecto</td></tr>
<tr><td>Indicadores ambientales
<u>Ahuyentamiento de fauna</u>
Indicador de Seguimiento
En donde:
ea = eficiencia de ahuyentamiento
af = animales ahuyentados al final de las actividades por las brigadas
ai= animales ahuyentados al inicio de las actividades por las brigadas
$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$

Eficiencia de la medida
$ea = \leq 5\%$

<u>Rescate de organismos</u></td><td>Rescate de nidos o madrigueras activas
<u>Indicador de Seguimiento</u>
En donde:
or = nidos o madrigueras activas rescatados
orb = número de nidos o madrigueras activas rescatados durante las brigadas
oip = número nidos o madrigueras activas identificados en los recorridos previos
$nr = \left(\frac{nrb}{nip}\right) \times 100$

Eficiencia de la medida
$nr = 100\%^{4}$

<u>Liberación de organismos</u>
Indicador de Seguimiento</td></tr>
</table>

Consulta Pública

Indicador de Seguimiento En donde: or = organismos rescatados orb = número de organismos rescatados durante las brigadas oip = número organismos identificados en los recorridos previos $or = \left(\frac{orb}{oip}\right) \times 100$ **Eficiencia de la medida** $or = 100\%^{3}$ **<u>Cursos Ambientales</u>** **Indicador de Seguimiento** En donde: *c = esfuerzo del curso impartido* *j* = Número de trabajadores vinculados a la obra a los cuales se le impartió el curso t = Tiempo $c = \left(\frac{j}{t}\right) \times 100$ **Eficiencia de la medida** C=100%	pl = población individuos liberados prt = población individuos rescatados **Eficiencia de la medida** $\varphi_t = 100\%$ $\varphi_t = \left(\frac{ol}{or_t}\right) \times 100$ $\varphi_t =$ probabilidad de supervivencia
Umbral de alarma Índice de eficiencia < 70%	
Informes Informes rutinarios Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación	

Consulta Pública

Tabla VI.8: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Reforestación.

PROGRAMA REFORESTACIÓN.	ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
Objetivo de la medida El objetivo del Programa de Reforestación, es garantizar la protección y recuperación de los ecosistemas afectados por las actividades del proyecto. Este programa busca prevenir la erosión y degradación del suelo, promover la reforestación con especies nativas y restaurar la funcionalidad ecológica de las áreas impactadas, asegurando la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad en la región.	
Acciones a ejecutar y/o verificar ● Verificar que se lleve a cabo la reforestación con especies arbóreas y arbustivas endémicas incluyendo las especies rescatadas. ● Analizar el valor de restauración de los sitios a reforestar: a) identificar las áreas críticas de conservación con especies en la norma, b) estado de conservación, c) zonas afectadas por la construcción, d) funciones ecosistémicas, como corredores biológicos de flora y fauna, conformación del paisaje, etc. ● Llevar a cabo el trasplante de las especies desarrolladas en el vivero provisional en los sitios que hayan sido señalados por el Programa correspondiente. ● Verificar que se cuente con los recursos humanos y materiales suficientes para llevar a cabo la reforestación establecida en el Programa correspondiente. ● Verificar que sea integrado al suelo materia orgánica en los sitios a reforestar, con énfasis en las áreas donde se colocarán las plantas (cepas) ● Verificar que sean respetados el trazado y las densidades de plantación que se hayan establecido en el Programa correspondiente. ● Se recomienda que el trasplante se lleve a cabo al inicio y/o durante la temporada de lluvias. ● Verificar que los individuos destinados para el trasplante cuenten con el diámetro y la edad para garantizar la sobrevivencia. ● Verificar que durante el transporte de las plantas se tengan los cuidados necesarios para evitar el estrés de estas y que lleguen en el mejor estado posible, además de evitar mermas. ● Verificar la colocación de tutores, de considerarse necesario; así como de otras medidas adicionales para garantizar el éxito del trasplante (enraizador, fertilización, etc.).	

Consulta Pública

PROGRAMA REFORESTACIÓN.	ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

- Verificar que lleve a cabo la construcción de las terrazas individuales propuestas que ayudarán a la retención de la humedad para el crecimiento de las plantas y a su vez favorecerán la infiltración y retención de suelos erosionados.
- Verificar que se proporcione los riegos necesarios con la finalidad de asegurar un mayor éxito en las labores de reforestación.
- Se recomiendan labores de mantenimiento como los deshierbes cada época de lluvias, control de plagas y adición de fertilizantes si es necesario; con base a los resultados del seguimiento y monitoreo que se establezca y de acuerdo al Programa correspondiente.

Método de control/registro

- Cédula de registro (diario y por actividad)
- Fotográficos
- Bitácora de seguimiento ambiental

Fase de aplicación

Al finalizar la construcción de los tramos del Proyecto y al inicio de las acciones de la reforestación

Frecuencia de control

1)Durante la reforestación
Diario
2) Al finalizar la plantación
Entrega de trabajos
3) Posterior a la plantación
Primer año: registros semestrales

Sitio de muestreo

En la superficie seleccionadas para la reforestación

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia
- Índice de supervivencia
- Reposición de planta

Consulta Pública

PROGRAMA REFORESTACIÓN.	ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

- Estado sanitario
- Censo de plantación

Índice de eficiencia

- Proporción de superficie descompactada para restauración

$$\sum_{s=x}^{n} s = s_1 + s_2 + \cdots + s_n$$

En donde:
s = superficie (m2) de suelo descompactado
s1 = superficie (m2) de suelo descompactado Núm. 1
sn = superficie (m2) de suelo descompactado Núm. n

Eficiencia de la medida

$$\sum_{s=x}^{n} s \cong 8910\ m^3$$

Umbral de alarma

Índice de eficiencia < 80%
Índice de supervivencia < 80%
Reposición de planta > 20%

Informes

Informes rutinarios
Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación

Consulta Pública

Tabla VI.9: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Reforestación

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN	ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Objetivo de la medida

El objetivo de esta medida es asegurar que todas las acciones señaladas para el rescate del horizonte orgánico existente en las superficies afectadas por la construcción del Proyecto se implementen de acuerdo con lo planteado por el Programa de Reforestación. Esto incluye el acamellonamiento de suelos para prevenir la erosión y degradación, y la recuperación de la capa fértil del suelo, garantizando la sostenibilidad del proyecto y la conservación de los recursos naturales.

Acciones a ejecutar y/o verificar

- Verificar que la superficie de remoción sea únicamente la que ocupa el Proyecto (línea de ceros), así como las áreas requeridas para la construcción de infraestructura provisional y obras provisionales.
- Verificar se realice la conservación y almacenamiento/acamellonamiento del horizonte orgánico a remover dentro de la superficie identificada por el Programa y dentro del área de afectación del Proyecto.
- Verificar sean construidas pilas de aproximadamente de 15 m largo por 4 m de ancho y 2 m de alto, dejando entre cada pila un espacio de 4 m, cuyas dimensiones podrán variar en función de la superficie disponible para dichas actividades.
- El área seleccionada para el almacenamiento debe ser delimitada con estacas, cinta preventiva o algún medio visual.
- Previo al desmonte se recomienda recolectar hojarasca (respetando los límites dentro del área de construcción) con escobas metálicas, transportarla con ayuda de costales, para agregar este material al suelo conservado.
- Colocar una cubierta vegetal con los materiales del desmonte sobre las pilas de suelo para protegerlo de efectos erosivos como el agua y el viento.
- Capacitar previamente al personal encargado a las labores de despalme, conservación y transporte del horizonte orgánico por un especialista.
- Se recomienda regar con cierta periodicidad el suelo orgánico conservado, sobre todo en la época de estiaje.
- Verificar que haya sido conservada la cantidad de suelo orgánico requerida para las labores de reforestación y restauración de las áreas analizadas.
- Evitar el derrame de sustancias contaminantes sobre el suelo, provenientes del mantenimiento y manejo de la maquinaria de construcción y los sitios donde se establecerán los talleres de esta; así como del almacenamiento
- En caso de derrame de algún combustible, se deberá de evitar la expansión del mismo y remover la parte afectada para que ésta sea impregnada lo menos posible de materiales peligrosos, la que debe ser depositada en un contenedor adecuado.
- Las actividades a realizar deberán de estar debidamente ordenadas y planeadas con base al calendario de obra del Proyecto.

Consulta Pública

● Demostrar a través del seguimiento e indicadores físicos, químicos y biológicos la calidad edáfica de los sitios en donde se realizaron dichas acciones.
Método de control/registro ● Cédula de registro (diario y por actividad) ● Fotográficos ● Bitácora de seguimiento ambiental
Fase de aplicación Durante la etapa de preparación del sitio, específicamente en el despalme.
Frecuencia de control ● Inicio en el despalme en la superficie de afectación y áreas de infraestructura provisional (en su caso). ● Diario durante el despalme y su conservación en pilas ● Posteriormente cada mes en el periodo de acamellonamiento y mantenimiento del suelo orgánico.
Sitio de muestreo - En la superficie de ocupación del Proyecto y aquellas áreas destinadas al acamellonamiento del suelo orgánico.
Indicadores ambientales Índice de eficiencia - Porcentaje de suelo orgánico conservado 1) Medición de contenidos nutrimentales del suelo (nitrógeno, carbono, fósforo, potasio, entre otros micronutrientes) a través de un laboratorio 2) Características del suelo (color, textura, estructura, consistencia, penetrabilidad de raíces, porosidad, pH)
Umbral de alarma Índice de eficiencia (ei) < 80% ● Porcentaje de suelo orgánico conservado < 80 % ● Proporción de materia orgánica triturada < 80 %
Informes Índice de eficiencia (ei) < 80% Porcentaje de suelo orgánico conservado < 80 % Proporción de materia orgánica triturada < 80 %

Consulta Pública

Tabla VI.10: Ficha técnica de seguimiento ambiental del Programa de Reforestación.

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.	ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Objetivo de la medida

El objetivo de esta medida es asegurar que todas las acciones señaladas para la reutilización del suelo y las áreas a revegetar y reforestar del Proyecto se implementen de acuerdo con lo planteado por el Programa correspondiente. Además, se busca garantizar que se realice la descompactación o escarificación del suelo en las áreas de obras temporales para lograr una restauración efectiva y sostenible de las mismas. Esto incluye mejorar la estructura y fertilidad del suelo, promoviendo un entorno propicio para el crecimiento de la vegetación nativa y la restauración ecológica.

Acciones a ejecutar y/o verificar

- Disgregar la superficie del suelo a una profundidad de 40 cm, permitiendo adquirir una condición suelta de los horizontes del suelo en las áreas de obras temporales que serán restauradas
- Utilizar un escarificador de tal forma que al introducir los dientes se produzca un ripiado constante en toda la zona a descompactar disgregando los terrones y obteniendo agregados homogéneos.
- Realizar la escarificación en superficies afectadas por la construcción del Proyecto como aquellas ocupadas por la infraestructura provisional; así como en las áreas que hayan sido seleccionadas para la reforestación.
- Realizar el arrope de taludes seleccionados para su posterior revegetación que forman parte del banco de semillas y de herbáceas seleccionadas.

Método de control/registro

- Cédula de registro (diario y por actividad)
- Fotográficos
- Bitácora de seguimiento ambiental

Fase de aplicación

- Durante la estabilización de taludes y las actividades de revegetación y reforestación

Frecuencia de control

- Semanalmente durante las labores de descompactación y reutilización del suelo

Consulta Pública

Sitio de muestreo

En las superficies seleccionadas para la revegetación y reforestación

Indicadores ambientales

Índice de eficiencia

- Proporción de superficie descompactada para restauración

En donde:

s = superficie (m2) de suelo descompactado

s1 = superficie (m2) de suelo descompactado Núm. 1

sn = superficie (m2) de suelo descompactado Núm. n

$$\sum_{s=x}^{n} s = s_1 + s_2 + \cdots + s_n$$

Eficiencia de la medida

$$\sum_{s=x}^{n} s \cong 8910\ m^3$$

Umbral de alarma

Índice de eficiencia < 70%

Informes

- Informes rutinarios
- Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación

Consulta Pública

Tabla VI.11: Fichas técnicas de seguimiento ambiental del Programa de Manejo Integral de Residuos.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS	ETAPA: CONSTRUCCIÓN
Objetivo de la medida El objetivo de este programa es asegurar que se apliquen prácticas adecuadas para el manejo integral de los residuos generados durante todas las etapas del proyecto, prevenir y controlar el derrame de combustibles en el suelo y, en caso de contaminación, implementar acciones eficientes para la remediación de suelos. Esto se realizará conforme a las indicaciones y normativas ambientales establecidas en el Programa correspondiente.	
Acciones a ejecutar y/o verificar ● Colocar los residuos generados durante la obra en los depósitos y sitios destinados para ello, evitando sean arrojadas al suelo, sobre todo en aquellas áreas donde fue acamellonado el horizonte orgánico, cauces y vegetación aledaña al proyecto. ● Colocar señalamientos de advertencia en las áreas de conservación del horizonte orgánico, para evitar sea utilizado como vertedero de residuos y cruce de personas o vehículos. ● La recarga de combustibles a vehículos, equipo y maquinaria de obra deberá ser preferentemente en estaciones de servicio fijas. En caso contrario se deberán de atender medidas de seguridad para la recarga de combustibles en obra, dirigidas tanto al personal como al área destinada para la recarga. ● Verificar la construcción del almacén temporal de residuos peligrosos ● Almacén temporal de residuos peligrosos deberán contar con un pretil de contención sobre piso, preferentemente de concreto; o en su caso con materiales absorbentes. ● Atender la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT//SS-2003 la cual establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. ● En caso de incidente se deberá atender lo establecido en la Norma mencionada. ● Desarrollar y mantener procedimientos claros para la clasificación, recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos. ● Capacitar al personal en prácticas de manejo adecuado de residuos, promoviendo la reducción, reutilización y reciclaje.	
Método de control/registro	

Consulta Pública

● Cédula de registro (diario y por actividad) ● Fotográficos ● Bitácora de seguimiento ambiental ● Manifiestos ● Cantidad de residuos producidos/dispuestos
Fase de aplicación Durante la construcción del Proyecto
Frecuencia de control Diariamente durante la construcción del Proyecto
Sitio de muestreo En la superficie de ocupación del Proyecto
Indicadores ambientales Índice de eficiencia **Disposición de los residuos en contenedores** En donde: ea = eficiencia de disposición de residuos en contenedores af = Número de contenedores derramados o no usados ai= Número total de contenedores instalados en la obra o frente de trabajo $ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$ **Eficiencia de la medida** $ea = \leq 5\%$ **<u>Control del posible derrame de emulsiones asfálticas, combustibles, aceite y/ grasa</u>**

Consulta Pública

En donde:

ed= número de eventos por derrame de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa

ed1= número de derrames de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa Núm. 1

edn= número de derrames de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa Núm. n (n= Numero infinito de derrames ocurridos)

$$\sum_{ed=1}^{n} ed = ed_1 + ed_2 + \cdots + ed_n$$

Eficiencia de la medida

$$\sum_{ed=1}^{n} ed = 0$$

Umbral de alarma

Índice de eficiencia < 70%

Informes

- Informes rutinarios
- Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante la construcción del Proyecto.

Consulta Pública

Tabla VI.12: Ficha técnica del Programa de Vigilancia Ambiental.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	ETAPA: TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
Objetivo de la medida El objetivo del Programa de Supervisión Ambiental es garantizar que todas las acciones y medidas ambientales propuestas en el proyecto se implementen de manera efectiva y conforme a las normativas y regulaciones vigentes. Este programa busca proporcionar una vigilancia continua y rigurosa durante todas las etapas del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación y mantenimiento, asegurando la mitigación de impactos negativos sobre el medio ambiente y promoviendo la sostenibilidad.	
Acciones a ejecutar y/o verificar Presentar los Informes Anuales de los resultados registrados ante la Delegación de la PROFEPA en el estado y copia de los mismos, así como de la constancia de recepción la DGIRA de la SEMARNAT.	
Método de control/registro Cédula de registro (diario y por actividad) Fotográficos Bitácora de seguimiento ambiental	
Fase de aplicación Periodo de reportes anuales o a la conclusión de cada programa según sea su vigencia	
Frecuencia de control Anual durante las etapas de preparación del sitio, construcción	
Sitio de muestreo En la superficie de incidencia del proyecto	
Indicadores ambientales Los indicadores de cada una de las acciones implementadas en el programa	
Umbral de alarma Índice de eficiencia > 70%	
Informes Informes parciales Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Anuales de Cumplimiento Ambiental durante la implantación del proyecto	

Consulta Pública

Tabla VI.13: Fichas técnicas de la categoría de manejo ambiental y medidas generales.

MEDIDAS GENERALES	ETAPA: OPERACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
Objetivo de la medida El objetivo de esta medida es asegurar que todas las medidas de prevención necesarias se consideren y se implementen durante la planificación y construcción del Proyecto. Estas medidas buscan prevenir y minimizar los impactos ambientales, sociales y económicos negativos que puedan surgir durante las diferentes etapas del proyecto. La verificación rigurosa de estas medidas garantiza que el proyecto se desarrolle de manera segura, sostenible y conforme a las normativas y regulaciones vigentes.	
Acciones a ejecutar y/o verificar. ● Aplicación de las campañas de capacitación y concientización al personal en obra. ● Verificar que se hayan tomado en cuenta los "criterios ambientales" para la selección de sitios adecuados para la instalación de infraestructura provisional, requeridos para la construcción del Proyecto. ● Verificar que existan los procedimientos mínimos necesarios para el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos generados en las obras para la construcción del Proyecto	
Método de control/registro Cédula de registro (diario y por actividad) Fotográficos Bitácora de seguimiento ambiental Registro documental de los trámites y permisos necesarios para la construcción del Proyecto	
Fase de aplicación Durante la construcción, en la fase de preparación del sitio	
Frecuencia de control Diario durante la preparación del sitio y semanalmente en el resto de las fases de construcción del Proyecto	
Sitio de muestreo En la superficie de ocupación del Proyecto	
Indicadores ambientales Índice de eficiencia	
Umbral de alarma Índice de eficiencia < 70%	

Consulta Pública

Informes
Informes rutinarios
Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación

Consulta Pública

VI.3 Seguimiento Y Control (Monitoreo).

VI.3.1 Rangos de Umbral cuando la Eficiencia es el 100%.

Cuando el éxito de la medida resulta en porcentaje del 100% de eficiencia, se considerarán los siguientes umbrales de efectividad:

Tabla VI.14: Umbral cuando la eficiencia es el 100%.

RANGO DEL UMBRAL (%)	CONSIDERACIÓN DE SU EFECTIVIDAD
100 – 90	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
89 – 71	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
70 – 51	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
50 – 21	cumple parcialmente la medida
20 – 1	inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
0	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

VI.3.2 Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra.

Cuando el éxito de la medida resulta ser una cifra determinada: 0, 6, 4, etc., se considerará un porcentaje de desviación con respecto a dicha cifra, para lo cual los umbrales de efectividad son los siguientes:

Tabla VI.15 : Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra.

Rango del umbral (%)	Consideración de su efectividad
0	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
1-20	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
21-40	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
41 – 60	Cumple parcialmente la medida
61 – 80	Inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
100	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

Consulta Pública

VI.3.3 VI.3.3. Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad.

Los umbrales de efectividad cuando el éxito de la medida resulta ser la unidad:

Tabla VI.16: Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad.

RANGO DEL UMBRAL	CONSIDERACIÓN DE SU EFECTIVIDAD
1 – 0.81	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
0.80 – 0.61	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
0.60 – 0.41	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
0.40 – 0.21	Cumple parcialmente la medida
0.20 – 0.01	Inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
0.0	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

Ignorar las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental puede traer una serie de consecuencias negativas, tanto inmediatas como a largo plazo. Aquí tienes algunas posibles repercusiones:

Consecuencias Ambientales

- **Degradación de Ecosistemas**: Ignorar las medidas puede llevar a la pérdida de biodiversidad, destrucción de hábitats y la interrupción de los ecosistemas naturales.
- **Contaminación**: Aumento de los niveles de contaminación del aire, agua y suelo, lo que provoca efectos perjudiciales para la vida silvestre y la salud humana.
- **Cambio Climático**: No tomar medidas que mitiguen las emisiones de gases de efecto invernadero puede contribuir al calentamiento global y sus impactos asociados, como eventos climáticos extremos, aumento del nivel del mar y cambios en los patrones climáticos.
- **Degradación de Recursos**: El uso excesivo y la contaminación de recursos naturales como el agua, el suelo y los minerales pueden resultar en escasez y pérdida de estos recursos vitales.

Consecuencias Sociales y Económicas

- **Riesgos para la Salud**: El aumento de la contaminación puede llevar a enfermedades respiratorias, enfermedades transmitidas por el agua y otros problemas de salud en las comunidades locales.
- **Costos Económicos**: La degradación ambiental puede llevar a pérdidas económicas en sectores como la agricultura, la pesca, el turismo y los bienes raíces. El costo de la remediación y la restauración también puede ser significativo.

Consulta Pública

- **Problemas Legales y Regulatorios**: El incumplimiento de las normativas ambientales puede resultar en sanciones legales, multas y demandas. También puede llevar a retrasos en los proyectos y un aumento de la supervisión regulatoria.
- **Pérdida de Confianza Pública**: Ignorar las preocupaciones ambientales puede dañar la reputación de una empresa u organización, llevando a la pérdida de confianza y apoyo de las partes interesadas.

Consecuencias Acumulativas y a Largo Plazo

- **Daños Irreversibles**: Algunos impactos ambientales, como la extinción de especies y el colapso de ecosistemas, son irreversibles. Una vez que ocurren estos daños, no se pueden deshacer.
- **Equidad Intergeneracional**: No tomar medidas de mitigación hoy puede resultar en consecuencias a largo plazo que afecten a las futuras generaciones, limitando su acceso a aire limpio, agua y ecosistemas saludables.

Tomar en consideración las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental es crucial para garantizar la sostenibilidad y el bienestar tanto del medio ambiente como de las sociedades humanas. Es un enfoque proactivo para proteger y preservar nuestro planeta para las generaciones actuales y futuras.

Para asegurar el cumplimiento de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental, la Promovente a través de la empresa que contrate para la ejecución de los trabajos contará con personal especialista en el área de seguimiento en materia ambiental, quienes darán el seguimiento puntual y permanente a todos los trabajos en el sitio del proyecto y a los programas ambientales.

Para garantizar el debido cumplimiento en materia ambiental, la Promovente designará a un responsable ambiental, para asegurar el cumplimiento correspondiente. Este responsable deberá contar con suficientes conocimientos y experiencia en materia ambiental, cumpliendo con los siguientes objetivos:

1. **Registro de Información de Cumplimiento Ambiental**:

- Registrar y documentar la información generada sobre el cumplimiento ambiental.
- Estructurar los resultados de cumplimiento de tipo cualitativo y cuantitativo para reconocer la efectividad de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental aplicadas.
- Implementar un sistema de indicadores ambientales que permita medir y evaluar el desempeño de las medidas implementadas.

2. **Elaboración de Informes Técnicos**:

Consulta Pública

- Elaborar informes técnicos de avance, cumplimiento y efectividad de las medidas ambientales, los cuales serán presentados conforme lo requiera la autoridad competente.
- Asegurar la transparencia y accesibilidad de los informes, permitiendo su revisión por parte de todas las partes interesadas.
- Incorporar en los informes el análisis de indicadores de efectividad y recomendaciones para la mejora continua de las medidas ambientales.

3. **Reconocimiento de Situaciones Imprevistas**:

- Identificar y evaluar la ocurrencia de situaciones o condiciones en uno o varios componentes del sistema ambiental que puedan reflejar alteraciones imprevistas relacionadas con la ejecución del proyecto.
- Establecer un protocolo de respuesta rápida para implementar acciones correctivas o nuevas medidas de control de manera oportuna.
- Colaborar con las autoridades ambientales para coordinar la respuesta a emergencias ambientales y minimizar los impactos.

4. **Colaboración con Personal Especializado**:

- En caso de ser necesario, recurrir a la ayuda de personal especializado o instituciones públicas o privadas (ej. universidades) para la atención de situaciones de contingencia o el monitoreo específico de factores ambientales.
- Fomentar la colaboración interdisciplinaria para abordar de manera integral los desafíos ambientales que puedan surgir durante la ejecución del proyecto.
- Promover la capacitación continua del personal para asegurar la actualización y mejora de sus competencias.

Estas medidas aseguran que el proyecto no solo cumple con las normativas ambientales, sino que también contribuye a la sostenibilidad y protección del entorno natural, minimizando los impactos negativos y promoviendo prácticas responsables y sostenibles.

VI.4 Información Necesaria Para La Fijación De Montos De Fianzas.

La construcción del proyecto **"Libramiento Vial Cancún Sur"**, en sus etapas de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento, requiere una inversión aproximada de $3,121,004,647.90.

De acuerdo con la normativa vigente y con el objetivo de cumplir con las obligaciones legales en materia ambiental, se estima que, del total de inversión, aproximadamente el 15%

Consulta Pública

se destinará a medidas de compensación y mitigación ambiental. Esto asegura que las actividades del proyecto se lleven a cabo de manera sostenible y en conformidad con las regulaciones establecidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En total, se dispondrá de $66,914,594.00 para las medidas de mitigación y compensación ambiental. Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se destinará aproximadamente el 75% del presupuesto, garantizando que se implementen adecuadamente todas las acciones necesarias para minimizar los impactos negativos durante estas fases críticas del proyecto. Para la etapa de operación y mantenimiento, se estima utilizar un 9% del presupuesto, con el fin de mantener y asegurar la efectividad continua de las medidas ambientales a lo largo del tiempo.

VI.4.1 Cumplimiento Legal y Regulaciones Ambientales

El proyecto se apegará a cumplir con las siguientes regulaciones y normativas ambientales:

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**: Esta ley establece las bases para la protección, conservación y restauración del medio ambiente en México, incluyendo la prevención y control de la contaminación.
- **NOM-059-SEMARNAT-2010**: Esta norma oficial mexicana establece los criterios para la conservación de especies de flora y fauna silvestres que se encuentran en riesgo, y se aplicará en el rescate y reubicación de fauna en el área del proyecto.
- **NOM-080-SEMARNAT-1994**: Esta norma regula los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de vehículos automotores, y se deberá cumplir durante todas las etapas del proyecto para minimizar los impactos acústicos.
- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**: El proyecto mediante el presente documento se somete a una Evaluación de Impacto Ambiental para identificar y evaluar los posibles efectos sobre el entorno, y para establecer las medidas de mitigación y compensación necesarias.

Estas medidas aseguran no solo el cumplimiento legal del proyecto, sino también su contribución a la sostenibilidad y protección del entorno natural, minimizando los impactos negativos y promoviendo prácticas responsables y sostenibles.

Consulta Pública

VII. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo desarrolla de manera estructurada las medidas preventivas y de mitigación propuestas para abordar los impactos ambientales identificados en el proyecto "Libramiento Vial Cancún Sur", ubicado en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, promovido por Tren Maya, S.A. de C.V. Se detallan los programas, criterios, indicadores y métodos de seguimiento que garantizan la integración responsable del proyecto con el entorno, conforme a la legislación ambiental vigente.

VII.1 Clasificación de las Medidas Ambientales

Las medidas ambientales se agrupan en cinco categorías, cada una con funciones específicas en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación:

- Medidas de Control: Incluyen la aplicación obligatoria de Normas Oficiales Mexicanas, implementación de planes de contingencias ambientales, seguridad, sanidad e higiene, y respeto por los criterios de protección de los planes de ordenamiento territorial vigentes.
- Medidas de Mitigación o Minimización: Se aplican cuando no es posible eliminar un impacto adverso, buscando disminuir sus efectos a través de decisiones técnicas y el rescate del medio afectado.
- Medidas de Restauración: Promueven la recuperación de condiciones similares a las originales, previas al impacto ambiental.
- Medidas de Compensación: Se implementan ante daños irreversibles, compensando los efectos mediante actividades de repoblación vegetal o inversión en obras de beneficio ambiental.

VII.2 Importancia de las Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación son fundamentales para prevenir, remediar o compensar los impactos negativos de las actividades del proyecto. Su adecuada implementación en todas las etapas, integradas en programas ambientales, reduce significativamente los efectos adversos y contribuye a la sostenibilidad del entorno.

VII.3 Marco Legal de las Medidas Ambientales

De acuerdo con la legislación ambiental mexicana, las medidas de prevención y mitigación constituyen acciones anticipadas para evitar o reducir impactos en cualquier fase del desarrollo de una obra. Incluyen políticas, estrategias, obras y acciones destinadas a eliminar o minimizar impactos adversos potenciales desde la preparación del sitio hasta la operación del proyecto.

VII.4 Proceso de Selección de Medidas Ambientales

La identificación y valoración de los impactos, así como la selección de medidas de prevención, control, mitigación y compensación, se fundamenta en:

Consulta Pública

- El conocimiento detallado del proyecto y sus especificaciones técnicas.
- El inventario y diagnóstico ambiental del área de influencia, incluyendo información especializada y extrapolaciones de condiciones regionales.
- La identificación de factores críticos asociados a la construcción y operación de una estación de tren multimodal.
- La experiencia en la evaluación y gestión ambiental de proyectos similares.
- El conocimiento de la legislación y normatividad ambiental, complementado con la experiencia práctica de autoridades, especialistas y grupos de interés.

VII.5 Acciones Alternativas de Mitigación

Las medidas de mitigación pueden consistir en:

- Evitar el impacto total no desarrollando todo o parte del proyecto.
- Minimizar los impactos limitando la magnitud del proyecto.
- Rectificar los impactos mediante reparación, rehabilitación o restauración del ambiente afectado.
- Compensar el impacto mediante el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

VII.6 Medidas Específicas por Componente Ambiental

A continuación se detallan las medidas preventivas, de control, mitigación y compensación para cada impacto ambiental identificado en el proyecto:

Impacto Ambiental	Medidas Propuestas

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo VII: Pronósticos ambientales y en su caso evaluación de Alternativas.

Del proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Con pretendida ubicación en el municipio de Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo.

Promovente:

Agencia de Proyectos Estratégicos del Estado de Quintana Roo

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 3

VII.1 Descripción y Análisis del Escenario Sin Proyecto 3

VII.2 Descripción y Análisis del Escenario Con Proyecto 4

VII.3 Descripción y Análisis del escenario considerando las medidas de Mitigación. 9

VII.4 Pronóstico ambiental. 23

VII.5 Evaluación de alternativas 28

VII.6 Conclusiones. 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1: Indicadores de impacto. 6

Tabla VII.2: Escenario sin proyecto, con proyecto y con medidas de mitigación por componente ambiental en las distintas etapas del proyecto (etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento). 9

Tabla VII.3: Programas propuestos por atributo ambiental. 26

Consulta Pública

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

A través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en modalidad Particular para el proyecto denominado **"Libramiento Vial Cancún Sur"**, se identifican los impactos generados durante la preparación del sitio. Lo anterior en el entendido que la ejecución de trabajos durante la preparación del sitio, así como la construcción ocasiona una pérdida de la cobertura vegetal y el desplazamiento de fauna de baja movilidad; no obstante, si los impactos son detectados de manera oportuna estos cuentan con medidas de mitigación y/o compensación que se implementarán a lo largo de la ejecución de trabajos dentro del proyecto. Aunque estas medidas no permitirán restaurar el entorno a su estado original, sí crearán condiciones adecuadas de manejo para que el proyecto se desarrolle de manera armónica con la vocación del uso de suelo, sin comprometer los ecosistemas más conservados. Así mismo, se adoptarán medidas para un manejo integral adecuado de residuos y la reducción de la generación de contaminantes.

Si bien las actividades del proyecto generan impactos a los elementos naturales que componen el sistema ambiental, la mayoría de estos son temporales, además se gestionan mediante las medidas de mitigación, compensación, lo anterior con la finalidad de evitar algún daño irreversible en el entorno biótico donde se desarrolla el proyecto.

Cabe señalar que el desarrollo del proyecto sienta las bases de un plan regulatorio, que promueve el crecimiento ordenado y sustentable a corto, mediano y largo plazo; impulsa la derrama económica y el desarrollo social, respondiendo a las necesidades existentes y futuras, lo cual se vislumbra como un impacto benéfico.

El desarrollo de escenarios permite predecir y comparar los impactos sobre los recursos naturales con y sin la implementación del proyecto. De esta manera, se evalúan las condiciones ambientales actuales y futuras, identificando las posibles afectaciones que se generarían como resultado de la ejecución del Proyecto.

VII.1 Descripción y Análisis del Escenario Sin Proyecto

El Proyecto no se lleva a cabo.

- El escenario que se prevé sin proyecto es que en años posteriores el predio sea impactado sin contar con alguna autorización en materia de impacto ambiental y por consecuencia ningún tipo de autorización o permiso ante la autoridad competente

Consulta Pública

lo que desencadenaría una serie de problemáticas ambientales y perjudiciales para el sitio ya que no contaría con ninguna estrategia para mitigar, compensar o restaurar el sitio.

- Los terrenos no son aprovechados de ninguna forma y conservan sus características actuales.
- La calidad del aire es buena, debido a que la zona presenta una circulación del aire favorable.
- No se presenta ningún tipo de modificación en la topografía del sitio, conservando su estado actual.
- Derivado del constante crecimiento demográfico el flujo vehicular incrementaría llevando con esto una congestión vehicular en horas pico aumentando de manera considerable los valores de CO2 en el entorno
- La merma económica por la ineficiencia vehicular venidera será de gran impacto para la población local

VII.2 Descripción y Análisis del Escenario Con Proyecto

El Proyecto se lleva a cabo con medidas de mitigación.

- El escenario que se prevé se realizaría con estricto apego a la normatividad ambiental aplicable, cumpliendo con lo que dictan las autoridades ambientales, buscando que el proyecto sea sustentable y cumpla con los criterios y disposiciones establecidos por la SEMARNAT a través de sus permisos y autorizaciones emitidos en particular para este proyecto.
- La Presente MIA-P para el proyecto incluye medidas de prevención y mitigación en beneficio de las condiciones ambientales de la zona.
- Que el proyecto se apegue conforme a la normativa ambiental vigente lo que lleva consigo la contratación de personal certificado, así como prestadores de servicio con sus respectivas autorizaciones y permisos vigentes tanto estatales como federales de ser el caso.

Por todo lo anterior, se prevé un mejor escenario tanto en lo ambiental como en lo social, con la implementación del proyecto, el cual estará sujeto al cumplimiento de la normatividad ambiental y así mismo va a resultar una fuente de generación de empleo y derrama económica para el municipio.

Las alteraciones en el sistema ambiental se deben principalmente a las actividades humanas, lo cual se refleja en el aumento de superficies no forestales al modificar la

Consulta Pública

cobertura del suelo. Los efectos de estos procesos sociales y económicos en el medio ambiente tienden a favorecer la degradación y fragmentación de los hábitats.

La fragmentación se refiere a la distribución del hábitat en porciones más pequeñas, su aislamiento y los efectos de borde en las zonas periféricas. Así, la vegetación original queda reducida a remanentes que ocupan menos espacio, con formas, tamaños y ubicaciones variables Los efectos principales de la fragmentación incluyen:

- Aislamiento de las especies: Los fragmentos de hábitat pueden ser tan pequeños que dificultan la supervivencia de las especies que dependen de un espacio más amplio para alimentarse, reproducirse o moverse.
- Efecto de borde: Las áreas periféricas de los fragmentos tienen condiciones ambientales diferentes a las del interior, lo que afecta a las especies que viven en el centro del hábitat original.
- Pérdida de diversidad genética: Los fragmentos pequeños pueden reducir la variabilidad genética de las especies, lo que puede llevar a una mayor vulnerabilidad frente a enfermedades o cambios ambientales.
- Disminución de la conectividad ecológica: Los hábitats fragmentados pueden crear barreras físicas que impiden el movimiento y la migración de las especies.

Desde este enfoque, la fragmentación del hábitat lleva a una pérdida cualitativa y cuantitativa de los espacios que las especies solían habitar, lo que provoca una disminución en la abundancia y diversidad de estas especies, especialmente en los fragmentos más pequeños, donde el proceso de pérdida es más rápido. No obstante, cuando los parches de hábitat conservado están rodeados por hábitats perturbados o transformados, se crea un mosaico de hábitats que se adaptan entre sí, mejorando la perspectiva de la situación. De acuerdo con lo mencionado anteriormente , el escenario más desfavorable para el área del proyecto sería la ejecución del mismo sin medidas de mitigación, pues causaría un impacto negativo y permanente en diversos componentes ambientales, como la pérdida de especies vegetales, la degradación del suelo y la alteración del paisaje.

En el Capítulo V, se evaluaron los impactos que se producen a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Se determinó que la etapa de preparación del sitio representa la mayor afectación, principalmente debido a la hidrología superficial, la calidad del agua, la contaminación, la modificación del relieve, el cambio del paisaje, la cobertura vegetal y la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tanto en la vegetación como en la fauna, así como en la abundancia y distribución de la fauna dentro del Sistema Ambiental (SA). Aunque estos impactos son de corta duración, la mayoría de ellos son de impacto moderado, con la excepción de un impacto severo.

Consulta Pública

Tabla VII.1: Indicadores de impacto.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL
Físico	Geoformas	Movimientos de materiales	Alteración de composición de los materiales geológicos
		Sistema Kárstico	Colapso de formaciones kársticas
		Estabilidad del terreno	Incremento de volúmenes de erosión del terreno y degradación del terreno
	Edafología	Contaminación	Cambio en las características fisicoquímicas
		Erodabilidad	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)
		Fragilidad del suelo	Colapso y/o cambio estructural en cenotes o cavernas
	Aire	Composición gaseosa.	Aumento en la emisión de GYCEI
		Partículas suspendidas	Aumento en la emisión de polvos
		Acústica.	Aumento en los niveles de ruido
	Hidrología	Infiltración	Variación en las superficies de infiltración
		Dinámica hidrológica.	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua
		Calidad del agua.	Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea por el aumento en los volúmenes de aguas residuales
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación.	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la vegetación.	Pérdida de la cobertura vegetal
	Fauna	Diversidad de la fauna.	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la fauna.	Perturbación por contaminación auditiva y lumínica
		Hábitat faunístico	Fragmentación, modificación y pérdida de hábitat
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica.	Disminución de la calidad del paisaje
		Fragilidad.	Disminución de superficies de conservación
Dinámica Económica	Socioeconómico	Generación de empleo.	Cambio en la tasa de empleos formales
		Economía local	Cambio en la educación, la salud y el ingreso.
		Salud y seguridad	Accesibilidad a centros médicos

Consulta Pública

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	IMPACTO AMBIENTAL
		Sitios arqueológicos	Riesgo de accidentes laborales
	Patrimonio cultural		Incremento y difusión de bienes culturales de la Nación, al incrementar y favorecer la movilidad vehicular

Los indicadores ambientales antes mencionados permiten la identificación de los impactos ambientales que podrían presentarse en por la ejecución del proyecto, el cual se compone de diversas actividades, donde una de las principales es el desmonte.

Durante la fase de construcción, los impactos moderados se identificaron en los componentes de agua, suelo y aire. En la etapa de operación y mantenimiento, el impacto sobre el aire se clasificó como severo, principalmente porque es una acción permanente y acumulativa, definiéndose como un efecto negativo y continuo. Por otro lado, los impactos sobre el agua y el aire se consideran moderados, ya que sus efectos son acumulativos.

Análisis Ampliado de Impactos

Impactos durante la Preparación del Sitio:

- **Hidrología Superficial y Calidad del Agua**: La alteración del flujo de agua y la posible contaminación debido a la escorrentía y actividades de preparación pueden afectar la calidad de los cuerpos de agua cercanos.
- **Contaminación y Modificación del Relieve**: Las actividades de preparación pueden resultar en la dispersión de contaminantes y la modificación de la topografía, afectando el relieve natural del área.
- **Cambio del Paisaje y Cobertura Vegetal**: La remoción de vegetación y cambios en la cobertura del suelo alteran el paisaje natural y afectan la biodiversidad local.
- **Especies Incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**: Las especies protegidas de flora y fauna pueden verse impactadas en su abundancia y distribución dentro del SA.

Impactos durante la Construcción:

- **Agua, Suelo y Aire**: Se observaron impactos moderados en estos componentes debido al uso de maquinaria pesada, generación de polvo y emisiones, y manejo de materiales de construcción.

Impactos durante la Operación y Mantenimiento:

- **Aire**: Los impactos sobre la calidad del aire se clasificaron como severos debido a las emisiones constantes y acumulativas provenientes de las actividades del proyecto.

Consulta Pública

- **Agua y Aire**: Los efectos sobre estos componentes son moderados pero acumulativos, debido a la operación continua de equipos y la generación de emisiones y efluentes.

Consulta Pública

VII.3 Descripción y Análisis del escenario considerando las medidas de Mitigación.

En la siguiente tabla se muestra el escenario sin proyecto, con proyecto y con medidas de mitigación por componente ambiental en las distintas etapas del proyecto.

Tabla VII.2: Escenario sin proyecto, con proyecto y con medidas de mitigación por componente ambiental en las distintas etapas del proyecto (etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
Geoformas	Las actividades que se realizan en las cercanías del Área de Proyecto (AP) continuarán operando de manera normal. Sin embargo, se anticipa que, a mediano plazo, estas actividades comenzarán a producir efectos significativos en las zonas forestales adyacentes. Entre los impactos esperados se incluyen la alteración del hábitat natural, la fragmentación de ecosistemas, el aumento de la contaminación del aire y el agua, así como la	Las actividades de desmonte, despalme y compactación del terreno pueden provocar la modificación de las características de los materiales geológicos, debido al manejo deficiente de los residuos generados y de los materiales requeridos. Una mala planificación y ejecución de estas actividades de preparación, así como las excavaciones, pueden producir afectaciones a la geomorfología, llegando a causar incluso el colapso parcial del karst en la zona del proyecto. Además, los cortes, despalme y emparejamiento del suelo	La ejecución de la obra mediante la implementación de las medidas de mitigación señaladas en el Capítulo VI, permitirán diversos beneficios significativos para el entorno, cómo lo son: • Delimitar claramente las áreas de construcción, especialmente en las zonas donde habrá movimiento de tierras debido a excavaciones, rellenos, nivelaciones y compactaciones, se evitarán posibles impactos negativos en el entorno circundante. Esta medida garantizará que las actividades constructivas se concentren únicamente en las áreas designadas, reduciendo el riesgo de afectar el paisaje natural y minimizando la alteración del suelo y la vegetación fuera del área de proyecto. • Prohibir la alteración o modificación de superficies fuera del predio de construcción es crucial para evitar modificaciones no deseadas del relieve. Esta medida prevendrá potenciales inestabilidades, como grietas, derrumbes y otros fenómenos geológicos que pueden ser causados por malas prácticas constructivas.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	presión sobre la fauna y flora locales.	atraerán modificaciones permanentes a la topografía del área del proyecto.	Mantener las actividades dentro de los límites establecidos asegura que el terreno adyacente se mantenga estable y sin alteraciones que puedan generar problemas futuros. • Prevención de vibraciones. Las vibraciones reducidas minimizarán el riesgo de daños estructurales en los edificios y otras infraestructuras cercanas al sitio de construcción. Esto es especialmente importante en áreas urbanas densamente pobladas o en zonas con estructuras históricas o frágiles. **Beneficios de Implementar estas Medidas** 1. **Estabilidad Geológica**: Al evitar la alteración de superficies fuera del área designada, se preserva la integridad geológica del terreno, previniendo fenómenos como la formación de grietas y derrumbes. 2. **Protección del Medio Ambiente**: Estas medidas contribuyen a la protección del entorno natural, minimizando la afectación a la flora y fauna locales y preservando la calidad del suelo y agua. 3. **Cumplimiento Normativo**: Estas acciones demuestran el compromiso del proyecto con el cumplimiento de las normativas ambientales y de construcción, mejorando la reputación del proyecto ante autoridades y comunidad.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
			La implementación de estas medidas de mitigación resultará en una mejor gestión del área de construcción, reduciendo los impactos negativos y asegurando que el proyecto se desarrolle de manera responsable y sostenible. La estabilidad del relieve se mantendrá, y las posibles inestabilidades geológicas serán minimizadas, asegurando un entorno seguro tanto para el proyecto como para la comunidad local.
Suelo	Las actividades que se realizan en las cercanías del AP continuarán de manera normal, en este sentido se espera que a mediano plazo se generen los impactos que las actividades económicas traen sobre terrenos naturales, las cuales van desde la degradación físico química del suelo producto del cambio en la vocación de los terrenos a zonas agropecuarias, el uso de agroquímicos, apisonamiento por el	Potencial alteración del suelo debido a la presencia de sustancias contaminantes como aceites, combustible, concreto, asfalto etc.	Una medida propuesta dentro del capítulo VI del presente documento es la aplicación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, es en este dónde se describen los procedimientos a seguir para garantizar un manejo adecuado de los residuos, en este sentido de aplicarse de manera estricta este programa se prevendrá la ocurrencia de los efectos potenciales identificados, evitando que la influencia de estos afecte el SA.
		Potencial alteración del suelo debido a la presencia de sustancias contaminantes como aceites, combustible, concreto, asfalto etc.	Durante las actividades del proyecto, las medidas de prevención incluirán la correcta gestión y almacenamiento de sustancias contaminantes para evitar derrames y filtraciones. Se utilizarán contenedores adecuados y zonas de almacenamiento con sistemas de contención secundarios. Además, se capacitará al personal en el manejo seguro de estos materiales y en procedimientos de emergencia
		Pérdida de suelo por consecuencia de la remoción de vegetación y pérdida de la capa edáfica.	En las medidas de mitigación se propone un Programa Reforestación, derivado de la afectación de vegetación forestal, en cual se llevarán cabo acciones de Reforestación, principalmente zonas sin vegetación aparente o utilizadas como pastizal para pastoreo.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	ganado, entre otras, así como el incremento de las manchas urbanas sobre terrenos naturales, para la construcción de zonas habitacionales, industriales, infraestructura y de servicios turísticos, trayendo consigo alteraciones temporales y/o permanentes a los suelos iniciando por la productividad de los mismo.	Potencial derrumbe del suelo en zonas kársticas por las instalaciones de las obras, así como durante su proceso constructivo.	En el Cap. VI se describió la implementación de actividades para garantizar y minimizar derrumbes kársticos. Al implementar las actividades señaladas, como la identificación y delimitación de zonas vulnerables, la reducción de vibraciones y las medidas de prevención, el proyecto no solo se lleva a cabo de manera segura, sino que también se minimizan los riesgos asociados con los derrumbes kársticos. Esto asegura la integridad del sistema kárstico, protege el entorno natural y promueve un desarrollo sostenible del proyecto. La adopción de estas prácticas refuerza el compromiso del proyecto con la gestión ambiental responsable y la protección de los recursos naturales.
Aire	No se mejorará la infraestructura vial, lo que podría resultar en problemas de tráfico y accesibilidad en la región. Esto podría generar emisiones adicionales en otras áreas debido a rutas alternativas más	Derivado del uso de maquinaria, vehículos y equipo existirá la generación de emisiones a la atmósfera.	Con el mantenimiento periódico de la maquinaria y demás equipo, las emisiones de gases estarán controladas.
		A raíz de las actividades constructivas, se generarán partículas sólidas volátiles en la atmósfera debido a la erosión del suelo.	El uso de maquinaria, vehículos y equipos durante las diferentes etapas del proyecto inevitablemente resultará en la generación de emisiones a la atmósfera. Sin embargo, la implementación de medidas de mitigación adecuadas puede minimizar

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	largas o menos eficientes.	Como resultado de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación de maquinaria, se incrementarán los niveles de ruido. El proyecto se desarrollará en una amplia matriz de hábitat natural que proporciona a la fauna silvestre recursos como alimentación, refugio, áreas de percha, reproducción y vías de tránsito.	significativamente los impactos negativos en la calidad del aire y promover un desarrollo más sostenible. Al adoptar medidas de mitigación específicas para reducir las emisiones atmosféricas, como la prohibición de la quema de residuos, el proyecto puede desarrollarse de manera más segura y sostenible. Estas acciones no solo protegen la calidad del aire y la salud pública, sino que también refuerzan el compromiso del proyecto con la responsabilidad ambiental y el cumplimiento normativo. La implementación de prácticas sostenibles contribuye a un desarrollo más limpio y eficiente, asegurando beneficios a largo plazo tanto para el entorno natural como para la comunidad local.
Hidrología	**Mediano Plazo**: Los patrones de escorrentía superficial y la erosión del suelo se mantendrán en sus niveles naturales, sin alteraciones significativas. **Largo Plazo**: Las cuencas y cuerpos de agua continuarán funcionando de acuerdo con los procesos naturales, sin	Disminución de la superficie de infiltración por el emplazamiento del proyecto	Realizar el proyecto del camino tendrá impactos significativos en el factor hidrológico a mediano y largo plazo. Durante la construcción y los primeros años de operación, la alteración del terreno para construir el camino puede modificar los patrones naturales de escorrentía superficial. Esto puede resultar en una mayor erosión del suelo y sedimentación en cuerpos de agua cercanos. Sin embargo, con la implementación adecuada de medidas de mitigación, estos impactos pueden ser gestionados y minimizados. Es fundamental considerar estos aspectos y planificar de manera sostenible para asegurar un equilibrio entre

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	cambios abruptos en la hidrología.		el desarrollo de infraestructura y la conservación del entorno natural.
		Potencial modificación de flujos hidrológicos ocasionados por la construcción de obras.	Aplicación de medidas ambientales para compensar los impactos que se producirán sobre este componente ambiental, incrementando la superficie de infiltración en un área donde la misma se encuentra disminuida, así con la aplicación de la reforestación y el mantenimiento de la misma se espera que en el mediano plazo se recuperan los servicios ambientales hidrológicos que se verán comprometidos en el SA.
		Potencial alteración a las cualidades fisicoquímicas del agua superficial y subterránea, por derrame de sustancias contaminantes como hidrocarburos, grasas, aceites, concreto, etc.	Con la aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos se prevendrá la manifestación de los efectos que los residuos puedan traer a este recurso dentro del AP, que pudieran incluso afectar al SA, manteniendo a este completamente resguardado de estos efectos por las actividades del proyecto.
			Con relación al abasto, este será provisto por una empresa que se contratará con base en las autorizaciones

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
Vegetación	Los proyectos urbanos se expandan a la zona del proyecto, alterando consigo la cobertura vegetal. No llevar a cabo el proyecto preservará la vegetación natural y los hábitats existentes, pero puede limitar el desarrollo y la accesibilidad en la región.	La remoción de vegetación en áreas implica una posible afectación de especies protegidas. Uno de los impactos menos evidentes a primera vista es la pérdida de vegetación a través de semillas, lo cual afecta la diversidad de la vegetación a mediano y largo plazo. Este germoplasma se encuentra en la capa orgánica o superior, que será removida durante las actividades de desmonte y despalme para la construcción del proyecto. Durante las visitas de campo, se observó la presencia de plantas juveniles en el área del proyecto. Pérdida de cobertura vegetal por consecuencia del requerimiento de áreas. Así mismo, durante el proceso constructivo y durante el desmantelamiento de obras provisionales se presenta un proceso de perturbación, toda	Realizar el proyecto del camino tendrá impactos significativos en la vegetación a mediano y largo plazo, principalmente en la pérdida de cobertura vegetal y la alteración de los ecosistemas. La implementación de medidas de mitigación, como la revegetación y la conservación de corredores biológicos, es crucial para minimizar los impactos negativos y promover un desarrollo sostenible y equilibrado. **Medidas de Mitigación**: • **Revegetación y Restauración**: Programa Reforestación, que contempla la revegetación con especies nativas para restaurar las áreas afectadas y promover la recuperación del ecosistema. • **Conservación de Corredores Biológicos**: Crear y mantener corredores biológicos a lo largo del camino para permitir el movimiento de fauna y la dispersión de flora. • **Control de Especies Invasoras**: Implementar medidas para prevenir la introducción y propagación de especies invasoras que puedan competir con la vegetación nativa.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
		vez que los ecosistemas están en continua dinámica ecológica, donde el crecimiento o propagación de la cubierta vegetal se renueva estacionalmente, lo cual impacta en los renuevos que pudieran implantarse.	
Fauna	A mediano plazo sin la instalación del proyecto, se espera que las actividades económicas actualmente presentes en el SA, se hagan presentes en el AP, los cambios de uso de suelos causado por actividades agropecuarias es posible que sean los primeros en aparecer debido a la presión de estas actividades en el SA, esto no descarta la posibilidad	La intervención del área del proyecto implica una posible afectación de especies protegidas de Fauna en las áreas del SA. La intervención del área implica una modificación en el patrón de distribución de las especies, por el aumento de ruido y de la luminosidad	**Mediano Plazo**: Durante la construcción del camino, los hábitats naturales se verán fragmentados, lo que dificultará el movimiento y la dispersión de muchas especies de fauna. Esto puede llevar a una reducción en la conectividad ecológica y a una disminución en las poblaciones de especies sensibles a la fragmentación. **Largo Plazo**: A medida que el camino se utilice, la fragmentación del hábitat continuará siendo una barrera para muchas especies, afectando negativamente la biodiversidad local. Sin embargo, la creación de corredores ecológicos y pasos de fauna puede mitigar algunos de estos efectos. Con el fin de mitigar el efecto que las actividades del proyecto traerá sobre la fauna, se aplicará un Programa de

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	de que las áreas urbanas, turísticas e industriales se instalen en estas áreas también, los efectos que el crecimiento agropecuario y urbano traerán a esta área provocará la pérdida de la vegetación que sirve como refugio para la fauna que coexiste en el área, eliminando sus áreas de refugio, reproducción y alimentación, provocando daños directos como lesiones a la fauna que interactuará con el personal que realice el desmonte, el cual muy probablemente no ejecutará acciones tendientes al ahuyentamiento de la fauna silvestre, los efectos sobre la fauna no	Derivado de la intervención del área se propicia una potencial modificación en el patrón de distribución de los nichos ecológicos. Dentro de los impactos derivados de la operación de la vialidad está el efecto barrera e interrupción de corredores biológicos (interrupción del libre movimiento de la fauna silvestre a través de su hábitat). La consecuencia directa es la reducción de los movimientos a través del área del proyecto.	Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre, con el que se busca evitar daños físicos a la fauna presente en los frentes de trabajo durante los trabajos de preparación del sitio, dicho programa se aplicará durante el total de duración de las etapas de preparación y construcción, con lo que se evitará afectar a la fauna que ingrese al AP una vez concluidos los trabajos de desmonte y despalme. Con la aplicación de esta medida se busca evitar la disminución de las poblaciones faunísticas existentes en el SA, garantizando su presencia y permanencia dentro del mismo. Se realizarán también pláticas de concientización a fin de que los trabajadores obtengan conciencia sobre el cuidado y protección de la fauna silvestre. Las actividades del PVA incluyen también la colocación de letreros y señalamientos alusivos a la protección de la fauna. La implementación de medidas de mitigación, como la creación de corredores ecológicos y la señalización, es crucial para minimizar los impactos negativos y promover un desarrollo sostenible.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	se espera que sean sólo del tipo directos ya que, mucha de esta se alejará por medios propios a otras áreas más alejadas causando con esto la invasión de áreas ocupadas por otras poblaciones faunísticas provocando la competencia por el alimento.		
Paisaje	El fondo escénico actual del AP y SA corresponde a uno mixto, donde las actividades económicas rurales existentes, así como las zonas urbanas se entremezclan de manera heterogénea con las áreas naturales de colores y tonalidades de verdes no sobresalientes entre sí. Esta situación actual propone que, a mediano plazo el	Unos de los efectos más significativos que se tendrán a muy corto plazo será la fragilidad del paisaje por consecuencia de remoción de vegetación forestal, la cual actualmente no corresponde a un continuo de vegetación natural dentro del SA sino, más bien a un paisaje mixto, con interacción urbana y pecuaria dentro del SA, sin embargo, se destaca que la superficie del AP,	A fin de compensar el efecto que traerá la preparación sobre el fondo escénico de SA, se propone el realizar la reforestación de un sitio con superficie similar a la sometida a despalme, esta área se localiza en las inmediaciones del SA y actualmente su uso es distinto al forestal, por tal motivo se espera con esto enriquecer el paisaje general del SA en un mediano plazo.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	crecimiento de las zonas urbanizadas desplazará a las áreas conservadas donde ya se presentan afectaciones rurales, en el caso particular del AP, este se encuentra cercano a la zona urbana de Cancún, con el aeropuerto a 10 km de distancia aproximadamente, situación que pone presión a las áreas naturales, condición que se agrava con la presencia de caminos de terracería disminuye la continuidad de las áreas con paisaje natural.	aporta un importante bloque natural al paisaje del SA.	
Economía y Población	**Mediano Plazo**: La falta de vialidades adecuadas limitará las oportunidades de empleo y desarrollo económico. Las	La generación de empleos por las actividades del proyecto beneficia a las familias y viviendas, mejorando su calidad de vida y provocando cambios positivos en la educación, salud	La construcción del Proyecto tendrá beneficios significativos para la economía y la población a mediano y largo plazo,

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	comunidades locales seguirán enfrentando dificultades para acceder a mercados y servicios. **Largo Plazo**: El estancamiento económico puede perpetuarse, impidiendo que la región se desarrolle y manteniendo altos niveles de pobreza y desempleo. Las comunidades continuarán enfrentando problemas de accesibilidad, lo que dificultará el transporte de bienes y personas. Esto puede generar costos adicionales y limitar el acceso a servicios esenciales. La falta de infraestructura vial adecuada puede perpetuar el aislamiento	y servicios. Este proyecto no solo incrementará la cantidad de empleos disponibles, sino que también se priorizará la contratación de personas originarias del sitio. El proyecto favorecerá la conexión con vías federales y permitirá el flujo vehicular, lo que traerá múltiples beneficios para las comunidades locales. La construcción de carreteras mejora la conectividad, facilitando el acceso a servicios esenciales como educación, salud y comercio. Las comunidades rurales, a menudo aisladas, tendrán la oportunidad de integrarse más plenamente en la economía regional y nacional, reduciendo las desigualdades y promoviendo el desarrollo. Riesgos laborales si no se cumplen con las medidas correspondientes. Es	mejorando la movilidad, accesibilidad, y estimulando el desarrollo económico y social. No realizar el proyecto puede perpetuar el estancamiento económico, limitar la movilidad y accesibilidad, y mantener el aislamiento de comunidades rurales. La decisión de llevar a cabo el proyecto debe considerar estos factores y planificar de manera sostenible para maximizar los beneficios y minimizar los impactos negativos. **Mediano Plazo**: Durante la construcción del camino, se generarán empleos temporales, lo que impulsará la economía local. Las contrataciones de trabajadores, el alquiler de equipos y la compra de materiales beneficiarán a las empresas locales. **Largo Plazo**: Una vez finalizado, el camino mejorará el acceso a mercados, servicios y oportunidades de empleo, fomentando el desarrollo económico regional. Las empresas podrán transportar sus productos de manera más eficiente, lo que reducirá costos y aumentará la competitividad.

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	de comunidades rurales, impidiendo su integración con áreas urbanas y limitando el acceso a oportunidades educativas y sanitarias.	importante destacar que los riesgos laborales son una preocupación común en la industria de la construcción y abarcan una amplia gama de peligros, desde caídas y lesiones por maquinaria hasta exposición a sustancias peligrosas.	
Excavación y Salvamento Arqueológico	**Mediano Plazo**: La ausencia de excavaciones y salvamento arqueológico puede resultar en que importantes hallazgos históricos permanezcan enterrados y desconocidos. La falta de infraestructura adecuada puede limitar el desarrollo económico y social de la región, afectando potencialmente el	La realización de proyectos en estas áreas requiere una planificación cuidadosa para garantizar la preservación de los tesoros arqueológicos que pueden encontrarse bajo la superficie.	El salvamento arqueológico es esencial para proteger y recuperar vestigios históricos antes de que se inicien las actividades constructivas. Esto no solo enriquece nuestro conocimiento sobre las antiguas civilizaciones mayas, sino que también permite que estos hallazgos sean estudiados y conservados para las generaciones futuras. En este sentido, las actividades arqueológicas se integran de manera armónica con los objetivos del proyecto, asegurando que el desarrollo y la preservación del patrimonio cultural vayan de la mano. **Mediano Plazo**: Durante la fase de construcción, se llevará a cabo un proceso exhaustivo de identificación y salvamento de sitios arqueológicos. Esto implica la exploración y excavación de áreas que podrían contener vestigios históricos, asegurando la preservación de artefactos y estructuras importantes. **Largo Plazo**: Los hallazgos arqueológicos descubiertos durante la construcción pueden ser estudiados y preservados,

Consulta Pública

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN/MANTENIMIENTO			
COMPONENTES AMBIENTALES	**SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO**	**CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
	bienestar de la comunidad local. **Largo Plazo**: La falta de intervención puede limitar el conocimiento histórico y cultural de la región, ya que los posibles sitios arqueológicos no serán descubiertos ni estudiados. Esto podría significar una pérdida de oportunidades educativas y turísticas. La región puede permanecer subdesarrollada, con menos oportunidades para mejorar la calidad de vida y el acceso a recursos y servicios.		contribuyendo al conocimiento histórico y cultural de la región. Estos sitios pueden convertirse en áreas protegidas o en atracciones turísticas, fomentando la educación y el turismo cultural. Realizar el proyecto del camino, con una adecuada planificación y medidas de mitigación, permitirá la identificación y protección de sitios arqueológicos, contribuyendo al conocimiento y conservación del patrimonio cultural. No llevar a cabo el proyecto preservará los sitios arqueológicos en su estado original, pero puede limitar el descubrimiento y estudio de artefactos históricos, así como el desarrollo económico y social de la región. La implementación de medidas arqueológicas adecuadas es crucial para equilibrar el desarrollo de infraestructura con la preservación del patrimonio cultural.

Consulta Pública

Cabe señalar que previo al inicio de las actividades de desmonte se implementará un Programa Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la fauna de importancia ecológica de la región. El desmonte se realizará de manera manual y posteriormente el despalme con la participación de maquinaria. Esta actividad se ejecutará conforme al avance del proyecto para permitir a la fauna presente trasladarse hacia los sitios vecinos que aún conservan vegetación natural.

Así mismo se implementará la aplicación de un Programa Manejo Integral de Residuos que evitará la contaminación del suelo y el agua en el área del proyecto.

La medida de mitigación al impacto ocasionado al aire por las actividades de desmonte y despalme serán de suma importancia, por lo que se realizarán riegos periódicos a las áreas de trabajo, para evitar la emisión de polvos hacia la atmósfera.

Por otro lado, en relación con la medida de mitigación del impacto que ocasionaría la defecación al aire libre, se instalarán sanitarios portátiles, estos se llevarán a cabo en las actividades de limpieza y preparación del sitio. Los sanitarios o letrinas portátiles recibirán mantenimiento periódicamente por la empresa prestadora del servicio.

La aplicación de los procedimientos y programas citados en este documento evitarán en medida de lo posible la contaminación del suelo y el agua. Aunado a lo anterior el proyecto propone la permanencia de áreas forestales mediante la aplicación de un Programa de Reforestación, con especies de plantas nativas, que permitirán llevar a cabo servicios ambientales como la captación del agua, captura de carbono, liberación de oxígeno, continuidad en la formación y protección de los suelos, y la protección de la biodiversidad misma.

VII.4 Pronóstico ambiental.

En este documento se presentaron las actividades y obras a realizar para el desarrollo del proyecto. Se señalaron y examinaron los planes y regulaciones aplicables en el Capítulo III, detectando que el proyecto es compatible con los planes de desarrollo regionales. Se vinculó el proyecto con las políticas que señala el programa de ordenamiento ecológico territorial. También se vinculó con las normas ambientales vigentes, encontrándose que no incumple ninguna de sus artículos.

Consulta Pública

Se delimitó y caracterizó el Sistema Ambiental (SA) mediante la superposición de capas temáticas que incluyeron subcuencas hidrológicas, edafología y uso de suelo. Posteriormente, se elaboró su diagnóstico ambiental mediante los componentes del SA con base en indicadores en el Capítulo IV. A través del trabajo de campo y gabinete, se reconocieron las afectaciones que las actividades del proyecto pueden ocasionar sobre los factores ambientales, así como el medio natural y social en su conjunto, detallado en el Capítulo V.

Escenario Pronosticado

Con base en el análisis de todos los apartados anteriores, se puede pronosticar el siguiente escenario modificado por la introducción del proyecto y la aplicación de todas las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI. El SA y el polígono donde se desarrollará el proyecto presentan evidencia de selvas conservadas, aunque también muestran deterioro ambiental debido a las actividades antropogénicas, como proyectos de infraestructura y la expansión de zonas urbanas. Estas actividades son relativamente pequeñas dentro de la superficie del SA, dejando el resto a vegetación natural en distintas etapas sucesivas.

Acciones de Compensación

Como parte de las acciones de compensación, se aplicarán distintos Programas ambientales y se realizará la reforestación de ecosistemas con especies nativas en un área degradada dentro del SA. Esto ayudará a compensar los impactos de erosión del suelo, promoverá la infiltración y recuperará los servicios ambientales que las selvas proveen.

Mitigación de Impactos en la Fauna

Durante las actividades de preparación del sitio, posiblemente se provoque que las especies de fauna pequeñas y de lento desplazamiento presentes en el área de interés queden expuestas a depredadores y pierdan sus lugares de refugio, como madrigueras. Por tanto, previo a dichas actividades, se buscará remover y ahuyentar a la fauna presente en el sitio durante la eliminación de la cobertura vegetal, con especial atención sobre los taxones con poca movilidad.

En la realización del trabajo de campo de la línea base biótica, se identificaron las especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para llevar a cabo actividades de rescate y reubicación pertinentes durante la preparación del sitio.

Consulta Pública

Emisiones y Control del Ruido

Durante la construcción, se generarán emisiones atmosféricas debido al consumo de combustibles fósiles por las fuentes móviles y maquinaria pesada. Así mismo, se producirá dispersión de polvo y emisiones de ruido asociadas a dicha maquinaria. Para mitigar el impacto por ruido se llevarán a cabo mantenimientos preventivos a maquinaria, vehículos y equipo, los cuales se registrarán en bitácoras, con el fin de evitar que el mal funcionamiento genere ruido y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fuera de norma.

Gestión de Residuos

Se ejecutará un Programa de Manejo Integral de Residuos, para asegurar la gestión eficiente, segura y ambientalmente responsable de todos los residuos generados durante las fases de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Este programa busca minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana, a través de una adecuada clasificación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. .

En un sentido amplio, se ocasionará un impacto significativo al paisaje natural actual debido al efecto de claro generado por la remoción de cobertura vegetal forestal en la selva. El impacto al paisaje se considerará como un impacto residual, ya que el proyecto será observado desde las comunidades cercanas y desde las zonas más altas del SA.

Por otro lado, con el establecimiento del proyecto de interés se identifican impactos positivos tanto en el ambiente como en las comunidades aledañas:

- Generación de fuentes de empleo que constituyen una fuente de ingreso para los pobladores.
- Se subcontratarán empresas locales para la realización de servicios específicos.
- La derrama económica y generación de empleos que se generen desde el inicio hasta la conclusión de las actividades referentes al polígono de Área de Proyecto.

Aunque el proyecto se instalará sobre un medio donde se provocará un impacto al ecosistema, corresponde a un paisaje que está ampliamente representado en la región con muchos elementos dominantes como áreas de selvas medias.

Consulta Pública

La remoción de vegetación forestal provocará dentro de los impactos más relevantes la generación de residuos y la pérdida de vegetación existente en el predio debido a que el mismo se encuentra ubicada en un área con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, el impacto generado por el segundo concepto disminuye, mientras el impacto provocado por la generación de residuos se anula con la correcta disposición de estos. Así mismo, se ejecutará la restauración que mitigará el efecto de la remoción de la vegetación inicial en el predio, además de darle una belleza escénica al paisaje.

La ejecución de cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas en la MIA-P, las cuales están incorporadas dentro de los programas ambientales específicos para el proyecto:

- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de Vigilancia Ambiental
- Programa de Reforestación

A continuación, se describen los programas y medidas de prevención, mitigación y compensación por componente ambiental.

Tabla VII.3: Programas propuestos por atributo ambiental.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	PROGRAMAS AMBIENTALES
Físico	Geoformas	Movimientos de materiales	•Programa de Manejo Integral de Residuos. •Programa de Reforestación. •Programa de Vigilancia Ambiental
		Sistema Kárstico	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Reforestación. •Programa de Vigilancia Ambiental
		Estabilidad del terreno	•Programa de Reforestación •Programa de Vigilancia Ambiental
	Edafología	Contaminación	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Reforestación. •Programa de Plan de Manejo Ambiental
		Erodabilidad	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Reforestación •Programa de Plan de Manejo Ambiental

Consulta Pública

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	PROGRAMAS AMBIENTALES
		Fragilidad del suelo	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Reforestación. •Programa de Plan de Manejo Ambiental
	Aire	Composición gaseosa.	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Reforestación. •Programa de Plan de Manejo Ambiental
		Partículas suspendidas	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Educación Ambiental
		Acústica.	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre •Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre •Programa de Plan de Manejo Ambiental
	Hidrología	Infiltración	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Reforestación. •Programa de Plan de Manejo Ambiental
		Dinámica hidrológica.	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Educación Ambiental
		Calidad del agua.	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Plan de Manejo Ambiental
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación.	•Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre •Programa de Plan de Manejo Ambiental
		Abundancia de la vegetación.	•Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre •Programa de Plan de Manejo Ambiental
	Fauna	Diversidad de la fauna.	•Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre •Programa de Plan de Manejo Ambiental
		Abundancia de la fauna.	•Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre •Programa de Plan de Manejo Ambiental
		Hábitat faunístico	•Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre •Programa de Plan de Manejo Ambiental
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica.	•Programa de Manejo Integral de Residuos •Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre

Consulta Pública

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES	PROGRAMAS AMBIENTALES
			•Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre •Programa de Reforestación. •Programa de Vigilancia Ambiental
		Fragilidad.	•Programa de Reforestación. •Programa de Vigilancia Ambiental
Dinámica Económica	Socioeconómico	Generación de empleo.	NA
		Economía local	NA
		Salud y seguridad	NA
			NA
	Patrimonio cultural	Sitios arqueológicos	NA

VII.5 Evaluación de alternativas

En el presente proyecto no se consideraron otras alternativas dentro del Sitio de Análisis (SA) o sus inmediaciones, debido a que cualquier otra opción planteada habría requerido un mayor impacto sobre la vegetación y, en consecuencia, un mayor grado de afectación al entorno natural. Por este motivo, la elección de la carretera para la construcción y operación del Proyecto Libramiento Vial Cancún Sur se fundamentó en criterios de conectividad, accesibilidad y sostenibilidad.

El proyecto se destaca por su proximidad estratégica a dos importantes arterias federales: la carretera 180, en su ramal Cancún-Aeropuerto, y la carretera 307, en su tramo Cancún-Playa del Carmen, así como por su ubicación cercana al aeropuerto. Estas características no solo favorecen la optimización de la circulación vehicular en una región con alta demanda de tránsito, sino que también las actividades logísticas y comerciales en el área.

Además, el desarrollo del proyecto se traduce en diversos beneficios tangibles, entre los que destacan la reducción de los tiempos de traslado, permitiendo una mejor eficiencia en la movilidad; la mejora en la eficiencia del tránsito vehicular, al aliviar la congestión de las rutas existentes; y la disminución en el consumo de combustibles fósiles, gracias a trayectos más cortos y directos. Esta última ventaja contribuye directamente a la mitigación de la huella de carbono, reforzando el compromiso del proyecto con la sostenibilidad ambiental y la lucha contra el cambio climático.

Consulta Pública

Con este enfoque integral, el proyecto no solo busca mejorar la infraestructura vial y la conectividad regional, sino también minimizar su impacto en el entorno natural y maximizar los beneficios socioeconómicos y ambientales para las comunidades de la región.

VII.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 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, se concluye que:

- ✓ La construcción y operación del Proyecto Libramiento Vial Cancún Sur, trae consigo una serie de beneficios que impactarán positivamente el crecimiento económico y el progreso de las localidades aledañas y de la región en general. La obra no solo impulsará las actividades turísticas y comerciales, sino que también contribuirá significativamente al desarrollo económico local y estatal.

- ✓ Para asegurar su correcta implementación y operación, es necesario cumplir con los condicionamientos jurídicos y técnicos mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y/o compensaciones pertinentes. Dichos condicionamientos incluyen la obtención de todos los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para la preparación y construcción del proyecto, garantizando así su viabilidad y éxito a largo plazo.

Como resultado de la evaluación del SA se concluye que:

- ➢ Los principales impactos del Proyecto serán mitigados, de manera de que se mantenga la integridad funcional del SA.
- ➢ El principal impacto se generará durante la etapa de preparación, en el cual se realizará el retiro de vegetación de las áreas estrictamente necesarias para la preparación, construcción y operación de la terminal multimodal, por lo que, se propone la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre.
- ➢ Los impactos de significancia baja que se generen durante la etapa de preparación y construcción serán mitigados mediante la aplicación de las medidas planteadas en el capítulo VI del presente estudio y con la ejecución de buenas prácticas ambientales, las cuales garantizarán el buen desempeño ambiental del Proyecto.

Consulta Pública

- Considerando el análisis realizado del escenario ambiental con el Proyecto y de acuerdo con los pronósticos, la condición esperada para la mayoría de los componentes del SA 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, éste no modificará la estructura o funcionamiento del SA.
- El Proyecto cumple con la legislación que rige 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, las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento pueden llevarse a cabo de manera segura, ya que se han incorporado estrategias, tecnologías y medidas de control y mitigación específicas para cada impacto identificado. Estas medidas incluyen técnicas avanzadas de ingeniería y prácticas sostenibles que garantizan la minimización de los efectos negativos sobre el entorno.

El proyecto se compromete a operar bajo principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental, garantizando que se minimicen los impactos negativos y se maximicen los beneficios ecológicos. La integración de prácticas sostenibles en todas las etapas del proyecto refuerza el compromiso con la conservación del entorno natural y el bienestar de la comunidad.

Gracias a la implementación de estas estrategias, tecnologías y medidas de control y mitigación, el desarrollo del proyecto puede llevarse a cabo de manera segura, sin causar una afectación directa significativa al Sistema Ambiental (SA).

Como resultado de la valoración de impactos, se resalta que el proyecto Libramiento Vial Cancún Sur, generará diversos beneficios económicos específicos para la región, incluyendo:

1. **Aumento del Turismo**: La mejora de la infraestructura de transporte facilita el acceso a destinos turísticos, incrementando el flujo de visitantes y estimulando la economía local.
2. **Fomento del Comercio**: La nueva terminal de carga y la estación multimodal permiten un transporte más eficiente de bienes y mercancías, reduciendo costos logísticos y mejorando la competitividad de las empresas locales.

Consulta Pública

3. **Creación de Empleos**: La construcción y operación de la infraestructura generarán numerosos empleos directos e indirectos, desde trabajadores de la construcción hasta personal de operaciones y servicios.
4. **Desarrollo Regional**: La mejora en la conectividad y la infraestructura atraerá inversiones a la región, fomentando el desarrollo de nuevos negocios y fortaleciendo la economía local y estatal.
5. **Eficiencia en el Transporte**: Un sistema de transporte más eficiente y conectado reduce el tiempo y los costos de desplazamiento, mejorando la productividad de las empresas y la calidad de vida de los habitantes.
6. **Aumento en la Recaudación Fiscal**: El crecimiento económico y la mayor actividad comercial aumentarán la recaudación de impuestos, lo que permitirá una mayor inversión en servicios públicos y mejoras para la comunidad.

Estos beneficios juntos contribuyen a un desarrollo sostenible y equilibrado, promoviendo el progreso económico y social de la región.

Consulta Pública

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Sector Vías Generales de Comunicación

Capítulo VIII: Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan la Información Presentada en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Del proyecto:

“Libramiento Vial Cancún Sur”

Con pretendida ubicación en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo.

Promovente:

Tren Maya, S.A. de C.V.

2025

Consulta Pública

ÍNDICE

VIII.IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 3

VIII.1 Presentación de la Información 3

VIII.1.1 Anexo 1 Cartografía. 3

VIII.1.2 Anexo 2 Vectoriales. 4

VIII.1.3 Anexo 3 Memorias de Cálculo de Medio Biótico. 4

VIII.1.4 Anexo 4 Matriz de Identificación Impactos Ambientales. 4

VIII.1.5 Anexo 5 Programas Ambientales. 4

VIII.2 VIII.2 Bibliografía 5

VIII.2.1 Capítulo II. 5

VIII.2.2 Capítulo III. 7

VIII.2.3 Capítulo IV. 9

VIII.3 Glosario de Términos 11

Consulta Pública

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la Información

El presente documento incluye la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en su modalidad particular del proyecto **""Libramiento Vial Cancún Sur"**, para la ejecución del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Integrada a través de los requerimientos estipulados la guía específica de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el sector de Vías Generales de Comunicación, asegurando que todas las normativas y procedimientos ambientales pertinentes sean cumplidos.

VIII.1.1 Anexo 1 Cartografía.

Se anexan e integran los mapas temáticos en el cuerpo del documento, de acuerdo a lo siguiente:

1. Mapa general del proyecto.
2. Ubicación física proyecto.
3. Delimitación del SA.
4. Polígono Área de Impacto (Área de influencia).
5. Ubicación del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
6. Ubicación del SA dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
7. Ubicación del proyecto y SA dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de Benito Juárez.
8. Ubicación del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).
9. Límites político administrativos SA.
10. Uso de suelo y vegetación serie VII AP.
11. Uso de suelo y vegetación serie VII SA
12. Ubicación regional de Áreas Naturales Protegidas (ANP).
13. Sitios RAMSAR en el SA.
14. Cuenca hidrográfica en el SA.
15. Subcuenca Hidrográfica en el SA.
16. Edafología en el SA.

Consulta Pública

17. Geología en el SA.
18. Climas dentro del SA.
19. Precipitación dentro del SA.
20. Riesgo por ciclones Tropicales en el SA.
21. Riegos por sequías en el SA.
22. Regionalización sísmica en el SA.
23. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAś).
24. Puntos de muestreo AP.
25. Distribución de sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental (SA).
26. Distribución de sitios de muestreo dentro del Área del Proyecto (AP).
27. Ubicación del vivero temporal.
28. Polígono de reubicación de Fauna Silvestre.
29. Polígono de sitios de comprobación de supervivencia para la Fauna Silvestre.

VIII.1.2 Anexo 2 Vectoriales.

Se integra la información Vectorial del Área del Proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental (SA).

VIII.1.3 Anexo 3 Memorias de Cálculo de Medio Biótico.

- Memoria de cálculo del área del proyecto AP flora y fauna
- Memoria de cálculo del del Sistema ambiental SA flora y fauna
- Comparativa del SA y AP flora y fauna

VIII.1.4 Anexo 4 Matriz de Identificación Impactos Ambientales.

Se adjunta archivo Excel con Matriz de identificación impactos Ambientales.

VIII.1.5 Anexo 5 Programas Ambientales.

- Programa de Manejo Integral de Residuos.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.
- Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre.
- Programa de Plan de Manejo Ambiental.
- Programa de Reforestación.

Consulta Pública

VIII.2 Bibliografía

VIII.2.1 Capítulo II.

- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS). (2020). Programa Nacional de Infraestructura Carretera. https://www.gob.mx/banobras/documentos/programa-institucional-2020-2024-302839
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1972). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. (última reforma DOF 16-02-2018). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma DOF 01-02-2024). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (última reforma DOF 08-05-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023). Sistema de información sobre biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Marco geoestadístico nacional. https://www.inegi.org.mx/
- Mandujano Rodríguez, S. (2011). Ecología de poblaciones aplicada al manejo de fauna silvestre: cuatro conceptos (N, λ, MSY, Pe). Instituto Literario de Veracruz, SC.
- Pérez-Rivas, M. E., et al. (2023). El método de trabajo aplicado en el salvamento arqueológico del Tren Maya se basa en tres aspectos primordiales: prospección, excavación y apoyo de disciplinas con tecnologías geográficas. Arqueología Mexicana.
- Presidencia de la República. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Gobierno de México. https://www.gob.mx/pnd
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Carreteras. (2023). Catálogo de normas técnicas para la construcción de carreteras. Gobierno de México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000, 18 de junio). N·CTR·CAR·1·04·004/00: Riegos de impregnación [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000, 18 de junio). N·CTR·CAR·1·04·005/00: Riegos de liga [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000, 29 de noviembre). N·CTR·CAR·1·01·013/00: Acarreos. En Normas de construcción de carreteras (págs. 1–7). Gobierno de México.

Consulta Pública

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2004, 15 de noviembre). N·CMT·4·02·003/04: Materiales para bases tratadas [Norma técnica]. En Libro CMT Características de los Materiales. Parte 4: Materiales para pavimentos, Título 02 Subbases y bases. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2009, 15 de diciembre). N·CTR·CAR·1·04·007/09: Carpetas asfálticas con mezcla en frío [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016, 24 de noviembre). N·CTR·CAR·1·01·009/16: Terraplenes [Norma técnica]. En Normas de construcción de carreteras, Libro CTR – Construcción, Parte 1: Conceptos de obra. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020, 14 de julio). N·CTR·CAR·1·04·009/20: Carpetas de concreto hidráulico [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020, 28 de octubre). N·CTR·CAR·1·04·010/20: Capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente [Norma técnica]. En Libro CTR Construcción. Parte 1: Conceptos de obra, Título 04 Pavimentos. SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2022, 28 de septiembre). N·CMT·4·02·002/22: Materiales para bases hidráulicas [Norma técnica]. En Libro CMT Características de los Materiales. Parte 4: Materiales para pavimentos, Título 02 Subbases y bases. SCT/IMT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (s. f.). Norma N.CTR.CAR.1.01.002/00: Excavaciones para estructuras. En Normas de Construcción de Carreteras (págs. I.2). SCT.
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2018). Manual de proyecto geométrico de carreteras. Dirección General de Servicios Técnicos. https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/normativa/manuales/
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2020). Red carretera de México: Infraestructura para la conectividad y el desarrollo nacional. Gobierno de México. https://www.gob.mx/sct
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). NOM-052-SEMARNAT-2005: Características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2007). NOM-045-SEMARNAT-2006: Límites máximos permisibles de opacidad y características del humo de vehículos que usan diésel. Diario Oficial de la Federación.

Consulta Pública

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). NOM-041-SEMARNAT-2015: Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes de vehículos automotores que usan gasolina. Diario Oficial de la Federación.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección general de obras, edificación estructural. (s. f.). Preescolar – línea 02: especificaciones generales de construcción estructural. Recuperado 19 de junio de 2025, de https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/construc/espe_gral/estructu/ob_pre/obp_li02.html

VIII.2.2 Capítulo III.

- Ayuntamiento de Benito Juárez; Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Decreto POEL MBJ). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, Tomo I, Núm. 19 Extraordinario. http://bitacora-ambiental.semaqroo.gob.mx/images/decretos/Decreto_POEL_MBJ_2014.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1972). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. (última reforma DOF 16-02-2018). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma DOF 01-02-2024). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley de Aguas Nacionales (última reforma DOF 08-05-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2000). Ley General de Vida Silvestre (última reforma DOF 20-05-2021. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (última reforma DOF 08-05-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2013). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (última reforma DOF 20-05-2021). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2016). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial de la Federación. https://siga.jalisco.gob.mx/CEOTDU/Info/Legislacion_/LGAHOTDU.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (última reforma DOF 01-04-2024). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Consulta Pública

- CIPAMEX & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.). *AICA – Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.* *https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf*
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO. (2023). *Regiones hidrológicas prioritarias de México.* Biodiversidad Mexicana. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023). *Regiones marinas prioritarias de México.* Biodiversidad Mexicana. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2013). Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo (Decreto 269, Xlll Legislatura; publicada en el Periódico Oficial del Estado el 30 de abril de 2013). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/administrativo/ley120/L1320130430269.perdón
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2013). Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo (Decreto 131, Xlll Legislatura; publicada en el Periódico Oficial del Estado). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L1320120925131.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2013). Ley Forestal del Estado de Quintana Roo (Decreto 206, Xlll Legislatura; publicada en el Periódico Oficial del Estado el 19 de agosto de 2013). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L62-XIII-20130819-306.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2014). Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo (Decreto 258, Xl Legislatura; última reforma publicada en el Periódico Oficial el 30 de marzo de 2015). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/administrativo/ley082/L1420140330258.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2015). Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. (Decreto No.121, XVlll Legislatura). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L176-XVIII-20250508-CN1820250508121.pdf
- Congreso del Estado de Quintana Roo. (2024). Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (Decreto 001, XVlll Legislatura; publicado en el Periódico Oficial el 2 de octubre de 2024). https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L22-XVIII-20241002-L1820241002001-Ley-de-equilibrio-ecologico-MOD.pdf
- Secretaría de la Convención de Ramsar sobre Humedales. (s.f.) *Servicio de Información sobre Sitios Ramsar (RSIS). https://rsis.ramsar.org/es*
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT). Diario Oficial de la Federación, 6 de abril de 2022. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5652649&fecha=06/04/2022

Consulta Pública

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279084&fecha=24/11/2012
- Secretaría de Salud. (s.f.). Normas oficiales mexicanas. https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705

VIII.2.3 Capítulo IV.

- Bonilla, F., Monrós, J. S., & Sasa, M. (2022). Bases conceptuales para la compensación ambiental bajo el enfoque ecológico. Revista de Biología Tropical, 70(S1). Disponible en SciELO.
- Bauer-Gottwein, P., Gondwe, B.R.N., Charvet, G., Marín, L.E., Rebolledo-Vieyra, M., & Merediz-Alonso, G. (2011). The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico. Hydrogeology Journal, 19, 507–524.
- Clevenger, A.P., y Kociolek, A.V. (2006). "Highways, Habitat Fragmentation, and Wildlife". In: The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). "Gestión Integral de Cuencas Hidrológicas".
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2025). Red Nacional de Estaciones Climatológicas. Recuperado de CONAGUA.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). Biodiversidad en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2017). Estrategias para la Conservación de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). "Tipos de Vegetación en México".
- Conesa, V. (2003). "Relación causa/efecto en impactos ambientales".
- D'Amico, M., Ascensão, F., Fabrizio, M., Barrientos, R., y Gortázar, C. (Eds.). (2023). "Road Ecology". European Journal of Wildlife Research.
- Díaz Reyes, C. E. (2014). Enfoques teóricos y metodológicos de las compensaciones ambientales en el contexto de la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Forman, R.T.T. (1995). "Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions". Cambridge University Press.
- Forman, R.T.T., y Alexander, L.E. (1998). "Roads and Their Major Ecological Effects". Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 29:207-231.

Consulta Pública

- Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., ... & Winter, T.C. (2003). "Road Ecology: Science and Solutions". Island Press.
- Frías-Castro, C., López-Hernández, J., & Martínez-Meyer, E. (2017). Diversidad de ecosistemas en México. En Diversidad Biológica (pp. 45-67). Editorial.
- González-Medrano, F. (2003). La Vegetación de México. Ediciones Científicas Universitarias.
- Instituto de Geografía, UNAM. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Publicaciones IGG, UNAM.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). "Geomorfología y Edafología de México".
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). "Ordenamiento Ecológico del Territorio en México".
- Juárez-Palacios, R., Chacón-Hernández, A., Pasquetti-Hernández, L., Alafita-Vazquez, O., & Rojas-Galaviz, J. (2006). "Delimitación del sistema ambiental".
- López-Hernández, J., Martínez-Meyer, E., & Villaseñor, J. L. (2017). Diversificación de grupos botánicos en México. En Flora y Fauna de México (pp. 120-135). Editorial.
- Martínez-Meyer, E., Villaseñor, J. L., & González-Medrano, F. (2014). Diversificación de pinos y encinos en México. Boletín de Botánica, 23(2), 134-152.
- Perry, E., Paytan, A., Pedersen, B., & Dovland, H. (2002). Groundwater geochemistry of the Yucatán Peninsula, Mexico: Constraints on stratigraphy and hydrogeology. Journal of Hydrology, 260, 29-47.
- Pérez Maqueo, O. (2003). "Las manifestaciones de impacto ambiental: un análisis crítico". Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Conservación y Restauración de Ecosistemas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). "Política Ambiental y Ordenamiento Ecológico".
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). Datos Climatológicos Históricos. Recuperado de SMN.
- Smart, P.L., Whitaker, F.F., & Smith, C.L. (2006). Cave and Karst Systems of the Yucatán Peninsula. Geological Society of America Special Papers, 404, 105-128.
- Villaseñor, J. L. (2016). Diversidad y distribución de la flora de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 671-694.

Consulta Pública

VIII.3 Glosario de Términos

- **Acuífero:** Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

- **Abiótico:** Caracterizado por la ausencia de vida. Lugar o proceso sin seres vivos.

- **Accidente Ambiental:** Evento o circunstancia de origen natural o antropogénicos que afecte directa o indirectamente el medio ambiente.

- **Acumulación (AC):** Este atributo del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

- **Adaptaciones y mejoras:** Desarrollos tendientes a adecuar tecnologías y a introducir perfeccionamientos. Usualmente presentan pocos rasgos de originalidad y novedad.

- **Aditivos:** Sustancias que son agregadas a un producto cualquiera considerado como materia primordial y que inciden sobre alguna de sus características físico químicas. Desde el punto de vista ambiental, en algunos casos, el aditivo agregado a un producto suele ser más perjudicial que el producto mismo.

- **Agentes nocivos:** Sustancias que liberadas en el medio ambiente en concentraciones inadecuadas significan un peligro para la biota.

- **Agua potable**: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

- **Aguas Residuales:** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

- **Agua subterránea:** Agua existente debajo de la superficie terrestre en una zona de saturación, donde los espacios vacíos del suelo están llenos de agua.

Consulta Pública

- **Aluvial:** Sedimento compuesto por peñascos, gravas, arenas, limos y arcillas, depositado en la boca de los cañones intermontaños durante las grandes avenidas fluviales.

- **Ambientalismo:** Conjunto de corrientes que integran la gran meta por un mejor ambiente para todos con el objetivo de respetar el funcionamiento ecológico de la naturaleza y el significado cultural de la vida y la libertad.

- **Ambiente:** *Región, alrededores y circunstancias en las que se encuentra un ser u objeto. El ambiente de un individuo comprende dos tipos de constituyentes: 1. El medio puramente físico o abiótico, en el cual él existe (aire, agua) y 2. El componente biótico que comprende la materia orgánica no viviente y todos los organismos, plantas y animales de la región, incluida la población específica a la que pertenece el organismo *La totalidad de cada una de las partes de un ecosistema sistema ecológico, interpretadas todas como elementos interdependientes o entornos más circunscriptos, ambientes naturales, agropecuarios, urbanos y demás categorías intermedias. Condiciones y circunstancias que rodean a las personas, animales o cosas. *El conjunto de los alrededores y las condiciones en que opera una organización, el cual incluye los sistemas vivos. Como el impacto ambiental de la organización podría alcanzar varias regiones, en este contexto el ambiente se extiende desde el lugar de trabajo hasta el resto del planeta.

- **Amplitud del Impacto (AI):** REGIONAL Cuando el impacto alcanza a la población del área de influencia, LOCAL Cuando el impacto alcanza a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio, PUNTUAL Cuando el impacto alcanza a un grupo pequeño de gente.

- **Antropogénico:** De origen humano, humanizado, opuesto a lo natural.

- **Aprovechamiento:** Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma.

- **Aprovechamiento de los Residuos:** Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, manufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía (LGPGIR).

- **Aprovechamiento Forestal:** La extracción realizada en los términos de esta Ley, de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables (LGDFS).

Consulta Pública

- **Aprovechamiento Sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos (LGEEPA).

- **Aptitud de uso del suelo:** Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede producirse deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, forestales, paisajísticos, etc. Existen distintas metodologías para su determinación tanto para suelos bajo riego como de secano.

- **Áreas de compensación:** Las zonas del territorio en donde se realizarán las acciones de compensación ambiental.

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

- **Área urbana:** Espacios que contienen la población nucleada, en los que prevalece como uso del suelo el soporte de construcciones, infraestructura y servicios, incluyendo espacios con vegetación destinados al esparcimiento. Constituyen el espacio territorial de mayor desarrollo de actividades secundarias y terciarias. Estos espacios urbanos, componentes de la estructura territorial, guardan relaciones interactivas con las áreas rurales circundantes, con una transición gradual mediante espacios intercalados de una y otra hasta la prevalencia de una de ellas.

- **Asentamiento:** Instalación provisional, generalmente permitida por el Gobierno, de colonos o agricultores, en tierras destinadas casi siempre a expropiarse. Actualmente, se ha extendido su uso al ámbito urbano.

- **Asociaciones vegetales:** Es un conjunto de plantas que forman las distintas etapas de una sucesión vegetal. En general, está compuesta por individuos de varias especies que las caracterizan. En una asociación dos o más especies son dominantes, cuando solo hay una especie dominante entonces la comunidad se denomina consolidación.

- **Autoridad de aplicación:** Organismo, institución, ente encargado del cumplimiento de una determinada norma.

- **Basura:** Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afecta el paisaje,

Consulta Pública

sino que además lo daña; por ejemplo, puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos, etc.

- **Biodiversidad:** Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

- **Cambio de Uso de Suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

- **Cambio del Uso de Suelo en Terreno Forestal:** La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (LGDFS).

- **Capacidad de carga:** Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico. (LGVS).

- **Captura:** La extracción de ejemplares vivos de fauna silvestre del hábitat en que se encuentran (LGVS).

- **Contaminación atmosférica:** Es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia química, objetos, partículas, o microorganismos que alteran la calidad ambiental y la posibilidad de vida. Las causas de la contaminación pueden ser naturales o producidas por el hombre. Se debe principalmente a las fuentes de combustible fósil y la emisión de partículas y gases industriales. El problema de la contaminación atmosférica hace relación a la densidad de partículas o gases y a la capacidad de dispersión de las mismas, teniendo en cuenta la formación de lluvia ácida y sus posibles efectos sobre los ecosistemas.

- **Contaminación biológica:** Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como, por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningo encefalitis, colitis y otras infecciones.

Consulta Pública

- **Contaminación del suelo:** Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

- **Contaminación hídrica:** Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

- **Conservación:** La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo (LGVS).

- **Contingencia ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas (LGEEPA).

- **Crítico:** Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

- **Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

- **Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental (LGEEPA).

- **Cuenca Hidrológica:** Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el

Consulta Pública

mar En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas (LAN).

- **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 (RMEIA).

- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso (RMEIA).

- **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 (RMEIA).

- **Deforestación:** Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la degradación del suelo y del tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

- **Desarrollo Sustentable:** En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras (LAN).

- **Desechos tóxicos:** También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

- **Dolina:** Depresión más o menos profunda y de paredes muy inclinadas, típica de los terrenos calizos.

Consulta Pública

- **Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

- **Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA).

- **Elementos o componentes ambientales:** Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

- **Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

- **Erosión:** Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene lugar en lapsos muy cortos y está favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

- **Escurrimiento:** Se define como escurrimiento a la parte de la precipitación que no llega a infiltrarse sobre la superficie de la tierra y que aparece en las corrientes superficiales, sean éstas perennes, intermitentes o efímeras y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

- **Especies y poblaciones en riesgo:** Aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, con arreglo a esta Ley (LGVS).

- **Especies y poblaciones migratorias:** Aquellas que se desplazan latitudinal, longitudinal o altitudinalmente de manera periódica como parte de su ciclo biológico (LGVS).

- **Especies y poblaciones prioritarias para la conservación:** Aquellas determinadas por la Secretaría de acuerdo con los criterios establecidos en la presente Ley, para canalizar y optimizar esfuerzos de conservación y recuperación (LGVS).

- **Estado:** Los Poderes de la Unión, de las entidades federativas y de los municipios (LPDB).

- **Estudio de impacto ambiental:** Proceso de análisis de carácter interdisciplinario, basado en estudios de campo y gabinete, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra, actividad o proyecto sobre el medio ambiente.

Consulta Pública

- **Evaluación de impacto ambiental (EIA):** Un conjunto formal de métodos científicos para estimar el impacto, su origen, naturaleza y magnitud, de una actividad económica (e.g. Exploración petrolera, prospección minera, construcción de represas, edificaciones, etc.). Sobre las condiciones del medio ambiente de una región.

- **Explotación:** Aplicación del agua en actividades encaminadas a extraer elementos químicos u orgánicos disueltos en la misma, después de las cuales es retornada a su fuente original sin consumo significativo (LAN).

- **Falla:** Rasgo estructural manifestado por una fractura en un bloque, a lo largo de la cual se han desplazado los lados.

- **Fragilidad ambiental:** Condición actual de un ecosistema, parte de él o de sus componentes, en comparación a su condición natural clímax.

- **Hábitat:** Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

- **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.

- **Impacto Ambiental Residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación (RMEIA).

- **Impacto:** Cambio producido en la constitución del sistema al de su funcionamiento, en forma brusca, repentina, como respuesta a ciertas influencias estímulos, disturbios, del medio externo. Es el efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades básicas y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

- **Impacto Benéfico:** Como impactos benéficos, podemos reconocer aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Consulta Pública

- **Impacto negativo:** Como impactos negativos, podemos reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso negativo o perjudicial.

- **Infiltración:** la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.

- **Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

- **Manejo Integral:** Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (LGPGIR).

- **Material peligroso:** Elementos, substancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. Naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

- **Norma Oficial Mexicana (NOM):** La regla científica o tecnológica emitida por el Ejecutivo Federal, que deben aplicar los gobiernos del Estado y de los Municipios, en el ámbito de sus competencias.

- **Ordenamiento ecológico:** El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Consulta Pública

- **Plan de Manejo:** Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (LGPGIR).

- **Programas:** Serie ordenada de actividades y operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de esta Ley (LGPGIR).

- **Recursos forestales maderables:** Los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso (LGDFS).

- **Recursos forestales no maderables:** La parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales (LGDFS).

- **Recursos forestales:** La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales (LGDFS).

- **Reforestación:** Establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales (LGDFS).

- **Región ecológica:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

- **Residuo:** cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

- **Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (LGPGIR).

- **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los

Consulta Pública

productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley (LGPGIR).

- **Residuos Peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

- **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley (LGPGIR).

- **Riesgo:** Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares (LGPGIR).

- **Secretaría:** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

- **Servicios Ambientales:** Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales (LAN).

- **Subcuenca:** Fracción de una cuenca hidrológica, que corresponde a la superficie tributaria de un afluente o de un sitio seleccionado.

- **Terreno forestal:** El que está cubierto por vegetación forestal (LGDFS).

Consulta Pública

- **Tratamiento:** Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad (LGPGIR).

- **Unidad de manejo forestal:** Territorio cuyas condiciones físicas, ambientales, sociales y económicas guardan cierta similitud para fines de ordenación, manejo forestal sustentable y conservación de los recursos (LGDFS).

- **Valorización:** Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica (LGPGIR).

- **Valoración del impacto ambiental:** Técnicas que permiten establecer el grado de afectación a las condiciones normales de un ambiente dado, proyectadas a realizar con la implementación de infraestructura construida y otras formas de gestión.

- **Vegetación exótica:** Conjunto de plantas arbóreas, arbustivas o crasas ajenas a los ecosistemas naturales (LGDFS).

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

- **Vulnerabilidad:** Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente (LGPGIR).

- **Zonas Marinas Mexicanas:** Las que clasifica como tales la Ley Federal del Mar (LAN).
  Zonificación: El instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, existirá una subzonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de

Consulta Pública

amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente (LGEEPA).

Consulta Pública