CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1 Datos generales del proyecto 1
I.1.1 Nombre del Proyecto 1
I.1.2 Ubicación del proyecto 1
I.1.3 Duración del proyecto 2
I.2 Datos generales del promovente 2
I.2.1 Nombre o razón social 2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 2
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 2
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 2
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 2
I.2.5.1 Nombre o razón social 2
I.2.5.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 2
I.2.5.3 Nombre del responsable técnico del estudio 2
I.2.5.4 Dirección del responsable técnico del estudio 3

FIGURA

Figura I. 1 Ubicación del proyecto.....1

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Construcción y operación de Club de Vela

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto bajo estudio corresponde a los predios ubicados en el municipio de Dzemul, en el estado de Yucatán. Este se encuentra en los tablajes catastrales **6739** y **6740**.

Como se observa en la **Figura I.1**, este se encuentra contiguo a la carretera costera que comunica los municipios de Dzemul, Telchac Puerto y Progreso. Actualmente, el área pretendida presenta vegetación secundaria de duna costera con vocación forestal, asimismo, el proyecto estará ubicado en la costa norte del estado de Yucatán, sin embargo, se encuentra fuera de la línea de costa de 20 m ZOFEMAT.

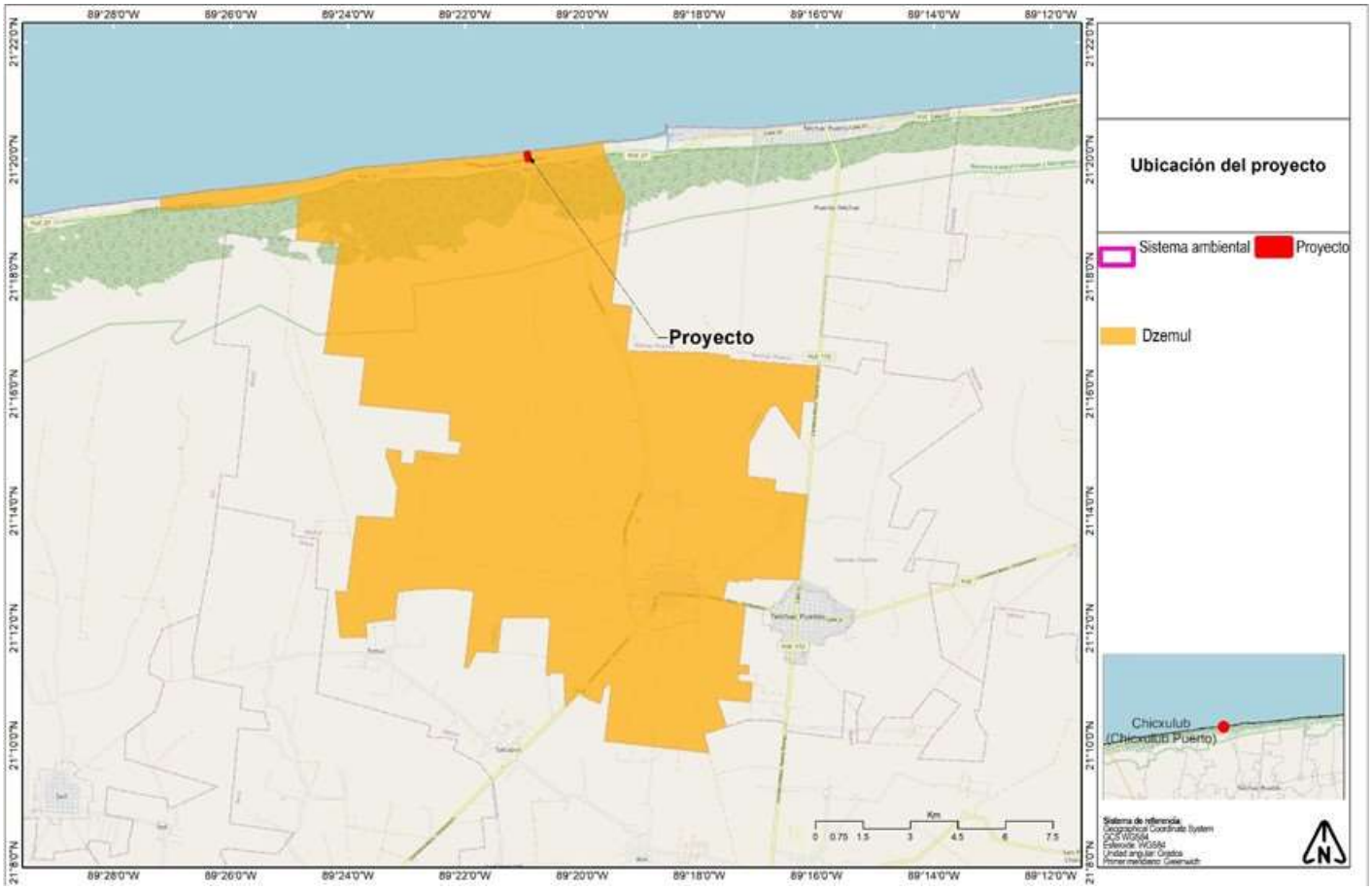


Figura I. 1 Ubicación del proyecto.

I.1.3 Duración del proyecto

El proyecto requerirá de cinco años para el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y construcción. Se espera que la operación del proyecto tenga una vida útil de manera indefinida con el adecuado mantenimiento.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

C. Gerardo Antonio Díaz Roche.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

No se requiere

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

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

I.2.5.1 Nombre o razón social

Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental S. C. P.

I.2.5.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

SIC0706066UA

I.2.5.3 Nombre del responsable técnico del estudio

I.2.5.4 Dirección del responsable técnico del estudio

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ***1***
II.1 Información general del Proyecto 1
II.1.1 Naturaleza del Proyecto 1
II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto 1
II.1.3 Inversión requerida 9
II.1.4 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos 10
II.2 Características particulares del proyecto 11
II.2.1 Programa de trabajo 11
II.2.2 Representación gráfica local 12
II.2.3 Etapa de preparación del sitio y construcción 13
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento 22
II.2.5 Etapa de abandono del sitio 23
II.2.6 Utilización de explosivos 23
II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 23
II.2.8 Generación de gases efecto invernadero 25
II.2.8.1 Generación de gases efecto invernadero, H_2O, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros 25
II.2.8.2 Estimación de la cantidad de gases de efecto invernadero emitidas producto de la ejecución del proyecto 26
II.2.8.3 Estimación de la cantidad de energía requerida para el desarrollo del proyecto 26

TABLAS

Tabla II. 1 Coordenadas del proyecto (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q) 1
Tabla II. 2 Superficies del proyecto 3
Tabla II. 3 Inversión aproximada del proyecto 9
Tabla II. 4 Servicios públicos disponibles en el área del proyecto 11
Tabla II. 5 Programa general de trabajo del proyecto, desglosado por años y bimestres 12
Tabla II. 6 Generación de gases de efecto invernadero 26
Tabla II. 7 Generación de ruido 26

FIGURAS

Figura II. 1 Plano del polígono del proyecto 2
Figura II. 2 Ubicación del proyecto a nivel municipal 3
Figura II. 3 Plano del proyecto 4
Figura II. 4 Plano de planta baja de la zona de palapa, piscina, cocina y baños 5
Figura II. 5 Plano de planta alta de la zona de palapa, piscina, cocina y baños 6
Figura II. 6 Fachadas de la zona de la palapa 7
Figura II. 7 Cortes de la zona de la palapa 8
Figura II. 8 Corte en E y F de la zona de la palapa 9
Figura II. 9 Ubicación del proyecto 13
Figura II. 10 Composición y distribución de capas de relleno del pozo de absorción. Se recomienda utilizar piedra porosa o tezontle de tamaño de 0.07 a 0.10 m, grava de granulometría variable comprendida entre 20 y 50 mm, y arena lavada gruesa que pase 100% la malla número 4, con un tamaño efectivo de 0,30 a 0,60 mm. Nota: No debe de cubrirse la salida de descarga del agua tratada con arena, ya que esto taponaría el flujo pasivo causando el fallo gradual del SITAR DLD14® 19
Figura II. 11 Diagrama general de la disposición del sistema (con dos módulos, a partir de más módulos únicamente se adicionarán en secuencia a manera de tren) 20
Figura II. 12 Entrada de agua residual al módulo de tratamiento primario del DLD14; 2. sedimentadores de alta tasa; 3.Microorganismos BIODLD® que se encargan del tratamiento del ARD; 4. Salida de comunicación entre el primero y segundo módulo de tratamiento primario al secundario, dicha secuencia de tratamiento se repite a lo largo de los módulos adicionados al sistema; 5. Salida de biogás, el cual estará conectado a un respiradero que se eleva a una altura de 15 cm mayor al del techo del área generadora (considerando un piso); y 6. Salida de agua tratada (descarga al pozo de absorción, para un tratamiento final terciario) 21

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del Proyecto

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto **"Construcción y operación de Club de Vela"** es un proyecto nuevo y se refiere a la preparación del sitio, construcción y operación de una casa club el cual tiene amenidades, área de eventos, área social, estacionamiento, oficina, caseta de vigilancia, área de resguardo de veleros, terrazas y andadores en total se realizara el proyecto en un polígono con una superficie de **9,385.38 m²**, cabe mencionar que el polígono formado por dos tablajes el cual estará ubicado en el municipio de Dzemul.

El proyecto estará ubicado en la costa norte del estado de Yucatán, en el municipio de Dzemul, estas se encuentran fuera de la línea de costa de 20 m ZOFEMAT.

El predio cuenta con una superficie de **9,385.38 m²** de los cuales se realizará el cambio de uso del suelo a la superficie de **6,292.74 m²**, el cual representa el **67.0%** del predio.

La ubicación del predio para el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP); el sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Dzilam - Ria Lagartos - Yumm Balam, dentro del área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ICHKA´ANSIJO, dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) Sisal - Dzilam región que abarca el estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°40'48" a 20°28'12" N y Longitud 90°21' a 88°26'24" W y con una extensión de 10, 646 km^2, dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 102. Anillo de cenotes; Esta región abarca al estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N y Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W con una extensión de 16,214.82 km^2., sin embargo, de acuerdo al área donde se desarrollará el proyecto este es mínimo en comparación al área total del predio y por consiguiente se prevé que los impactos sean mínimos, por lo que el desarrollo del proyecto es congruente con el ambiente.

El área del proyecto actualmente posee un uso como de predio rústico con cubierta de vegetación secundaria derivada duna costera con vocación forestal. Sin embargo, el proyecto contempla la permanencia de un área de conservación en donde se seguirán prestando servicios de suma importancia como la conservación del suelo, la filtración del acuífero, conservación de hábitat para la fauna silvestre, germoplasma y en general de la biodiversidad de la región.

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

El proyecto bajo estudio corresponde a los **predios** ubicados en el municipio de **Dzemul**, en el estado de Yucatán. Este se encuentra en los tablajes catastrales **6739** y **6740.** El promovente del proyecto es **C. Gerardo Antonio Díaz Roche.** El proyecto tiene una superficie total de **9,385.38 m²**, las coordenadas de los vértices del proyecto son las siguientes:

Tabla II. 1 Coordenadas del proyecto (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q)

VÉRTICE	X	Y
1	256386.0379	2360861.1291
2	256361.3101	2360857.6602
3	256346.0896	2361046.0764
4	256370.8987	2361048.6289
5	256395.7077	2361051.1814
6	256410.7672	2360864.5881

VÉRTICE	X	Y
1	256386.0379	2360861.1291
ÁREA 9,385.38 m²		

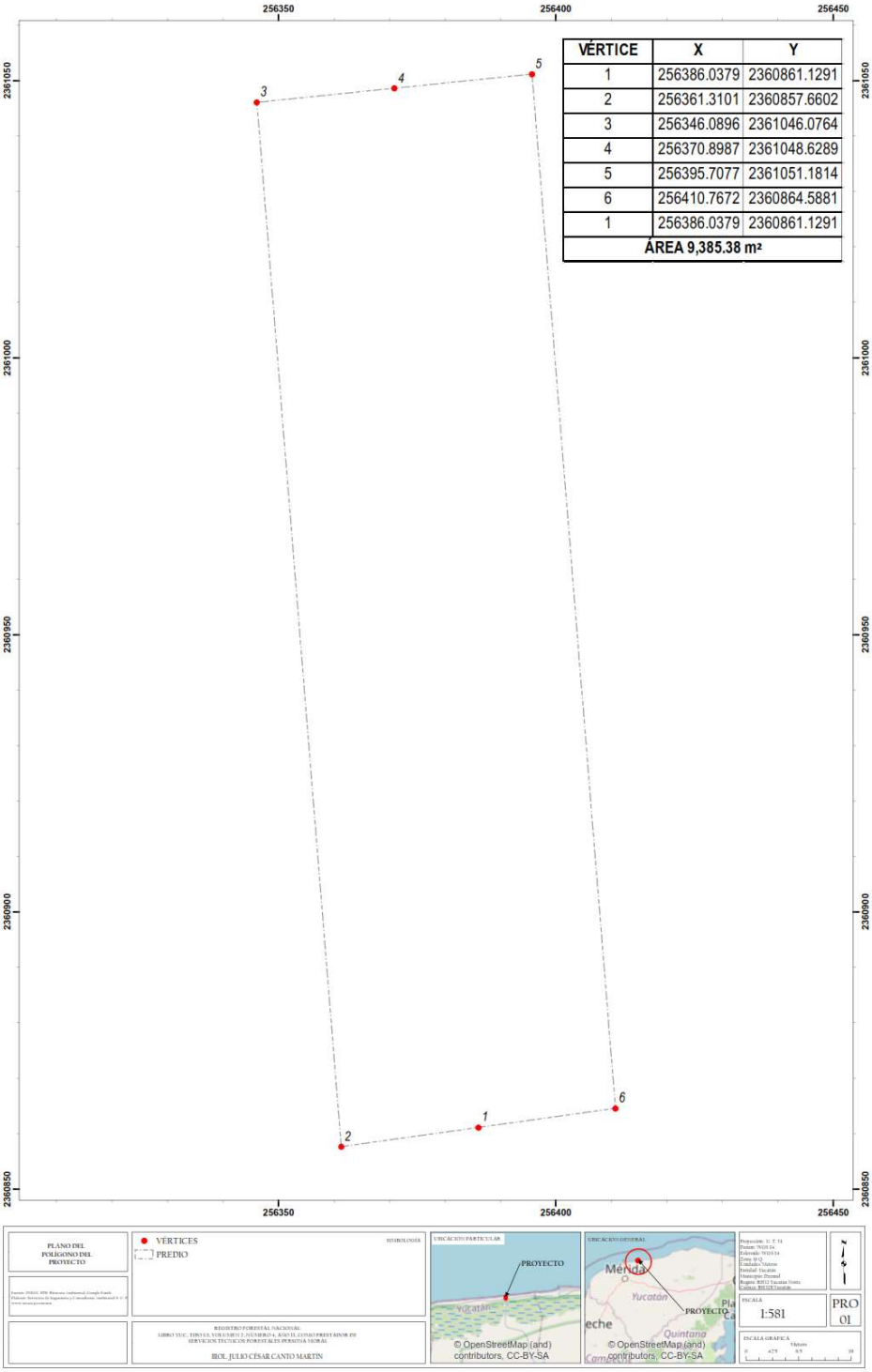


Figura II. 1 Plano del polígono del proyecto.

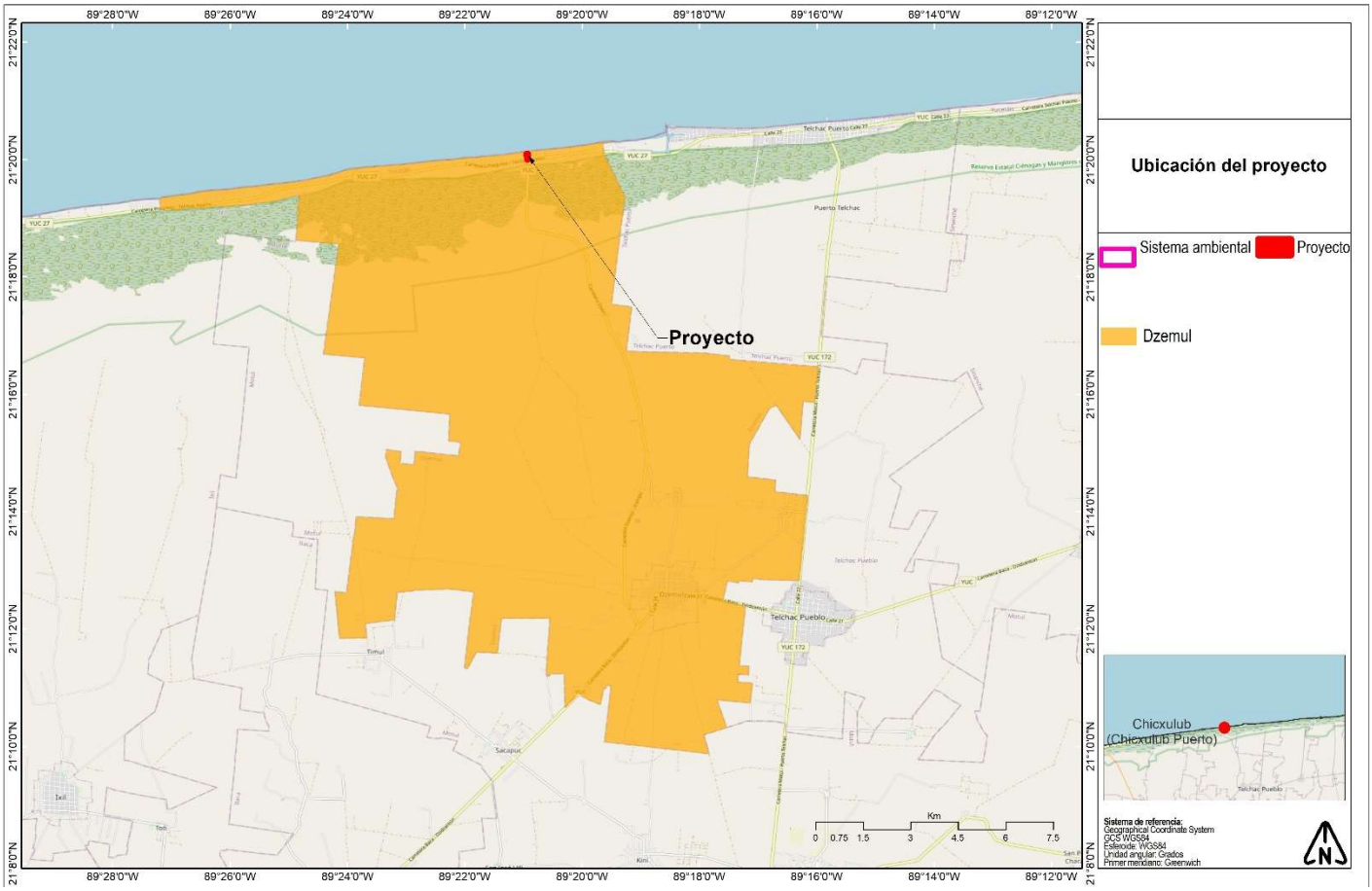


Figura II. 2 Ubicación del proyecto a nivel municipal.

El proyecto **"Construcción y operación de Club de Vela"** es una obra nueva. Los planos pueden consultarse en el **Anexo 2,** en la **Figura II.3** se puede observar la distribución general de las áreas que considera el proyecto, y en la **Tabla II.2** se desglosa la distribución de la superficie total por áreas:

Tabla II. 2 Superficies del proyecto.

CONCEPTO	**m²**	**%**
Palapa área social	172.48	1.84%
Pérgolas área social	56.93	0.61%
Losas baños y cocina	155.26	1.65%
Losa oficina	75.27	0.80%
Losa caballerango y bodega	42.79	0.46%
Caseta de vigilancia	19.24	0.20%
Pérgolas para resguardo de veleros	705.60	7.52%
Terrazas edificio, andadores desplantados y escaleras	382.22	4.07%
Superficie de reforestación	680.86	7.25%
Superficie de conservación	3,100.92	33.04%
Estacionamiento	425.00	4.53%
Terraza, bar, área de camastros	733.74	7.82%
Vialidad interior	1,167.11	12.43%
Área de circulación en estacionamiento y resguardo de veleros	1,142.75	12.18%
Área de eventos	525.21	5.60%
TOTAL	**9,385.38**	**100.00%**

En la **Tabla II-2** se presenta la distribución de superficies correspondientes a las áreas que integran el proyecto de construcción y operación del Club de Vela, el cual contempla un total de **9,385.38 m²**. Dichas áreas se dividen en zonas edificadas, áreas de servicios, espacios de recreación, vialidades, estacionamiento y superficies destinadas a conservación y reforestación. El proyecto busca una ocupación equilibrada del terreno, privilegiando la conservación de áreas y espacios naturales, en congruencia con los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY 2023) y la normativa aplicable al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

De la superficie total del proyecto, **6,284.46 m²** corresponden al área sujeta al CUSTF, donde se desarrollarán las principales instalaciones operativas y recreativas del Club de Vela, mientras que el resto se destinará a las áreas de conservación y reforestación, con el objetivo de mantener un equilibrio ecológico dentro del predio.

Las principales áreas edificadas corresponden a las zonas de uso social y deportivo, tales como:

- Palapa área social (172.48 m²) y pérgolas del área social (56.93 m²), que representan espacios de convivencia y descanso.
- Losas de baños, cocina y oficinas (231.53 m² en conjunto), destinadas a servicios administrativos y de apoyo.
- Pérgolas para resguardo de veleros (705.60 m²) y área de circulación en estacionamiento y resguardo de veleros (1,142.75 m²), que constituyen las zonas de operación náutica del proyecto.
- Asimismo, se considera una superficie significativa para vialidades interiores (1,167.11 m²) y estacionamiento (425.00 m²), garantizando una adecuada movilidad interna y acceso controlado a las instalaciones.
- Finalmente, el área de eventos (525.21 m²) y las terrazas (733.74 m²) complementan la infraestructura destinada a la recreación, educación náutica y actividades sociales vinculadas a la práctica de la vela.

En cuanto a las medidas de compensación ambiental, se destinan 680.86 m² a reforestación y 3,100.92 m² a conservación, reforzando el compromiso con la preservación de la cobertura vegetal y el mantenimiento de servicios ambientales en la zona.

En conjunto, la distribución de superficies evidencia un diseño que prioriza el aprovechamiento sustentable del espacio, la integración paisajística y la funcionalidad del Club de Vela, manteniendo un equilibrio entre las áreas construidas y las destinadas a conservación ambiental. El plano del proyecto puede observarse en la siguiente Figura:

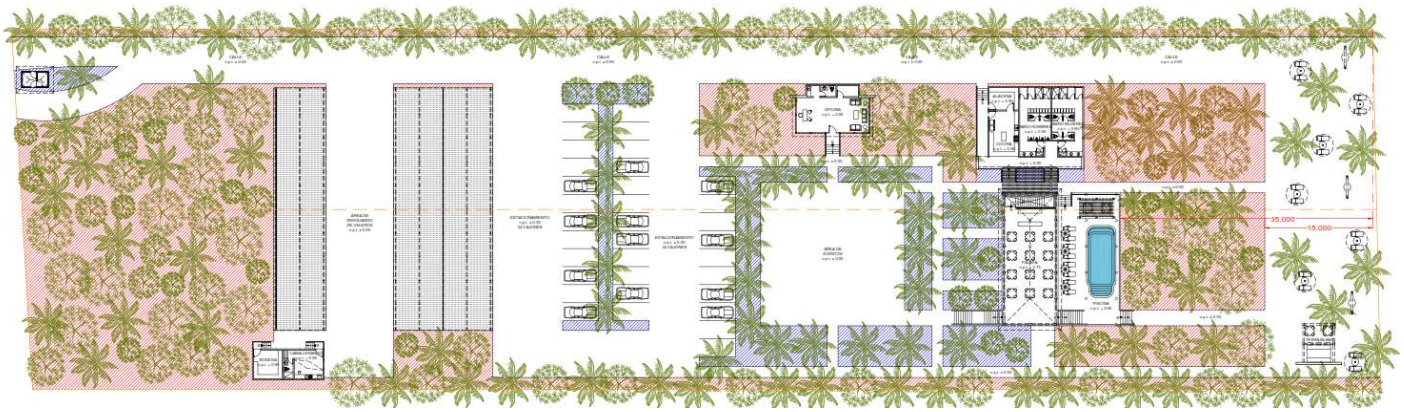


Figura II. 3 Plano del proyecto.

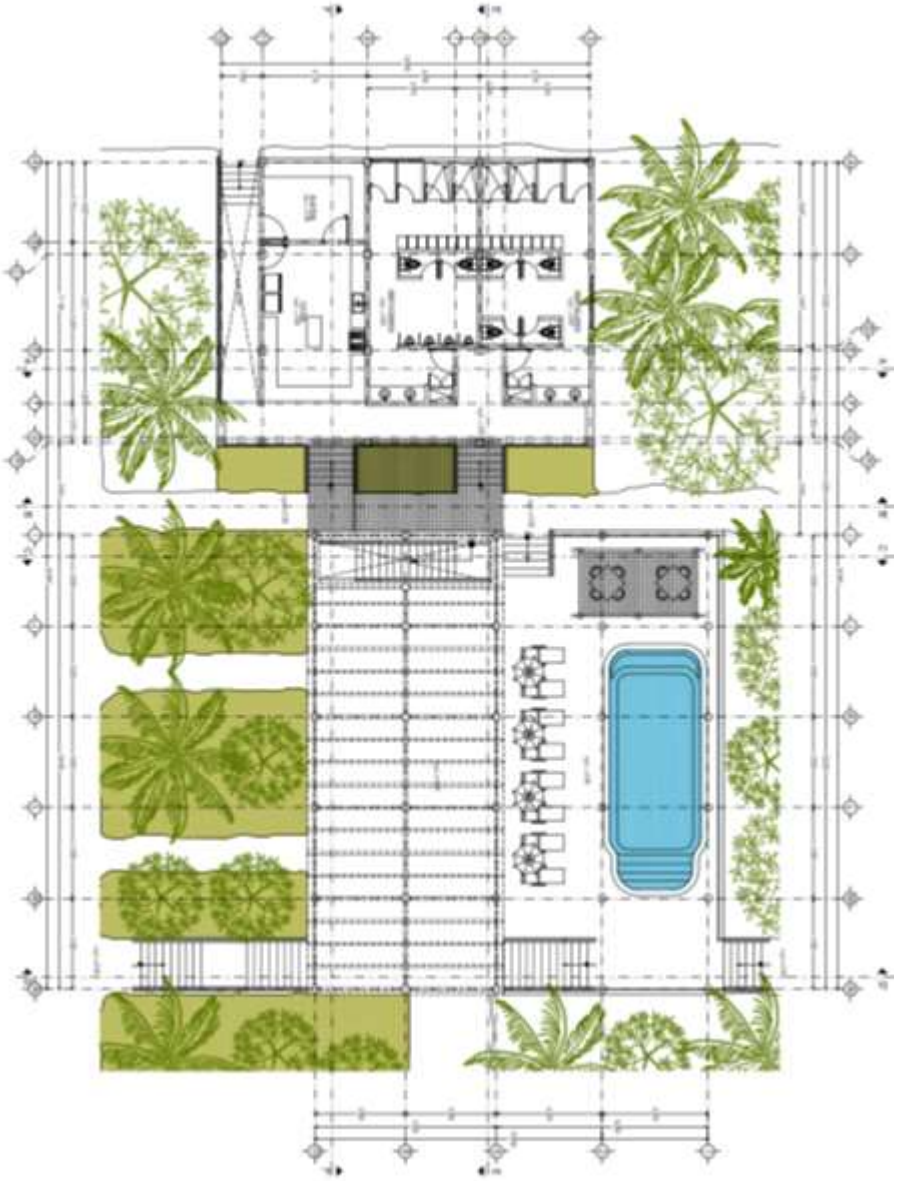


Figura II. 4 Plano de planta baja de la zona de palapa, piscina, cocina y baños.

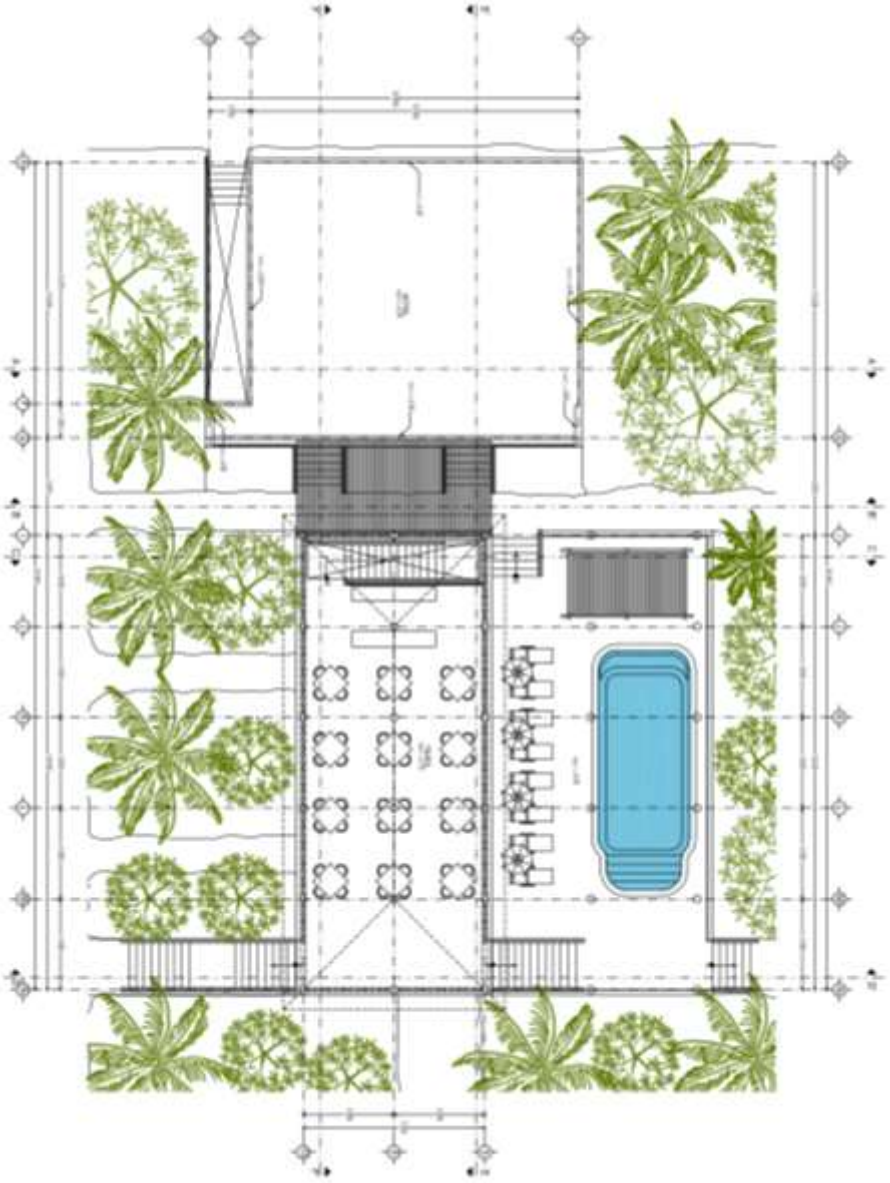


Figura II. 5 Plano de planta alta de la zona de palapa, piscina, cocina y baños.

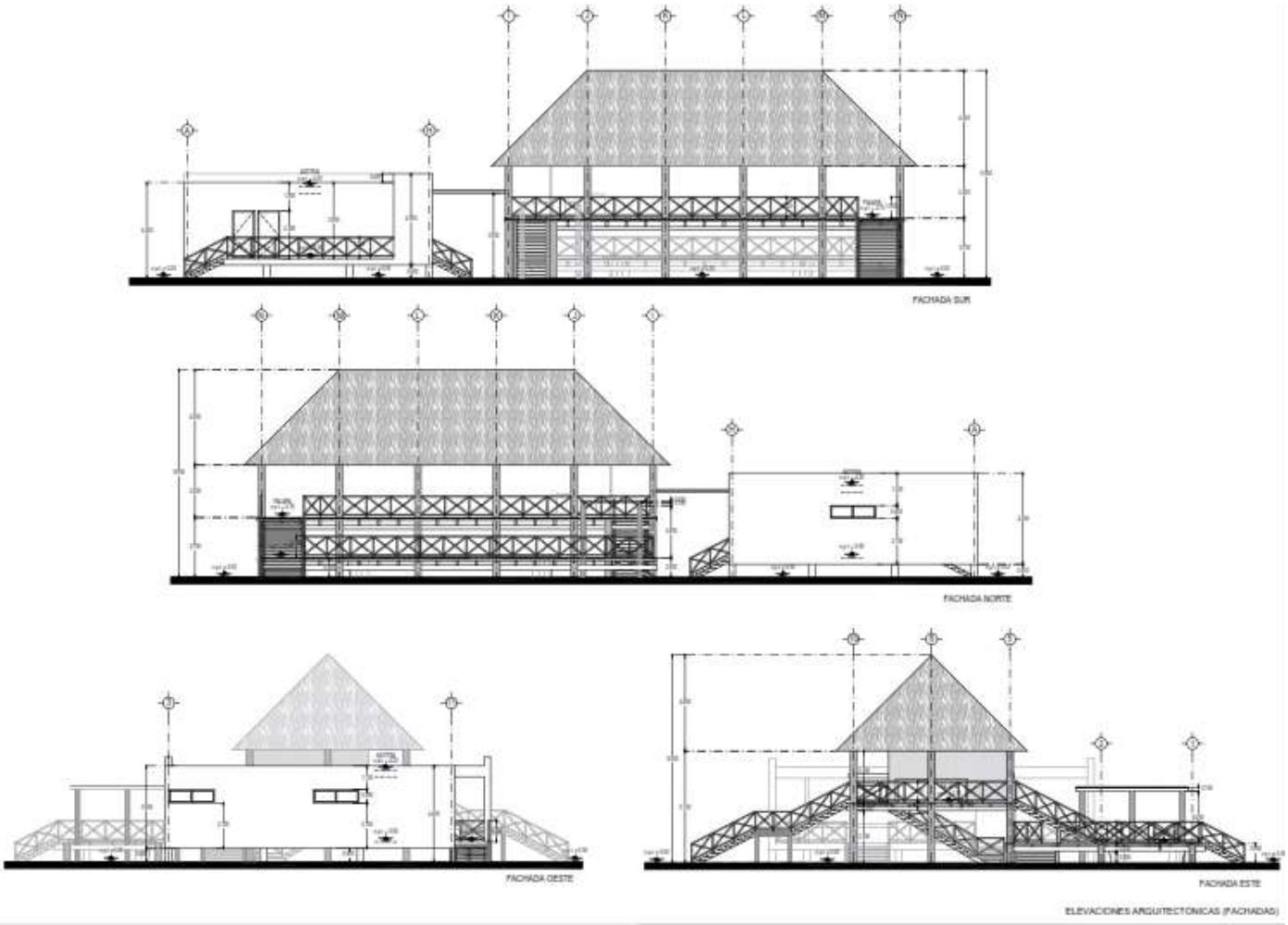


Figura II. 6 Fachadas de la zona de la palapa.

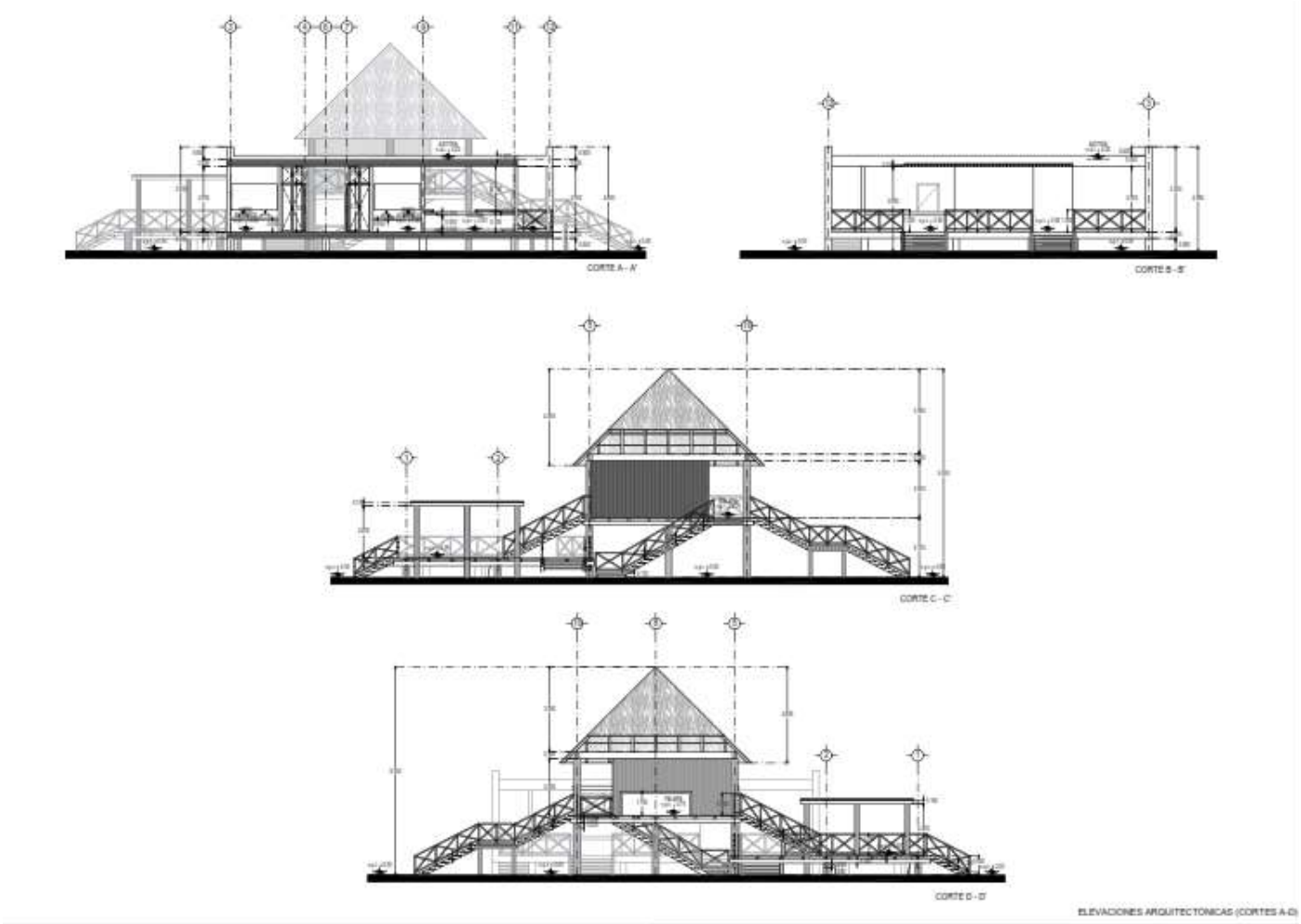


Figura II. 7 Cortes de la zona de la palapa.

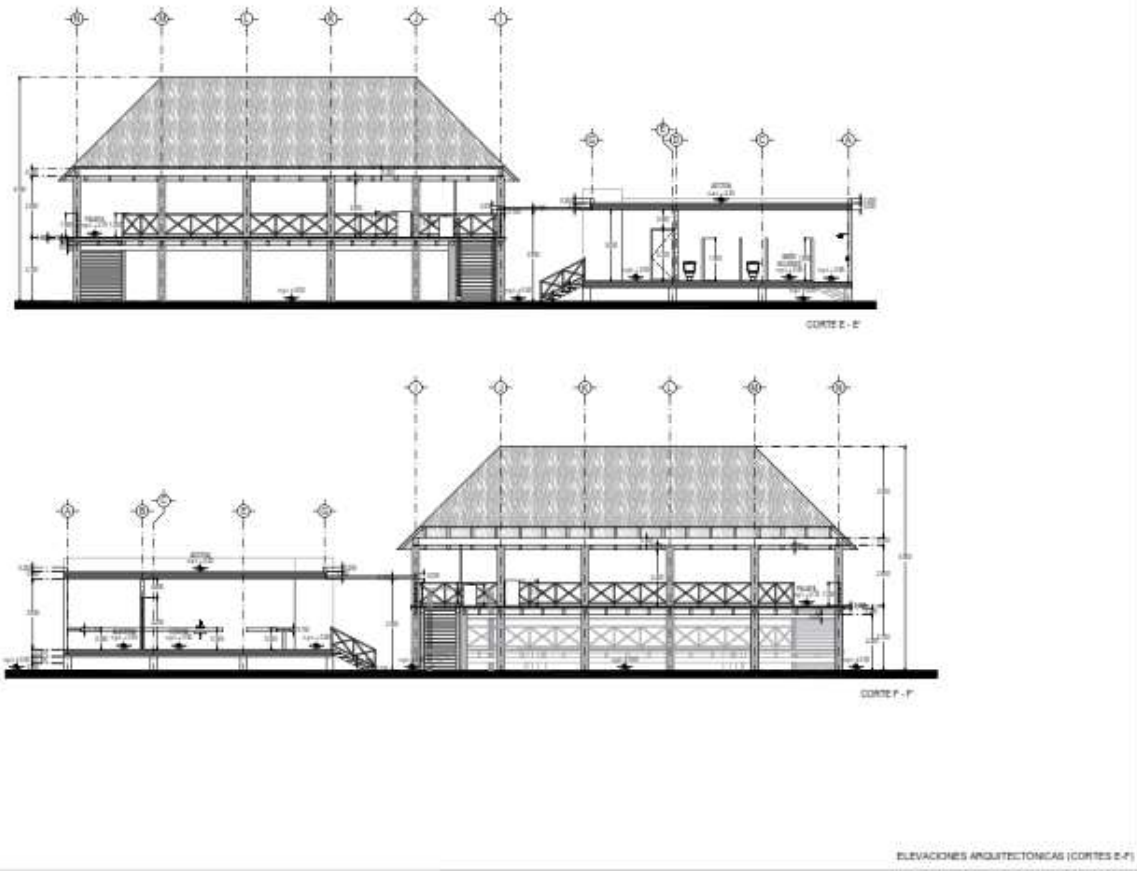


Figura II. 8 Corte en E y F de la zona de la palapa.

Para el desarrollo del proyecto se requerirá realizar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en un área de **6,284.46 m²**, este aplicará para todas las áreas contempladas, a excepción de la superficie considerada para conservación, en la que no se realizarán actividades constructivas (**3,100.92 m²**). El área en donde se realizará el CUSTF presenta **vegetación secundaria de duna costera** con vocación forestal, con especies predominantemente arbustivas y se observa la presencia de algunas especies de cactáceas. Para tal efecto se presentará ante la Secretaría el Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, los planos de los polígonos de CUSTF se encuentran en el **Anexo 2**, las coordenadas en UTM zona 16 Q también se encuentran en este anexo de manera digital.

II.1.3 Inversión requerida

Tabla II. 3 Inversión aproximada del proyecto

ACTIVIDAD	MONTO
Monto Total del Proyecto	**$ 150,000,000.00**
Monto de Infraestructura	$ 149,500,000.00
Protección Ambiental	$ 500,000.00

La inversión en el rubro de protección ambiental contempla la aplicación de los procedimientos de **manejo de residuos sólidos urbanos**, **manejo de residuos peligrosos**, **desmonte direccionado** y **supervisión ambiental**; la ejecución de las acciones descritas en los programas de **rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF** y **de las**

acciones para la protección de la fauna silvestre; así como la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el **Capítulo VI** del presente estudio.

II.1.4 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

El proyecto bajo estudio se localiza en los tablajes catastrales 6739 y 6740, pertenecientes al municipio de Dzemul, Yucatán, dentro de una zona que presenta un grado de urbanización incipiente, con presencia de infraestructura básica en proceso de consolidación. La zona se encuentra próxima a áreas con desarrollos turísticos y residenciales en expansión, lo que ha favorecido la disponibilidad gradual de servicios e infraestructura urbana.

El área del proyecto cuenta con vías de acceso consolidadas, mediante caminos secundarios y brechas que se conectan con la carretera costera que comunica los municipios de Dzemul, Telchac Puerto y Progreso, permitiendo un acceso eficiente para el transporte de materiales y personal durante las etapas de construcción y operación del Club de Vela. Estas vialidades presentan condiciones adecuadas para vehículos ligeros y de carga moderada.

En cuanto a la disponibilidad de servicios públicos, se identifican las siguientes condiciones en el área:

Energía eléctrica: En las inmediaciones del sitio existen redes de distribución eléctrica, lo que permite gestionar el suministro formal ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para el abastecimiento del proyecto, sin requerir la apertura de nuevas brechas o ampliaciones significativas.

Agua potable: El área cuenta con infraestructura hidráulica municipal cercana, por lo que el abastecimiento de agua para el proyecto podrá realizarse mediante conexión a la red local, de acuerdo con la disponibilidad y factibilidad técnica determinada por el sistema municipal de agua potable.

Drenaje y alcantarillado: Actualmente no existe red pública de alcantarillado sanitario en la zona, por lo que el proyecto contempla la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14, conforme a la normatividad ambiental y sanitaria aplicable.

Manejo de residuos: El servicio municipal de recolección de residuos opera en la cabecera de Dzemul; sin embargo, el proyecto prevé la separación, acopio temporal y disposición controlada de residuos hacia el sitio autorizado por el municipio o la entidad estatal correspondiente. Los residuos sólidos no peligrosos que se genere por la construcción del proyecto serán almacenados temporalmente en sitios adecuados y trasladados en vehículos a su disposición final en los sitios autorizados. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados tanto en la construcción como en la operación de este. Para la gestión adecuada de estos, se implementará un **Procedimiento de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos** (**Anexo 5**). De igual manera, se contempla la posibilidad de que las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada de residuos peligrosos, con la frecuencia necesaria de acuerdo con los volúmenes de residuos peligrosos generados. De igual manera, se presenta un **Procedimiento de Manejo de Residuos Peligrosos** (**Anexo 5**).

Telecomunicaciones: En el área existe cobertura de telefonía móvil y acceso a servicios de internet inalámbrico, lo que facilita la comunicación y operación administrativa del proyecto.

Infraestructura urbana: En el entorno inmediato se observan predios con uso habitacional, turístico y recreativo, además de infraestructura básica como alumbrado público, reflejando una tendencia de crecimiento controlado y ordenado orientado hacia el aprovechamiento residencial y turístico de zonas aledañas.

Como se describió anteriormente, el municipio cuenta con todos los servicios básicos, como son energía eléctrica, agua potable, servicio de telefonía, servicio de telefonía inalámbrica (celular), centros de salud, planteles educativos, parques

recreativos, etc. El municipio cuenta con los servicios de transporte y disposición final de residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario municipal. En la siguiente tabla se presentan los servicios públicos existentes en la superficie que ocupará el proyecto, así como en sus alrededores:

Tabla II. 4 Servicios públicos disponibles en el área del proyecto.

SERVICIOS	EXISTE	OBSERVACIONES
Vías de acceso	Sí	La carretera en Progreso-Telchac Puerto
Teléfono	Sí	Telefonía fija y servicio de telefonía celular
Medio de transporte	Sí	Local y foráneo
Abastecimiento de agua	Sí	En todo el municipio
Electricidad	Sí	En todo el municipio.
Manejo de residuos sólidos	SI	En el relleno sanitario
Drenaje sanitario	No	
Centros educativos	Sí	En todo el municipio
Zonas de recreo	Sí	En todo el Municipio
Centros de salud	Sí	En algunas comisarías y cabecera Municipal.

En general, la zona donde se ubican los tablajes **6739** y **6740** presenta condiciones favorables para el desarrollo del proyecto, al disponer de accesibilidad, conectividad y disponibilidad de servicios básicos sin requerir obras mayores de infraestructura que impliquen afectaciones significativas al medio natural. Respecto al manejo de las aguas residuales, el proyecto contempla la implementación del sistema de tratamiento **SITAR DLD14**. Durante las etapas de preparación de sitio y construcción, se contratará una empresa que brinde el servicio de sanitarios portátiles, su limpieza y tratamiento de las aguas residuales generadas debido a su uso. Estas características permiten garantizar la viabilidad ambiental de la construcción y operación del Club de Vela, en congruencia con el de desarrollo sustentable del municipio de Dzemul y la normatividad ambiental.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa de trabajo

El programa de trabajo iniciará en tanto se obtengan las autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y forestal a través de la autorización de la presente MIA modalidad PARTICULAR por la SEMARNAT y la autorización del ETJ por el CUSTF. Los trabajos de preparación del terreno serán ejecutados de acuerdo con las etapas que se desarrollen en el plan maestro; así como las recomendaciones que las autoridades competentes involucradas en el proyecto designen. Para el desarrollo de las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción se estima una duración de **cinco años**; la operación del proyecto tendrá una vida útil indefinida, ya que, con el adecuado mantenimiento y reparaciones, este se puede mantener en buenas condiciones.

A continuación, se presenta una tabla general con la calendarización de todo el presente proyecto, desglosado por etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) señalando el tiempo que llevará su ejecución.

Tabla II. 5 Programa general de trabajo del proyecto, desglosado por años y bimestres.

ACTIVIDAD	AÑO 1						AÑO 2						AÑO 3						AÑO 4						AÑO 5					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PREPARACIÓN DEL SITIO																														

ACTIVIDAD	AÑO 1						AÑO 2						AÑO 3						AÑO 4						AÑO 5					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Delimitación de las áreas sujetas a CUSTF																														
Rescate y reubicación de vegetación																														
Aplicación de acciones para la protección de fauna silvestre																														
Limpieza de terreno, desmontes y despalmes																														
CONSTRUCCIÓN																														
Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones																														
Terraplén																														
Conformación de la base hidráulica sobre el terraplén																														
Banquetas y andadores																														
Alumbrado y conexión eléctrica																														
Casetas																														
Oficinas																														
Estacionamientos																														
Acabados																														
Limpieza final																														
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																														
Mantenimiento y operación	Se contempla que el mantenimiento y la operación sean por tiempo indefinido.																													

Los trabajos serán progresivos conforme al avance de las actividades. No se considera la etapa de abandono puesto que se trata de un proyecto permanente. Respecto a la etapa de operación y mantenimiento, las actividades consideradas se realizarán durante un período de tiempo indefinido.

II.2.2 Representación gráfica local

El área del proyecto se localiza en el municipio de **Dzemul**, en la carretera Progreso – Dzemul – Telchac Puerto, dentro de los tablajes catastrales **6739** y **6740**. El proyecto tiene una superficie total de **9,385.38 m²**. En la siguiente Figura se presenta la ubicación del proyecto con respecto al área local.

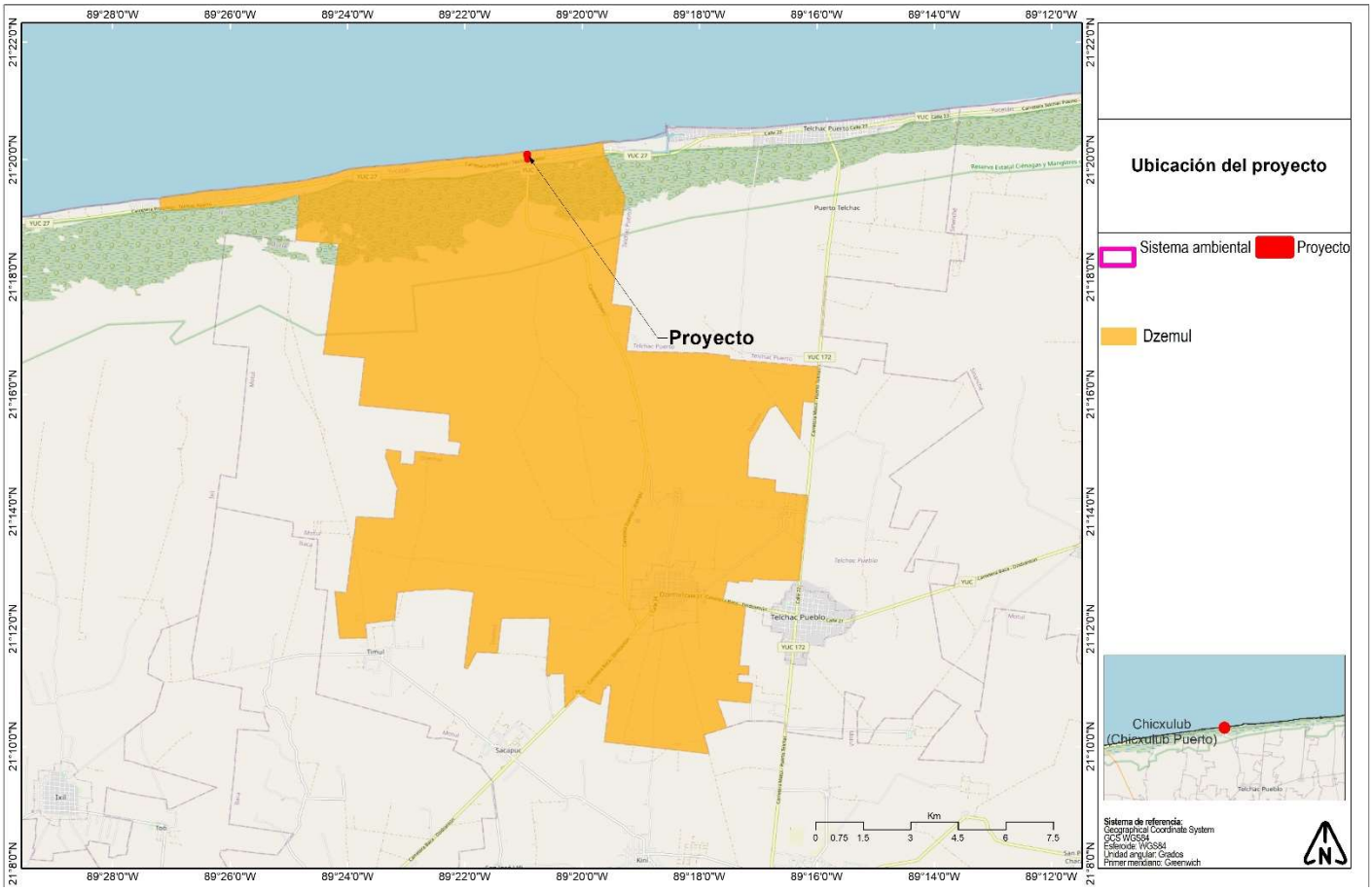


Figura II. 9 Ubicación del proyecto.

Como ya se mencionó anteriormente, el proyecto requerirá de un CUSTF ya que se removerá la vegetación presente. Sin embargo, el proyecto contempla un área de conservación con una superficie de **3,100.92 m²** en donde se seguirán prestando servicios ambientales de suma importancia como la conservación del suelo, la filtración del acuífero, conservación de hábitat para la fauna silvestre, germoplasma y en general de la biodiversidad de la región.

II.2.3 Etapa de preparación del sitio y construcción

PREPARACIÓN DEL SITIO

Delimitación de las áreas sujetas a CUSTF

Primeramente, se realizará la ubicación y delimitación de las áreas verdes y áreas de conservación para que esta última no sea dañada durante las actividades de desmonte y constructivas. Esto consiste en reabrir la brecha que delimita las áreas donde se realizará la remoción de vegetación. El área donde se desarrollará el proyecto tiene un área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de **6,284.46 m²**, esta presenta una **vegetación secundaria de duna costera (VS/DC)** donde dominan las especies herbáceas y arbustivas, el predio presenta un grado de conservación medio. Este será el tipo de cubierta vegetal que se removerá para la ejecución del proyecto.

Para realizar la delimitación se fijan tiras de plástico visible con la leyenda “límite del área de desmonte” esto para que no se afecte el área circundante, de acuerdo con las acciones de marcaje del área de desmonte establecidas en el **Procedimiento de Desmonte Direccionado** (**Anexo 5**):

- Verificar las áreas establecidas para el CUSTF con plano del proyecto autorizado. Se verifica a nivel de campo con el apoyo de un GPS las coordenadas delimitantes del o los polígonos de CUSTF autorizados por la SEMARNAT y plasmados en los planos evaluados por la secretaria.
- Delimitación del área de CUSTF con ayuda de materiales tales como la cal, pintura, varillas o estacas, o cintas de señalización que permiten ubicar visualmente y de manera rápida los límites del área autorizada para el CUSTF.

Rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF

Una vez identificadas y delimitadas éstas áreas el supervisor ambiental realizará un recorrido en toda la superficie de afectación por el desmonte (CUSTF) para marcar a los ejemplares que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, rescatarlas y reubicarlas en las áreas verdes y áreas de conservación propuestos por el proyecto, éstos individuos se colocarán en bolsas negras (usadas en jardinería) y se colocarán en una de las áreas identificadas como de afectación, misma que funcionará como un pequeño vivero temporal (el desmonte del vivero temporal será manual).

Realizado el rescate de vegetación, se proseguirá al desmonte de las demás áreas destinadas al CUSTF y el retiro de la materia orgánica resultante, la cual se trasladará al sitio de disposición final, siendo la empresa contratista la encargada de este traslado.

Aplicación de las acciones para la protección de la fauna silvestre

Las actividades de rescate de la fauna silvestre se desarrollarán dentro del área de afectación por el CUSTF. Teniendo el conocimiento de las especies de fauna presentes en el sitio y su caracterización (**Capítulo IV** del presente estudio) se procederá a aplicar medidas que minimicen los riesgos de accidentes y muertes de la fauna a causa de las actividades propias del proyecto. Entre estas se aplicará la de amedrentamiento la cual consiste en ahuyentar a la fauna a través de ruido y persecución. Esta medida se realizará durante seis días seguidos, la cual aplicará principalmente en fauna terrestre.

Es importante recalcar que no se realizará ningún tipo de aprovechamiento, daño o captura de fauna silvestre. Para lo anterior se organizarán brigadas para ahuyentar a la fauna y liberar zonas donde ingrese la maquinaria, siguiendo los procedimientos establecidos en el **Programa de Acción para la Protección de la Fauna Silvestre,** que se encuentra en el **Anexo 6**.

Desmonte

Es importante mencionar que el desmonte se realizará **6,284.46 m²**, en esta área se consideran a todas las obras enlistadas en **Tabla II.2** con excepción del área de conservación (con un área de **3,100.92 m²**). Una vez realizado el rescate de vegetación, se proseguirá al desmonte de las demás áreas identificadas como afectación y el retiro de la materia orgánica de origen vegetal resultante, la cual se trasladará al sitio de disposición final ubicado en el municipio de **Dzemul** (o en donde la autoridad competente así lo determine), siendo la empresa contratista la encargada de este traslado. La remoción de la vegetación consiste en el retiro de maleza, arbustos y en general toda la vegetación.

Con ayuda de maquinaria y herramienta manual, se llevará a cabo la remoción de la vegetación en las áreas delimitadas, cuidando no afectar las áreas colindantes; es importante hacer énfasis en que no se utilizarán herbicidas ni ningún otro tipo de producto químico para remover la vegetación.

Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el establecimiento del proyecto. Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra

y piedras), así como rocas medianas y grandes, herbáceas, diferentes arbustos y árboles jóvenes de **vegetación secundaria de duna costera (VS/DC)**.

Los residuos vegetales serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m^3. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Este material removido deberá cubrirse con una lona durante su traslado y de esta manera evitar su dispersión.

Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para la cimentación y rellenos, por lo que permanecerán en el área de trabajo en lugares estratégicos. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos o bien en un banco de material en restauración designado por la autoridad competente.

CONSTRUCCIÓN

Es importante recalcar que la construcción corresponde a todas las obras enlistadas en la **Tabla II.2**, (incluyendo las obras subterráneas) las cuales en caso de alguna modificación, se realizará conforme al fundamento legal correspondiente. En el caso del área de conservación no se realizará alguna obra constructiva, se contempla un área de reforestación, las cuales podrán fungir como áreas verdes. En cuanto a las áreas de tránsito como andadores permanecerán a nivel de suelo sin sellamiento, al igual que las áreas de estacionamiento, la mayor parte de las obras con concreto corresponde al control de acceso, bodega, bar, oficina, caballerango, cocina con baños y alacena, así como el área de la piscina, por to lado en la zona de la piscina se tendrán terrazas con una superficie permeable como decreto.

La pala principal tiene las siguientes caracterisicas:

Etapas de construcción

1. **Trazado y nivelación del terreno**
   Se delimita el área donde se ubicará la palapa, realizando una limpieza superficial del terreno, sin modificar significativamente la topografía ni afectar la vegetación circundante.
2. **Colocación de los soportes estructurales**
   Se instalan los **postes principales** (generalmente de madera dura como chicozapote, jabín o pucté), hincados directamente en el suelo o anclados sobre dados de concreto, dependiendo del tipo de suelo y uso previsto de la palapa.
3. **Armado de la estructura**
   Se ensamblan las **cerchas** y vigas secundarias con uniones tradicionales a base de amarres o pernos, formando el esqueleto de la techumbre.
4. **Colocación de la cubierta de palma de huano**
   La palma se coloca en capas superpuestas, iniciando desde la parte inferior hacia la cumbrera, amarrándose firmemente a las varas o costaneras de la estructura. Este tipo de techado proporciona **excelente aislamiento térmico** y permite la **ventilación cruzada natural**, condiciones ideales para el clima cálido-húmedo de Yucatán.
5. **Acabados y habilitación**
   Finalmente se realizan los acabados menores, como pisos de sascab compactado, cemento pulido o madera, se instalan luminarias y mobiliario de manera discreta para conservar la estética natural.

6. Consideraciones ambientales y culturales

La construcción con palma de huano es una **práctica sustentable** y culturalmente significativa, ya que emplea materiales renovables y técnicas tradicionales que reducen el consumo de energía y emisiones de CO_2. Además, su integración al paisaje es armónica, favoreciendo la conservación de la identidad arquitectónica local.

Todo material provendrá de sitios autorizados.

Oficinas, sanitarios y demás edificaciones (edificios)

El área de afectación será limpiada de tierra y piedras, realizando un despalme. La maquinaria utilizada en esta fase de los minicargador frontal o retroexcavadora. Una vez realizados estos trabajos se procede a realizar el despalme del sitio de los cortes y/o el área del desplante de los terraplenes, desalojando la capa superficial del suelo natural, eliminando el material inadecuado para que esto pueda ser la base para la construcción de las oficinas y las calles de circulación. En cuanto a la construcción de obras civiles (área de oficina), una vez que el predio tenga la nivelación y compactación deseada comenzarán los trabajos de excavación de cimentaciones para la construcción de la citada obra. Estos trabajos se realizarán con una retroexcavadora equipada con un martillo neumático para conformar las cepas de cimentación. Una vez realizadas las cepas entrarán al predio cuadrillas de obreros realizar las cimentaciones de mampostería, las cuales son la unión de roca caliza hilada y unida con mortero (cemento tipo portland y cal).

Posteriormente se desplantarán las cadenas y dados de cimentación. Las primeras consisten en el colado de tramos de armex dispuesto de forma horizontal sobre la cimentación de mampostería empleando concreto (grava, polvo de piedra y cemento portland). El segundo concepto de obra mencionado consiste en el colado de dados de cimentación, los cuales se colocarán al final de cada tramo de cadena de cimentación, desplantando un Armex de forma vertical rodeándolo con cimbras hasta dar forma de un dado. Este se colará también con concreto. Tanto las cadenas como dados serán impermeabilizados con chapopote. Acto seguido comenzarán las labores de bloqueadura de muros. Para esto se emplearán bloques vibro prensados, unidos con mortero (cemento portland y cal). Se empleará herramienta manual para recortar bloques en caso de ser necesario, una vez desplantados los muros se procede colocar los cerramientos, los cuales consisten en colocar Armex de forma horizontal y colarlos con concreto empleando cimbras. Después conformar los cerramientos se procede a colocar viguetas y disponer bovedillas entre cada una de estas para ir conformado la estructura que será el techo de las obras civiles a realizar. Colocadas las bovedillas sobre las viguetas se procede a colocar malla electrosoldada para ir colocando sobre de esta concreto. Fraguado el concreto se procede a impermeabilizar el techo con cal, cemento y agua, mezcla que se denomina como calcreto. Para la instalación de poliductos y tomas eléctricas será necesario picar las paredes para crear canaletas. Estas posteriormente serán cubiertas por las tareas de revoco. Rellenadas las cimentaciones con escombro se procederá a nivelar y compactar el relleno para colocar malla electrosoldada y depositar concreto. Es de mencionar que, para el caso de los baños, antes de realizar los colados se dispondrán las tuberías de cpvc sobre la malla electrosoldada para conformar el sistema hidrosanitario y de esta forma evitar picar el piso una vez fraguado el concreto. Para ir finalizando los trabajos se procede a colocar los pisos de losa sobre el piso de concreto. Los trabajos de acabados en interiores y exteriores irán en función de los planos del proyecto. Contemplan trabajos de carpintería, herrería y pintura.

Proceso obras del sistema de tratamiento de aguas residuales (SITAR DLD14)

En el área que ocupará el proyecto se trazará una red de drenaje sanitario en puntos específicos. Esta red de drenaje es donde se conectará las tuberías de PVC sanitario proveniente de los baños y sanitarios de cada área en particular y cuyas aguas residuales serán transportadas por dicha red de drenaje hasta el sistema integral de tratamiento de aguas residuales instalados estratégicamente para tratar eficientemente dicha agua residual.

Para la operación se instalará y utilizará un SITAR DLD14 con las siguientes capacidades:

- SITAR DLD 14 con capacidad de 2,600 l.

Descripción

El SITAR DLD14® Es un sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas, que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores, permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de absorción y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

El SITAR DLD14® tiene diversas ventajas, que lo hacen atractivo para la implementación del mismo en los nuevos desarrollos:

- Capacidad de operar de manera autónoma.
- Se requiere de un espacio mínimo y no visible.
- Se requiere de una inversión mínima.
- Las aguas tratadas pueden ser depositadas en un pozo de 3 m de profundidad.
- Su sistema de sedimentadores de alta tasa permite una mejor remoción de sólidos del agua residual.

El sistema está elaborado de acuerdo a la normatividad estipulada en la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en su capítulo VII, art. 195-200, además de ir acorde a la NOM-001-SEMARNAT-2010.

Componentes técnicos del sistema DLD14®

El SITAR DLD14® se compone de una estructura de polietileno de alta densidad (PE-HD) de acuerdo a las especificaciones técnicas, que contiene 2 cámaras donde se realizarán el tratamiento primario y secundario de las aguas. Dicho sistema estará conectado con anterioridad al último registro de salida de aguas residuales de la casa habitación y finalmente se filtrara su efluente mediante la implementación de un pozo de absorción.



Especificaciones del sistema y sus complementos

El sistema se conforma por una estructura de polietileno (DLD14®), conectado al último registro de aguas residual de la casa y el pozo de absorción, los cuales se especificarán a continuación:

Sistema DLD14®

El DLD14® es una estructura de PE-HD compuesta de 2 módulos donde se realizarán el tratamiento primario y secundario, a través de micro-organismos denominados BIODLD® que se encargarán de tratar el agua residual, para posteriormente verterla en un pozo de absorción.

Registro de agua residual

Utilizará el último registro de salida de la instalación generadora, el cual se localiza de manera previa al sistema, teniendo así la función de recolectar el Agua Residual Doméstica (ARD).

Pozo de absorción

El pozo de absorción es donde se verterán las aguas tratadas a través del DLD14®. Dicho pozo proporcionará un tratamiento físico y biológico a través de la infiltración del agua tratada por 2 capas de grava, una piedra y una de arena, como se muestra en la **Figura II. 6**.

Proceso constructivo del SITAR DLD14®

Dimensionamiento de los componentes del sistema

El primer paso a realizar es la *excavación* para poder instalar el SITAR, construir un registro previo y un pozo de absorción posterior a ésta, este último tendrá un brocal en su superficie.

Para poder instalar todo el sistema será necesaria una excavación el DLD14® y el pozo de absorción.

Registro: Utilizará el último registro de salida de la instalación generadora, con las siguientes dimensiones. Largo: 0.50 m, ancho: 0.50 m y profundo: 0.4 m. Nota: el segundo registro es opcional.

La entrada al primer registro previo al SITAR DLD14 debe encontrarse 15 cm por arriba de su salida, la cual se interconecta con el primer módulo del mismo. Así mismo, la entrada de interconexión entre el primer registro y sistema debe encontrarse por lo menos 15 cm por arriba de la salida del sistema hacia el pozo de absorción.

Sistema DLD14: En el caso de de las zonas con poca generación se requiere la instalación de 1 sistema (2 módulos: capacidad de operación: 725 L y 580 L, respectivamente). Tomar en cuenta que la excavación requerida para la instalación es de: Largo; 2.10 m, ancho; 1.20 m y profundo; 1.8 m.

En caso de requerir un mayor número de módulos en función de la descarga de aguas residuales a tratar, se realizará el diseño del dimensionamiento requerido para la configuración que se requiera en dicho caso particular. En cualquier caso, tomar en cuenta que a partir de más de 3 sistemas (6 módulos) se requerirá una plantilla de concreto de 10 cm de espesor para la nivelación, en caso de ser menor a dicha cantidad, la plantilla deberá tener 5 cm de espesor. Una vez colocados el/los sistemas/s en ambos casos, se deberá de rellenar la excavación con material fino de banco y finalmente ser recubiertos con una capa de 20 cm de tierra.

Pozo de absorción. Para descargas de 500 L a 5000 L se requieren de la excavación de un pozo de absorción con las siguientes especificaciones: 0.9 m de diámetro, 3 m de profundidad, tomando en cuenta que el pozo debe mantenerse a una distancia mínima de 1.5 m entre el nivel freático y el nivel de desplante de la última capa del mismo.

El pozo, debe de contar con mampostería de tabique de 0,28 m o piedra juntada con mortero desde el registro hasta 0,20 m por debajo de la conexión del influente, con el objeto de dar resistencia estructural. El relleno del pozo se deberá realizar conforme al siguiente diagrama (**Figura II. 10**).

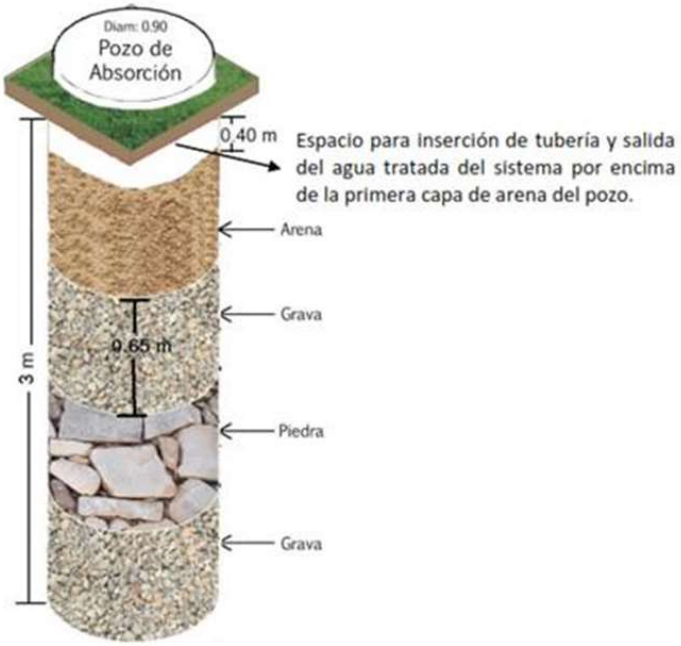


Figura II. 10 Composición y distribución de capas de relleno del pozo de absorción. Se recomienda utilizar piedra porosa o tezontle de tamaño de 0.07 a 0.10 m, grava de granulometría variable comprendida entre 20 y 50 mm, y arena lavada gruesa que pase 100% la malla número 4, con un tamaño efectivo de 0,30 a 0,60 mm. Nota: No debe de cubrirse la salida de descarga del agua tratada con arena, ya que esto taponaría el flujo pasivo causando el fallo gradual del SITAR DLD14®.

En caso de que la descarga sea mayor a 5000 L se instalaran 2 pozos de absorción. Dichos pozos tendrán 0.9 m de diámetro y 3 m de profundidad, ubicados a 3 m de distancia entre sí e interconectados con un tubo de 2 pulgadas ubicado a 0.15 m por debajo de la descarga del primer pozo.

Conexiones del sistema

El segundo paso a realizar es la *conexión* de todos los elementos que conforman el sistema. Para poder realizar la conexión, es necesario que tanto la instalación sanitaria de la vivienda como el SITAR DLD14® estén correctamente colocados.

Todos los elementos estarán conectados a través de una tubería de PVC de 4".

La disposición general del sistema se muestra en el siguiente esquema (**Figura II. 11**):

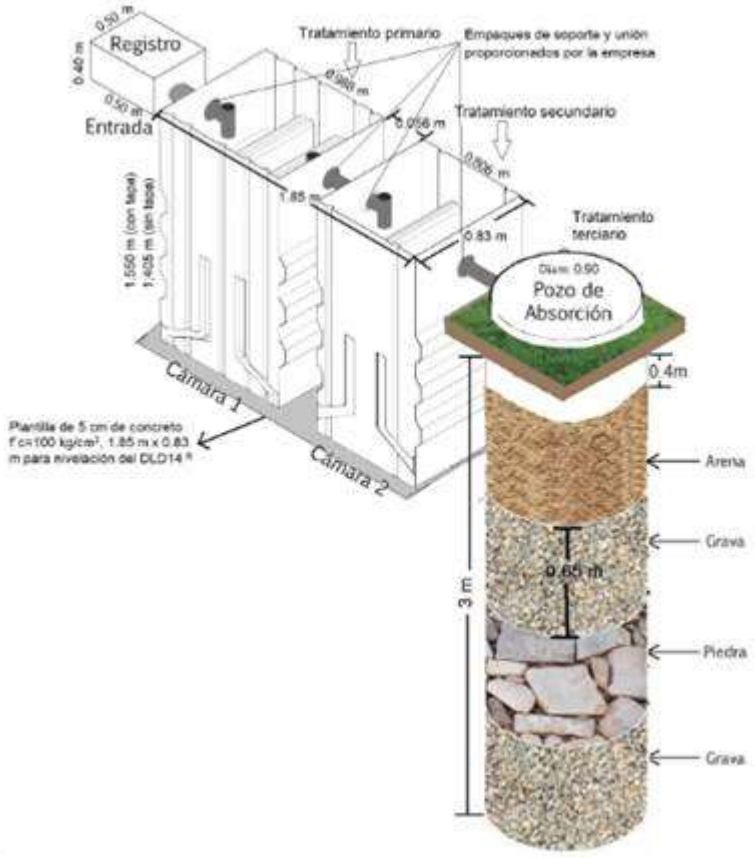


Figura II. 11 Diagrama general de la disposición del sistema (con dos módulos, a partir de más módulos únicamente se adicionarán en secuencia a manera de tren).

Cuando se requiera un número mayor de sistemas y en caso de contar con un espacio reducido, se le solicitara el plano y el área disponible para su instalación y se le proporcionara configuración y especificaciones particulares a su caso, mediante asesoría técnica especializada por parte de la empresa.

Se colocará una salida de gas (tubería de PVC de 3/4") en la parte superior del sistema (a un costado de la tapa del DLD14). En caso de requerir más de un sistema, cada salida se interconectará a través de T o codos de PVC de 3/4", conectando la salida de biogás desde el último hasta el primer módulo. De esta forma el biogás generado en los sistemas del DLD14 será direccionado a través de dicha interconexión de tuberías, saliendo a través del primer módulo y hacia un respiradero (tubo de PVC 3/4") ubicado a la altura del techo del área generadora (considerando un piso). Se debe adicionar una capucha para la protección de la tubería del polvo, elementos externos y agua de la intemperie en la salida del respiradero.

Funcionamiento del sistema

El funcionamiento del SITAR DLD14® consiste en un tratamiento del agua residual a través, de la acción conjunta de la sedimentación de los deshechos y su digestión microbiológica gracias al inoculo especializado denominado BIODLD®. A continuación, se muestra un esquema que explica el procedimiento del tratamiento del agua antes de ser vertida al pozo de absorción.

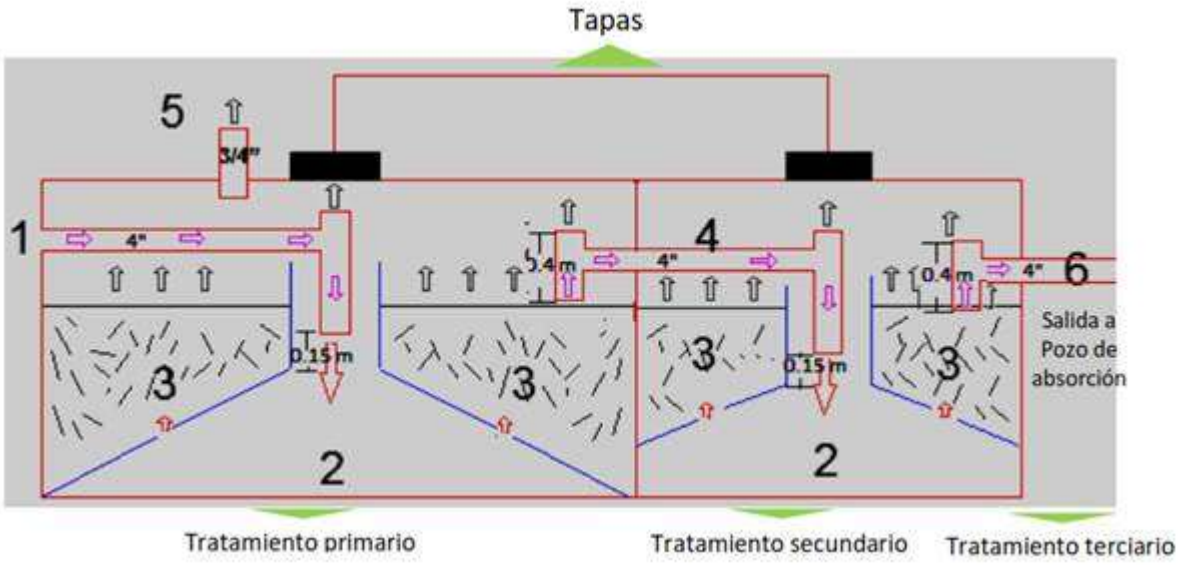


Figura II. 12 Entrada de agua residual al módulo de tratamiento primario del DLD14; 2. sedimentadores de alta tasa; 3.Microorganismos BIODLD® que se encargan del tratamiento del ARD; 4. Salida de comunicación entre el primero y segundo módulo de tratamiento primario al secundario, dicha secuencia de tratamiento se repite a lo largo de los módulos adicionados al sistema; 5. Salida de biogás, el cual estará conectado a un respiradero que se eleva a una altura de 15 cm mayor al del techo del área generadora (considerando un piso); y 6. Salida de agua tratada (descarga al pozo de absorción, para un tratamiento final terciario).

Una vez terminadas las conexiones, se procederá a poner en funcionamiento todo el sistema, donde la empresa DLD 14 Proyectos S. A. de C. V. junto con la autoridad municipal, realizará la inoculación del BIODLD ® en la SITAR DLD14®.

Para más información ver el **anexo 5** de las características de la SITAR DLD14 y Reporte técnico de la SITAR DLD14.

Vialidades, estacionamientos, patios y áreas de contenedores

Para la conformación del área destinada a estas áreas será necesario emplear una retroexcavadora que irá removiendo el suelo existente para que posteriormente entre una moto conformadora, la cual se encargará esparcirla en toda la extensión del terreno y finalmente entre una aplanadora para compactar el suelo.

Área de conservación

Como parte de las medidas de mitigación, el proyecto contempla el establecimiento de una superficie total de **3,100.92 m²** distribuidas en el predio, principalmente en el sur y los costados, en esta extensión se mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa del sitio, así como la fauna silvestre que habita en esta zona.

Descripción de obras y actividades provisionales o asociadas al proyecto

Durante la etapa de preparación del sitio y en la etapa de construcción, se emplearán materiales de construcción y se contará con equipos para uso de los trabajadores que necesitarán ser resguardados en el sitio. A continuación, se describen las obras y actividades provisionales:

- **Almacenes o bodegas.** Se requiere la construcción de una bodega de madera y láminas de cartón, la cual cumplirá con la función de almacén temporal para el resguardo de materiales, herramientas y equipos, que requieran de protección ante las inclemencias del tiempo. La ubicación de la bodega estará estratégicamente diseñada para ocupar superficies autorizadas del predio. Esta únicamente será requerida durante las etapas de preparación y construcción del sitio; una vez concluida la obra esta será desmantelada y se reutilizarán los materiales.

- **Instalaciones sanitarias provisionales.** Se habilitarán sanitarios portátiles en los sitios de trabajo con el fin de no comprometer la calidad sanitaria del sitio. Se rentará 1 sanitario por cada 15 trabajadores (de acuerdo a distintos proveedores de sanitarios portátiles[1], está por debajo del número de trabajadores para el uso de estos sanitarios, haciendo más cómodo el uso de éstos con 15 trabajadores). La empresa arrendadora será la responsable de la limpieza de las letrinas y la disposición final de los residuos sanitarios generados. Esto se realiza con la finalidad de evitar el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y manto acuífero.

La temporalidad de estas obras provisionales será de acuerdo con las etapas del proyecto y de los avances de este. No se requiere de otras obras asociadas para el desarrollo del proyecto.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

OPERACIÓN

Durante la etapa de **operación**, las instalaciones se destinarán al uso recreativo, social y náutico de los visitantes y usuarios propietarios de embarcaciones ligeras (veleros). El proyecto se localiza en la zona costera norte del estado de Yucatán, dentro de un entorno de uso turístico y habitacional, con acceso por vialidad existente y sin requerir obras adicionales de infraestructura ni sellamiento del suelo en algunas áreas.

Funcionamiento general

La operación contempla el uso cotidiano de las siguientes áreas:

- **Área de resguardo de veleros:** espacio techado y abierto lateralmente destinado al almacenamiento y resguardo de embarcaciones ligeras. El acceso se realiza por medio de caminos permeables compactados, sin pavimentar. No se realizan actividades de mantenimiento mayor o reparación, limitándose a maniobras de resguardo, limpieza superficial y revisión básica de velas y aparejos.
- **Área social y eventos:** edificación principal que incluye áreas de convivencia social, salón multiusos, bar, baños y vestidores. Las actividades serán de carácter recreativo y social, con un aforo controlado conforme a la capacidad del sitio, el cual consta de una palapa construida con materiales de la región.
- **Área de piscina:** espacio de uso recreativo con sistema de recirculación y tratamiento del agua; el mantenimiento se realizará mediante el control periódico de parámetros fisicoquímicos, evitando descargas directas al suelo o al medio marino.

1 https://sanirent.com.mx/sanitario-estandar/

- **Área de cocina y bar:** se destinarán a la convivencia de los usuarios, sin actividades generadoras de ruido elevado ni emisiones relevantes. El manejo de residuos sólidos y aguas residuales se realizará conforme a la normatividad vigente, además se prepararán los alimentos para los visitantes.
- **Estacionamiento:** superficie permeable (de grava o material estabilizado) destinada al resguardo temporal de vehículos de los usuarios, sin pavimentación o sellamiento del terreno.

Servicios y manejo ambiental

- **Suministro eléctrico y de agua:** la energía eléctrica proviene de la red local y el agua potable de la red pública o de almacenamiento en cisterna.
- **Aguas residuales:** se canalizan hacia el sistema sanitario SITAR DLD14 para su tratamiento, evitando infiltraciones al subsuelo.
- **Residuos sólidos:** se separan en orgánicos, inorgánicos y reciclables, almacenándose temporalmente en contenedores cerrados para su disposición por el servicio municipal o proveedor autorizado.
- **Sin sellamiento del terreno:** todas las superficies exteriores —como accesos, estacionamientos y áreas de resguardo— se mantienen permeables, favoreciendo la infiltración natural de agua pluvial y reduciendo el impacto sobre la dinámica hidrológica local.

Objetivo operativo

El objetivo de la operación es ofrecer un espacio recreativo costero de bajo impacto ambiental, enfocado en actividades náuticas ligeras y de convivencia social, respetando las condiciones naturales del entorno, evitando la impermeabilización del suelo y promoviendo el uso responsable de los recursos.

Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones será **preventivo y correctivo**, de forma programada:

- Limpieza y revisión mensual de las áreas comunes, piscina y sanitarios.
- Inspección de sistemas eléctricos e hidráulicos.
- Poda de vegetación ornamental solo cuando sea necesario, manteniendo especies nativas adaptadas al entorno costero.
- Mantenimiento de estructuras y mobiliario con pinturas y recubrimientos no tóxicos ni contaminantes.
- Verificación periódica del correcto funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y disposición de lodos en sitio autorizado.

II.2.5 Etapa de abandono del sitio

No se presenta un programa de abandono del sitio debido a que, por su naturaleza, la vida útil del proyecto es indefinida. De hecho, el proyecto con un mantenimiento adecuado podrá mantenerse por tiempo indefinido. No se tiene contemplado un abandono del sitio, pero en el caso de que alguna vez llegue a suceder, las instalaciones podrán ser utilizadas para usos similares a los que prestaban. Además, con el cuidado y mantenimiento requeridos, las instalaciones se pueden utilizar indefinidamente.

II.2.6 Utilización de explosivos

Por la naturaleza del proyecto no se requiere del uso de explosivos.

II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

- ***Residuos sólidos***

Producto del desmonte: Para la realización del proyecto se introducirá maquinaria pesada para el derribo de material vegetal, generando residuos sólidos consistentes en hojas y ramas, así como piedras y otros materiales removidos del suelo. Mediante el proceso constructivo seleccionado, se tratará de aprovechar los troncos y varillas que se puedan recuperar y el resto del material será picado y utilizado como mejorador de suelo, luego de su composteo, durante esta etapa los árboles de mayor tamaño serán rescatados y reubicados en las áreas de conservación.

Material vegetal de despalme: Al igual que en el caso anterior, se removerán hojas y ramas, así como tierra y piedras. Estas últimas serán utilizadas en el proceso constructivo de las áreas de conservación del centro logístico como material de relleno o para jardinería y la vegetación para la elaboración de composta o como sustrato orgánico en las áreas de conservación.

Materiales derivados de la construcción (residuos pétreos y de obra civil: Durante las primeras etapas de construcción del proyecto (desmonte, despalme y limpieza) se generarán residuos pétreos y se removerán cantidades de tierra que se emplearán posteriormente para las cimentaciones. La capa de tierra y piedras removida por estas actividades se mantendrá en el área de trabajo, acumulada temporalmente en puntos específicos, y utilizados posteriormente para la elaboración de los cimientos (mamposterías) y el relleno de estos en el perímetro de la construcción de oficina u otros edificios, o como base para mejorar suelos. Los restos de material de banco (polvo y grava, piedras del sitio) serán utilizados para relleno en las áreas del terreno que lo ameriten. Estos residuos se mantendrán temporalmente en un área confinada y específica que no afecte los trabajos de construcción.

Basura inorgánica derivada de los insumos de la construcción: Envases diversos provenientes de los empaques de los materiales de construcción utilizados. Algunos de estos residuos generalmente son separados ya que tienen valor de reciclaje como materia prima para la elaboración de láminas de cartón, entre otras cosas.

Residuos orgánicos producto de la alimentación de empleados: Debido a la actividad diaria de los trabajadores, en los comedores se generarán residuos orgánicos producto de los alimentos consumidos, e inorgánicos como envases de plástico, bolsas, y otros productos. Estos materiales deberán ser ubicados en contenedores establecidos especialmente para alojar este tipo de desechos, los cuales deberán ser trasladados al sitio que autorice la autoridad local y/o municipal. La disposición final de estos residuos será el relleno sanitario del municipio, su traslado y disposición final será realizado por el servicio de recolección de basura municipal. Durante las tres fases del proyecto se implementará internamente un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, con el fin de asegurar el tratamiento adecuado de estos.

Residuos sanitarios: Considerando el tiempo de estancia de los trabajadores de la obra en el sitio, se instalarán sanitarios móviles (letrinas) que se destinarán al uso obligatorio y permanente del personal y será colocados en una proporción de uno por cada veinte trabajadores. La instalación de estos sanitarios portátiles, así como el manejo de dichas aguas residuales estará a cargo de la empresa constructora, la cual contratará un servicio especializado para brindar el servicio diariamente. Para la operación, se contempla la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales **SITAR DLD14**.

- ***Gases y emisiones***

Emisiones de maquinaria de construcción: Durante el proceso de operación de la maquinaria se generarán emisiones a la atmósfera de diversa composición por la combustión de hidrocarburos, sin embargo, gracias a las corrientes de aire de la zona, los respectivos contaminantes se diseminarán rápidamente en la atmósfera. Es importante mencionar que se le proporcionará afinación y mantenimientos periódicos a todos los vehículos y maquinaria se requieran para el desarrollo del proyecto.

Polvos producto de movimiento de tierras: El despalme y transporte de este material son actividades susceptibles a la generación y dispersión de polvo en el ambiente, aunque estas operaciones no representan un impacto significativo sino más bien un impacto de baja magnitud por su limitada temporalidad y la pequeña cantidad del mismo que se espera generar durante las

labores de preparación del sitio. A pesar de que este impacto no es especialmente relevante, para mitigar los posibles impactos negativos al ambiente que pudieran generarse, los camiones en los cuales se moverán los residuos fuente de estos polvos irán cubiertos con una lona para prevenir su dispersión durante el trayecto.

Ruidos: La operación de maquinaria y vehículos durante la preparación del sitio y la construcción será fuente de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que los niveles emitidos no serán excesivos, considerando el tipo de maquinaria a utilizar. Como se observa en la Tabla II.7, los límites máximos permisibles son: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 kg. La maquinaria que se utilice presentará buenas condiciones de mantenimiento por lo que no se rebasará la normatividad aplicable.

- ***Líquidos***

Aguas residuales generadas en los frentes de construcción: Producto de la evacuación de fluidos corporales. Este tipo de residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio, serán tratados por los servicios de la empresa contratada para el mantenimiento de los sanitarios portátiles. Durante la operación del proyecto el manejo de aguas residuales de cada lote será canalizado al sistema de tratamiento de aguas residuales **SITAR DLD14**.

- ***Peligrosos***

Este tipo de residuos podrían ser generados en las etapas de preparación de sitio y operación del proyecto. Se solicitará que sus maquinarias y vehículos hayan recibido mantenimiento previo a su incorporación al proyecto, no se espera la generación de residuos con características de peligrosidad al medio ambiente en sus dos primeras etapas. Sin embargo, si llegaran a generarse este tipo de residuos se procederá conforme al **Procedimiento de manejo de residuos peligrosos** (**Anexo 5**). A continuación, se presentan los posibles residuos peligrosos que pueden generarse durante el desarrollo del proyecto:

Aceites lubricantes gastados y materiales impregnados: Estos materiales derivados de cambios de aceite, están catalogados como residuos peligrosos, requieren ser manejados en forma cuidadosa y almacenados de forma temporal en tanto son recolectados por empresas prestadoras de deservicios especializados. En caso de ocurrir derrames o accidentes que involucren este tipo de residuos, su manejo se realizará conforme al **Procedimiento de Manejo de Residuos Peligrosos**.

Envases de pinturas y solventes: Durante el proceso de pintura u otros acabados es posible que se utilicen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación del ecosistema, tal es el caso de estos envases.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se generarán por el mantenimiento de las áreas verdes (área de reforestación) y de las vialidades, como residuos orgánicos durante la poda.

II.2.8 Generación de gases efecto invernadero

II.2.8.1 Generación de gases efecto invernadero, H_2O, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros

El presente proyecto tiene contemplada la generación de gases de efecto invernadero solamente por parte de las fuentes móviles utilizadas durante las etapas de desarrollo del proyecto. Estos gases serán generados debido a la combustión de los vehículos utilizados en las diferentes actividades de preparación de sitio. Los gases contemplados a generar son: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido de Nitrógeno (N_2O).

II.2.8.2 Estimación de la cantidad de gases de efecto invernadero emitidas producto de la ejecución del proyecto

A continuación, se muestra una estimación de la cantidad de gases generada durante toda la duración de las actividades (preparación del sitio y construcción) del presente proyecto. Cabe señalar que esta estimación se realizó con la calculadora de emisiones proporcionada por SEMARNAT.

Tabla II. 6 Generación de gases de efecto invernadero.

GAS DE EFECTO INVERNADERO	ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE GEI (TONELADAS ANUALES)
Dióxido de Carbono (CO_2)	103.09
Metano (CH_4)	0.11
Óxido de nitrógeno (N_2O)	0.003

II.2.8.3 Estimación de la cantidad de energía requerida para el desarrollo del proyecto

La generación de energías disipadas (ruido) cumplirá con los límites establecidos por la **NOM-080-SEMARNAT-1994** de acuerdo con las siguientes características:

Tabla II. 7 Generación de ruido.

PESO BRUTO VEHICULAR (kg)	LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES dB (A)
Hasta 3,000	86
Más de y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 1
III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 1
III.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 32
III.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales 33
III.4 Normas Oficiales Mexicanas 33
III.5 Otros instrumentos a considerar 35

TABLAS

Tabla III. 1 Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo....1
Tabla III. 2 Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo....2
Tabla III. 3 Criterios de regulación ecológica de la Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán....6
Tabla III. 4 UGA007-APROV-DZE....9
Tabla III. 5 Lineamientos generales del POETY....10
Tabla III. 6 Criterios del sector Acuacultura de agua dulce....13
Tabla III. 7 Criterios del sector Acuacultura salobre....14
Tabla III. 8 Criterios del sector TURISMO DE NATURALEZA....15
Tabla III. 9 Criterios del sector TURISMO DE SOL Y PLAYA....15
Tabla III. 10 Criterios del sector ASENTAMIENTOS HUMANOS....17
Tabla III. 11 Criterios del sector FORESTAL....21
Tabla III. 12 Criterios del sector INFRAESTRUCTURA....22
Tabla III. 13 Criterios del sector PESCA....22
Tabla III. 14 Criterios del sector TURISMO CONVENCIONAL....22
Tabla III. 15 Política, actividades, usos y criterios de las UGA....27
Tabla III. 16 Análisis de los Criterios de regulación ecológica establecidas para la UGA donde está ubicado el proyecto....28
Tabla III. 17 Vinculación con el AICA 184 Ichka' Ansijo....50
Tabla III. 18 Vinculación con el RHP 102 Anillo de Cenotes....53
Tabla III. 19 Vinculación con el RMP 61. Sisal-Dzilam....55
Tabla III. 20 Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP....56

FIGURAS

Figura III. 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio....1
Figura III. 2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe....5
Figura III. 3 Ubicación del proyecto con respecto a la UGA del POETY....8
Figura III. 4 Ubicación del proyecto dentro de la UGA del POETCY....27
Figura III. 5 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas....33
Figura III. 6 Ubicación del proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias....49
Figura III. 7 Ubicación del proyecto con relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves....50
Figura III. 8 Ubicación del proyecto con relación a las Regiones hidrológicas prioritarias....52
Figura III. 9 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias....55

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

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El proyecto se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) específicamente en la Región Ecológica 17.33, UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo, tal como se puede observar en la siguiente Figura.

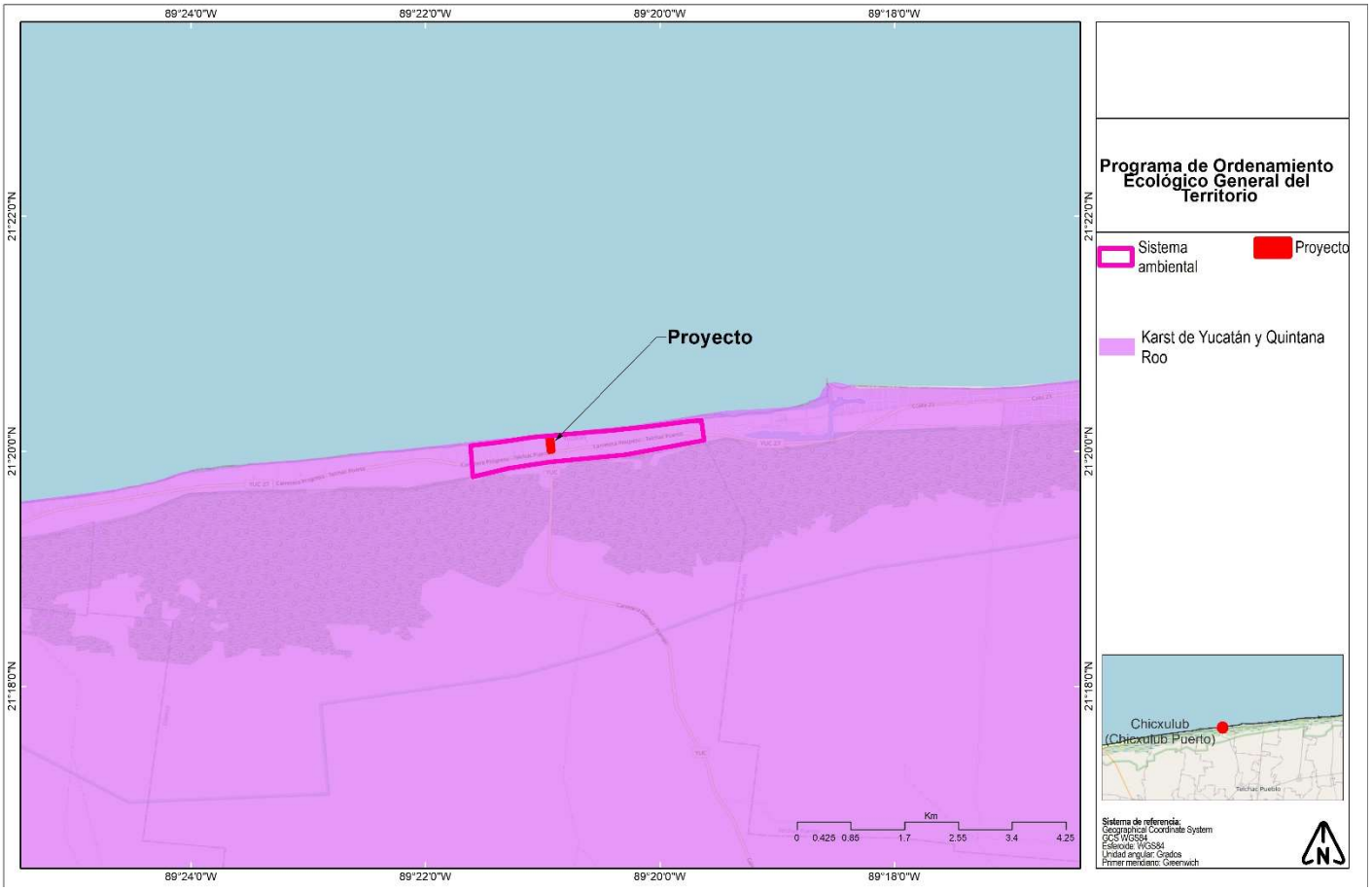


Figura III. 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla III. 1 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.

Tabla III. 2 Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

ESTRATEGIA UAB 62
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio
A) Preservación
1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. ***Vinculación:*** *El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de un club de vela, ubicado en el municipio de Dzemul en el estado de Yucatán. No obstante, el proyecto mantendrá áreas de conservación con una superficie total de* ***3,092.64 m²****, las cuales quedarán con suelo natural y la vegetación nativa; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes, continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región y contribuirán a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad..* **2.** Recuperación de especies en riesgo. ***Vinculación:*** *Dentro del área de estudio se registraron especies de flora y dos de fauna dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que el proyecto tiene contemplado la aplicación de un* ***Programa de rescate y reubicación de especies forestales*** *a afectar por el CUSTF y un* ***Programa de acción para la protección de la fauna silvestre*** *(Ver* ***Anexo 6*** *de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres de la región.* **3.** Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en el CUSTF y la construcción de un Club de Vela. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio se caracterizan la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida para el CUSTF. Asimismo, se contempla el rescate y reubicación de las especies de flora y fauna, principalmente aquellas dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las endémicas de la Provincia Biótica de Yucatán.*
B) Aprovechamiento sustentable
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. ***Vinculación:*** *El proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí consiste en la construcción de un club de vela. Se implementarán acciones para la conservación de las especies presentes en el área.* **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto; ya que no se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto.* **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no consiste en el establecimiento de obras hidroagrícolas, así como tampoco pretende emplear superficies para riego.* **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales. Únicamente se realizará el CUSTF para la construcción de un club de vela. Se implementarán acciones para la conservación de las especies forestales, dentro del predio se designarán un área de conservación con una superficie total de* ***3,092.64 m²****, el cual mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa del área; igualmente se ejecutará un programa de rescate y reubicación de las especies forestales sujetas a afectación por el CUSTF.* **8.** Valoración de los servicios ambientales. ***Vinculación:*** *Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por motivo del CUSTF para el establecimiento del proyecto. Como producto del análisis anterior se puede afirmar que las afectaciones de los*

ESTRATEGIA UAB 62	
servicios ambientales por el proyecto serán mínimos con respecto a lo prestado en el Sistema Ambiental. *Asimismo, el proyecto mantendrá una superficie total de **3,092.64 m²** como área de conservación, en estas últimas se mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.*	
C) Protección de los recursos naturales	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. ***Vinculación:** No aplica; propiciar el equilibrio de cuencas y acuíferos sobreexplotados corresponde a las autoridades.* **10.** Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. ***Vinculación:** No aplica. El cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **11.** Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. ***Vinculación:** No aplica, el predio donde se realizará el proyecto no cuenta con presas de agua.* **12.** Protección de los ecosistemas. ***Vinculación:** No aplica de manera estricta; ya que el proyecto se implementará en una zona con **vegetación secundaria de Duna costera,** sin embargo, el proyecto como se ha mencionado en párrafos anteriores mantendrá una superficie total de **3,092.64 m²** área de conservación que contribuirán a la protección y conservación de los ecosistemas y las especies de la región, en donde se seguirán prestando servicios ecosistémicos.* **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. ***Vinculación:** No aplica; no consiste en desarrollar actividades agrícolas la cual implique el uso de agroquímicos. El proyecto consiste en la construcción de un club de vela.*	
D) Restauración	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas. ***Vinculación:** No aplica de manera estricta, el proyecto aplicará un **Programa de rescate y reubicación de especies forestales** de la vegetación a afectar por el proyecto usando técnicas de reforestación (Ver **Anexo 6** de este estudio técnico). Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema y del suelo de la región. Anterior a esta actividad se llevará a cabo la labranza de conservación que consistirá en dispersar residuos vegetales picados y triturados en las áreas expuestas y en donde se llevará a cabo la reubicación con plantas rescatadas con la finalidad de proteger y conservar el suelo y agua de la región.*	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. ***Vinculación:** No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **22.** Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. ***Vinculación:** No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **23.** Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional). ***Vinculación:** No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.*	

ESTRATEGIA UAB 62	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **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. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.*	
E) Desarrollo social	
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **37.** Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **38.** Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **39.** Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **40.** Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **41**. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.*	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. ***Vinculación:*** *El presente proyecto asegurará el respeto a los derechos de propiedad rural, al desarrollarse en predios que son exclusivamente de propiedad del promovente.*	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.*	

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)

El proyecto también se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, por lo tanto, en la siguiente Figura se presenta la unidad de gestión ambiental correspondiente de la ubicación del proyecto.

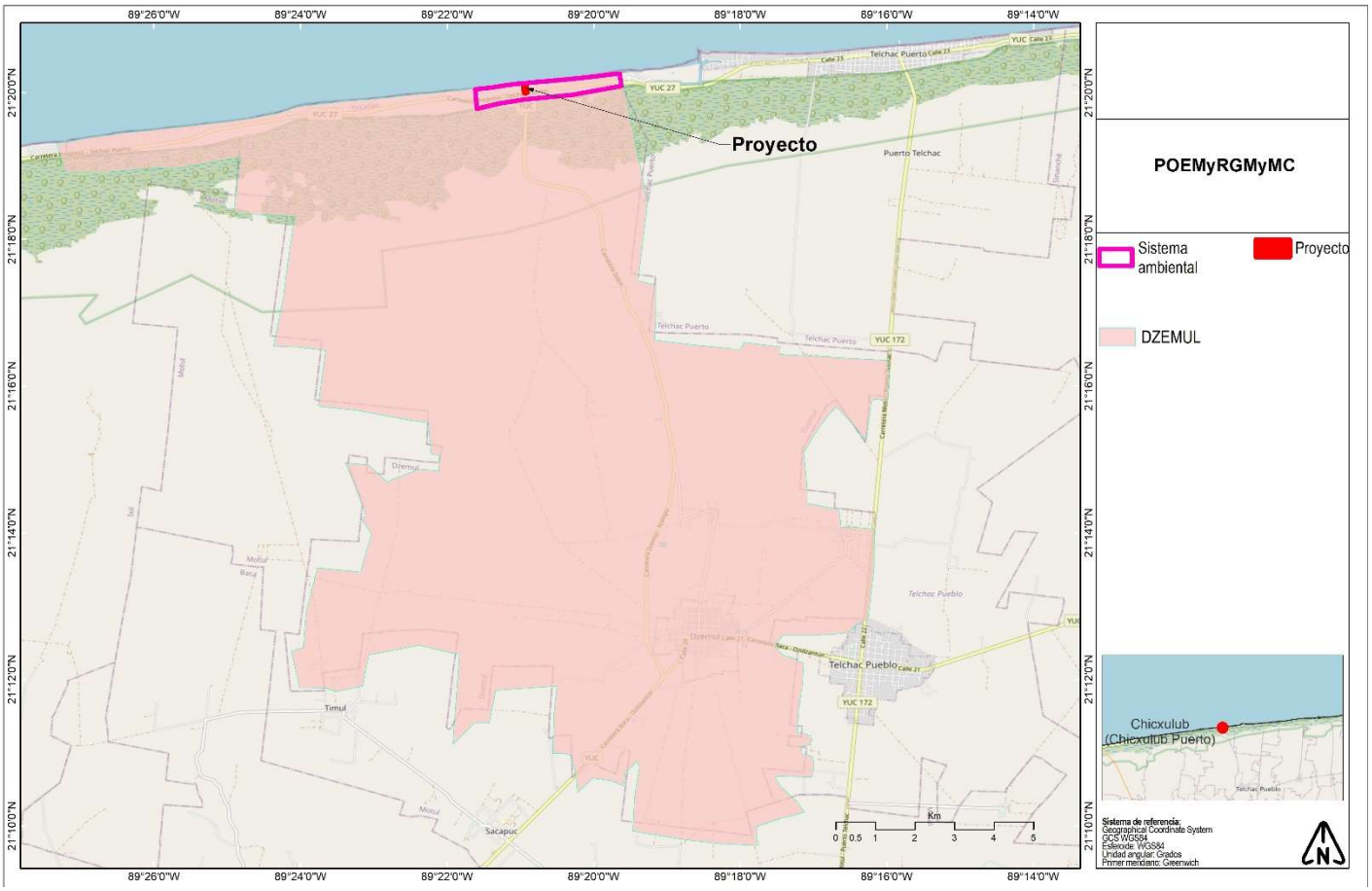


Figura III. 2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El proyecto se encuentra dentro de la UGA 108 Dzemul. La política y criterios ambientales aplicables al desarrollo del proyecto se presenta a continuación:

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el decreto del ordenamiento además de las Acciones Específicas, excepto en el área que cubre el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa, es decir, por la ubicación del proyecto **no se vinculará con las Acciones Generales ni Específicas de este programa de ordenamiento**, **en los siguientes apartados se realizará la vinculación con el POETCY**. Por otro lado, por la subregión en la que se encuentra esa UGA, se realizó la vinculación con los Criterios de Regulación Ecológica de la **Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán**.

Tabla III. 3 Criterios de regulación ecológica de la Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	
ZCY-01	**Criterio**	**Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.**

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	
	Vinculación	Los pastos marinos y su fauna no serán afectados por la implementación del proyecto ya que este no se realizará sobre ecosistemas marinos.
ZCY-02	**Criterio**	**Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	Vinculación	No es el objetivo del proyecto la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles, sin embargo, para evitar las afectaciones que el proyecto pudiera ocasionar sobre estos, se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, como medida para evitar el daño a la fauna, en el **Anexo 6** se incluye el programa respectivo en donde se detallan las acciones que se realizarán para la protección de la fauna silvestre.
ZCY-03	**Criterio**	**La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos como las praderas de pastos marinos, para fines científicos de conservación y preservación, sólo se podrán llevar a cabo en términos de lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	Vinculación	No aplica, ya que no es objetivo del proyecto la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales, además que el proyecto no se ubica en estos ecosistemas, por lo que este cumple con lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones aplicables.
ZCY-04	**Criterio**	**La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.**
	Vinculación	El proyecto no requiere de estructuras promotoras de playas, ya que está totalmente fuera de una playa.
ZCY-05	**Criterio**	**Como una medida preventiva para evitar la contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos a los cuerpos de agua.**
	Vinculación	El proyecto no se ubica en un cuerpo de agua, sin embargo, se contempla el manejo adecuado de todo tipo de residuos (incluyendo los peligrosos), en el **Anexo 5** se presentan procedimientos para el manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.
ZCY-06	**Criterio**	**Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.**
	Vinculación	El proyecto no corresponde a actividades recreativas marinas que afecten a las especies de tortugas, tampoco se ubica en la línea de playa, por lo que este criterio no aplica.
ZCY-07	**Criterio**	**Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de estos.**
	Vinculación	No aplica este criterio, ya que no se realizará en comunidades arrecifales, por lo que no se afectarán.
ZCY-08	**Criterio**	**Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.**
	Vinculación	La difusión de normas ambientales náuticas en toda actividad náutica corresponde a las autoridades.
ZCY-09	**Criterio**	**Se requerirá para las actividades relacionadas con canalizaciones o dragados,**

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	
		debidamente autorizadas, que se usen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.
	Vinculación	El proyecto no contempla actividades de canalizaciones o dragados, por lo que no se requiere del uso de mallas geotextiles ni otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos en el área.
ZCY-10	**Criterio**	**Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.**
	Vinculación	No aplica este criterio, ya que no es un proyecto relacionado con la construcción de muelles.
ZCY-11	**Criterio**	**Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.**
	Vinculación	No aplica este criterio, ya que el proyecto no corresponde a actividades de pesca.
ZCY-12	**Criterio**	**Por las características de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona norte de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno, se recomienda en las UGA Regionales correspondientes (UGA:96, UGA:101, UGA:108, UGA:106, UGA:113, y UGA:116) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.**
	Vinculación	Corresponde a las autoridades el cumplimiento de este criterio, no obstante, el proyecto se vincula con el POETCY que es el instrumento que regula la zona costera del estado de Yucatán.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) en las que se asentará el proyecto

De acuerdo con la actualización realizada al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) decretado el 6 de diciembre de 2023, el área del proyecto se encuentra en la unidad de gestión ambiental denominada e la **UGA007-APROV-DZE,** cuya política principal consiste en el **APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE**. La **UGA007-APROV-DZE** tiene como lineamiento principal propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.048 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles.

La modificación realizada al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán consiste en el establecimiento de un modelo que considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos, no obstante, su construcción refleja el deseo de trabajar por la disminución de las desigualdades sociales y el incremento de la calidad de vida de la población del estado de Yucatán.

El análisis de cada una de las políticas contempladas en el POETY para este proyecto se indica a continuación.

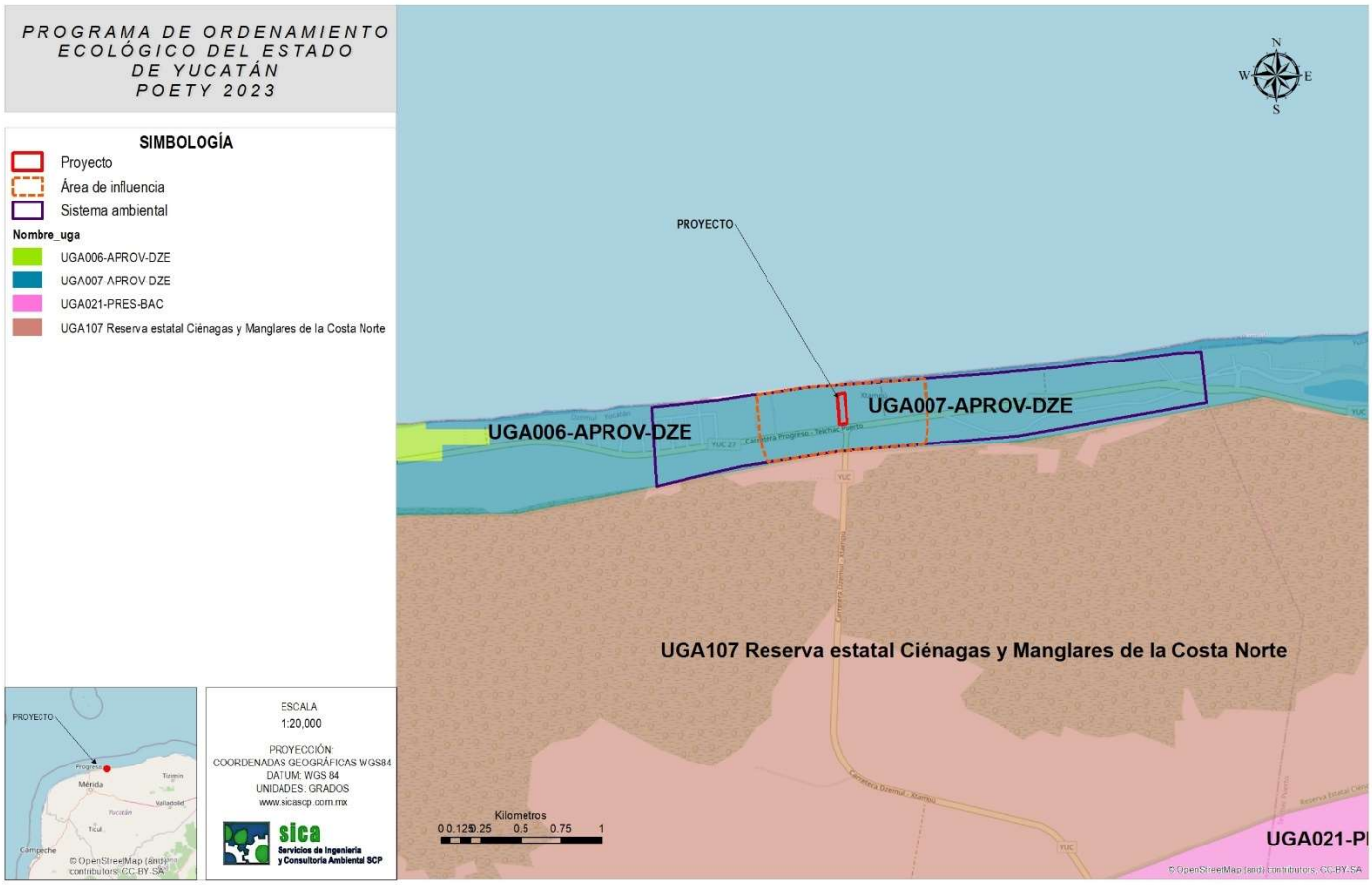


Figura III. 3 Ubicación del proyecto con respecto a la UGA del POETY.

En la siguiente tabla se observan las políticas y usos compatibles, condicionados y no compatibles de la UGA:

Tabla III. 4 UGA007-APROV-DZE

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLÍTICA	ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO		
			USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	NO COMPATIBLES
UGA007	UGA007-APROV-DZE	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 19, 20	6, 9, 11, 17, 18	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLÍTICA	ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO		
			USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	NO COMPATIBLES
UGA007	UGA007-APROV-DZE	Aprovechamiento sustentable	1. Acuacultura de agua dulce. 2. Acuacultura de agua salobre. 19. Turismo de naturaleza. 20. Turismo de sol y playa.	6. Asentamientos humanos 9. Forestal 11. Infraestructura 17. Pesca 18. Turismo convencional	3. Agricultura tecnificada 7. Energía eólica 8. Energía fotovoltaica 10. Industrial 12. Milpa maya 13. Minería no metálica 14. Pecuario bovino 15. Pecuario avícola 16. Pecuario porcino

Como se observa en la tabla anterior, entre las actividades compatibles con la **UGA007-APROV-DZE** se encuentran:

- Acuacultura de agua dulce
- Acuacultura salobre
- Turismo de naturaleza
- Turismo de sol y playa

Por otra parte, entre las actividades condicionantes de la **UGA007-APROV-DZE** se encuentran las siguientes:

- Asentamientos humanos
- Forestal
- Infraestructura
- Pesca
- Turismo convencional

Finalmente, las actividades incompatibles en la **UGA007-APROV-DZE** son las siguientes:

- Agricultura tecnificada
- Energía eólica
- Energía fotovoltaica
- Industrial
- Milpa maya
- Minería no metálica
- Pecuario bovino
- Pecuario avícola
- Pecuario porcino

A continuación, se presenta la vinculación con los Lineamientos generales del POETY:

Tabla III. 5 Lineamientos generales del POETY.

No.	LINEAMIENTOS GENERALES	
1	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.**
	Vinculación	*El proyecto pretendido consiste en la construcción de un club de vela, para tal efecto se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14, el cual consiste en una estructura compuesta de dos módulos donde se realizarán el tratamiento primario y secundario a través de microorganismos denominados BIODLD® que se encargarán de tratar el agua residual, para posteriormente verterla en un pozo de absorción. La función del SITAR iniciará durante la etapa de operación y mantenimiento. Asimismo, es importante remarcar que, durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, se dispondrá de sanitarios portátiles en una relación de un baño por cada 15 trabajadores para mayor comodidad, aunado a esto, la empresa arrendadora de los sanitarios será la encarga de su limpieza y el tratamiento de las aguas residuales generadas.*
2	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.**

No.	LINEAMIENTOS GENERALES	
	Vinculación	*Durante las etapas de preparación y construcción del sitio se generarán residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos de los trabajadores, sin embargo, en el área de trabajose dispondrán contenedores con bolsa y tapa para prevenir la presencia de vectores indeseables. Asimismo, se presenta un* ***Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos*** *en los anexos, en el que se presenta la metodología para la disposición, almacenamiento, recolección y transporte final; estas dos últimas actividades serán realizadas por el servicio de recolección de basura municipal.*
3	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla la generación de residuos de manejo especial, ya que todos los materiales derivados de bancos se comprarán de manera exacta para evitar desperdicios. En caso se sobrar material, este será donado a otras construcciones cercanas o depositados en el campo de tiro designados por el municipio.*
4	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m³/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla ni requiere el abastecimiento de agua subterránea, por lo que no se requiere presentar estudios que indiquen la calidad de agua. Para el proyecto no se requiere de pozos de extracción, por lo tanto, el acuífero se mantendrá intacto. Es menester mencionar que el agua requerida durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se utilizarán pipas para transportar el recurso. Para los trabajadores, se dispondrá de garrafones de agua para beber.*
5	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas**
	Vinculación	*El área en la que se encuentra el proyecto no es una zona propensa a derrumbes y sismos, como se aprecia en la siguiente Figura:*  *Es de suma importancia aclarar que la zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se*

No.	LINEAMIENTOS GENERALES	
		presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra es TIPO 1 (terreno firme).
6	**Criterio**	**Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.**
	Vinculación	*El proyecto contempla la construcción de circulación dentro del predio, así como se tendrán diferentes áreas de estacionamiento, para tal efecto no se impermeabilizará por lo que permitirán el flujo natural del agua y minimizar los impactos a la infiltración natural.*
7	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico**
	Vinculación	*El proyecto se encuentra colindante con la Carretera Progreso-Telchac Puerto, la cual es una vialidad altamente transitada, el proyecto contempla en su diseño un área de conservación que se encuentra paralela a esta carretera, lo cual provee de un corredor por la cual la fauna podrá utilizar para trasladarse hacia el lado este de la carretera por donde hay un continua de vegetación.*
8	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla actividades de excavación, por tanto, el siguiente criterio no es aplicable.*
9	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.**
	Vinculación	*Se realizaron los estudios pertinentes para análisis del estado de vegetación y diversidad del área del proyecto, debido a sus condiciones de conservación media y que este se ha visto afectado por previas actividades humanas y por su influencia con la carretera Progreso-Telchac Puerto, se concluyó que el terreno es apto para el desarrollo del proyecto en el sitio. Para tal efecto, se realizó en Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Terrenos Forestales, en el que se detalla el estado de conservación del sitio y su diversidad. Con base a este estudio, se determina que este terreno es apto para la implementación del proyecto.*
10	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.**
	Vinculación	*De acuerdo con la información recabada en el capítulo 4 del presente estudio, y en conjunto con los recorridos realizados en campo dentro del predio, se determinó que no existen cuerpos de agua colindantes con el área del proyecto, por lo que el manto acuífero no será afectado por el desarrollo de las actividades correspondientes al trabajo.*
11	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de**

No.	LINEAMIENTOS GENERALES	
		los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.
	Vinculación	*El proyecto no requiere de la extracción de agua salobre del acuífero, por lo que no se presentan los estudios especificados en el presente criterio. No obstante, el proyecto contempla la aplicación de medidas de mitigación y prevención para minimizar los impactos que el desarrollo de actividades pudiera causar sobre la integridad de los ecosistemas; una de estas medidas consiste en dejar un* ***área de conservación de 3,092.64 m²*** *en donde se mantendrá la vegetación y suelo natural, lo que permitirá el libre paso de la fauna debido a la ubicación del área respecto al predio y a sus colindancias.*
12	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.**
	Vinculación	*El proyecto pretende la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14. En el área que ocupará el proyecto se trazará una red de drenaje sanitario en puntos específicos. Esta red de drenaje es donde se conectará las tuberías de PVC sanitario proveniente de los baños y sanitarios de cada área en particular y cuyas aguas residuales serán transportadas por dicha red de drenaje hasta el sistema integral de tratamiento de aguas residuales instalados estratégicamente para tratar eficientemente dicha agua residual. Cabe remarcar que el sistema está elaborado de acuerdo con la normatividad estipulada en la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en su capítulo VII, art. 195-200, además de ir acorde a la NOM-001-SEMARNAT-2021.*
13	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes:** **a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición.** **b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos.** **c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos.** **d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno.** **e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo.** **f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas.** **j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.**
	Vinculación	*El proyecto tiene en consideración los posibles riesgos y peligros que pudieran ocurrir durante el proceso constructivo y operativo. Es menester mencionar que el área en donde está pretendido el proyecto no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. Respecto a la diversidad florística presente, se realiza el Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, en el que realiza un análisis de la composición y diversidad dentro del predio; con base en los resultados que se obtuvieron se elaboró un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre como parte de las medidas de mitigación, con el objetivo de resguardar las especies que se verán afectadas por el desmonte. Por otra parte, se designan área de conservación con una extensión de* ***3,092.64 m²****.*
14	**Criterio**	**Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no requiere de la extracción del agua del acuífero, sin embargo, este contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14, mediante el cual toda el agua será tratada.*

En las siguientes tablas se presenta la vinculación del proyecto con cada uno de los criterios de las actividades ***COMPATIBLES*** de la **UGA007-APROV-DZE.**

Tabla III. 6 Criterios del sector **Acuacultura de agua dulce.**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE ACUACULTURA AGUA DULCE	
1	**Criterio**	**La actividad acuícola deberá contar con un área de amortiguamiento de 20 m alrededor del predio con vegetación natural con especies nativas.**
	Vinculación	*No aplica, ya que no va acorde con los objetivos del proyecto. Este consiste en el desarrollo de un club de vela, por lo que no se realizarán actividades de aprovechamiento acuícolas dentro del predio. Cabe recalcar que el predio no se encuentra cerca de algún cuerpo de agua.*
2	**Criterio**	**La actividad acuícola no deberá instalarse dentro de un centro de población urbano o rural.**
	Vinculación	*No aplica, ya que no va acorde con los objetivos del proyecto. Este consiste en el desarrollo de un club de vela, por lo que no se realizarán actividades de aprovechamiento acuícolas dentro del predio ni en el centro de población perteneciente al municipio de Dzemul. Cabe recalcar que el predio no se encuentra cerca de algún cuerpo de agua.*
3	**Criterio**	**En la actividad acuícola, la introducción y aprovechamiento de estas especies exóticas deberá realizarse únicamente en sistemas controlado y confinados, que eviten la fuga de los organismos de cultivo, previa autorización de la autoridad correspondiente.**
	Vinculación	*No aplica, ya que no va acorde con los objetivos del proyecto. Este consiste en el desarrollo de un club de vela, por lo que no se realizarán actividades de aprovechamiento e introducción de especies exóticas, cabe recalcar que el predio no se encuentra cerca de algún cuerpo de agua.*
4	**Criterio**	**La actividad acuícola deberá contar con un área de conservación de al menos el 30 % del total del predio, priorizando la permanencia de vegetación en buen estado de conservación. En caso de no contar con sitios aptos para mantener con área de conservación, deberá restaurar dicha superficie mediante la siempre de especies nativa.**
	Vinculación	*No aplica, ya que no va acorde con los objetivos del proyecto. Este consiste en el desarrollo de un club de vela, por lo que no se realizarán actividades acuícolas dentro del predio. No obstante, se remarca que el proyecto considera un área de conservación con una superficie de 3,092.64 m^2 y un área de reforestación de 680.86 m^2.*

Tabla III. 7 Criterios del sector **Acuacultura salobre**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE ACUACULTURA SALOBRE	
1	**Criterio**	**La actividad acuícola deberá contar con un área de amortiguamiento de 20 m alrededor del predio con vegetación natural con especies nativas.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no contempla la realización de actividades acuícolas dentro del predio, puesto que este consiste en el desarrollo de un club de vela.*
2	**Criterio**	**La actividad acuícola no deberá instalarse dentro de un centro de población urbano o rural.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no contempla la realización de actividades acuícolas dentro del predio, puesto que este consiste en el desarrollo de un club de vela.*
3	**Criterio**	**En la actividad acuícola, la introducción y aprovechamiento de especies exóticas deberá realizarse únicamente en sistemas controlados y confinados, que eviten la fuga de los organismos de cultivo, previa autorización de la autoridad correspondiente**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no contempla la realización de actividades acuícolas dentro del predio. Es importante mencionar que no se realizará a extracción de flora y fauna terrestre ilegal, sino que se tendrá un programa para la protección de la fauna silvestre de rescate y reubicación de flora susceptible a ser afectada por la remoción de la vegetación.*
4	**Criterio**	**La actividad acuícola deberá contar con un área de conservación de al menos el 30 % del total del predio, priorizando la permanencia de vegetación en buen estado de conservación. En caso de no contar con sitios aptos para mantener con área de conservación, deberá restaurar dicha**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE ACUACULTURA SALOBRE	
		superficie mediante la siempre de especies nativa.
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no considera la realización de actividades acuícolas dentro del predio, no obstante, se contempla la permanencia de* ***área de conservación de 3,092.64 m²*** *en donde se mantendrá la vegetación y suelo natural, lo que permitirá el libre paso de la fauna debido a la ubicación del área respecto al predio y a sus colindancias.*

Tabla III. 8 Criterios del sector **TURISMO DE NATURALEZA.**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO DE NATURALEZA	
1	**Criterio**	**La operación de proyectos o actividades de Turismo de Naturaleza que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como captación de agua de lluvia, reúso de agua residual tratada, sistemas ahorradores, entre otros.**
	Vinculación	*No aplica, ya que no va acorde con los objetivos del proyecto. Este consiste en el desarrollo de un club de vela, por lo que no se realizarán actividades de aprovechamiento acuícolas dentro del predio. Cabe recalcar que el predio no se encuentra cerca de algún cuerpo de agua.*
2	**Criterio**	**En todo proyecto turístico que pretenda hacer uso de los cenotes y cuevas deberá aplicar buenas prácticas para salvaguardar la biodiversidad, incluyendo las siguientes:** **a) Establecer franjas de amortiguamiento con vegetación natural alrededor de cada cenote, cuya extensión será, por lo menos, de una distancia mínima de 50 metros del borde de estos y la instalación de servicios sanitarios a una distancia de 75 metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta, de conformidad con el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuervas y Grutas.** **b) En caso de justificarse, solo podrán realizar aclareos de hasta el 10 % de la cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 centímetros de diámetro.** **c) Integrar a los árboles en el diseño arquitectónico de restaurantes, baños, regaderas y áreas comunes a fin de evitar su corte y retiro.** **d) No se podrá realizar la extracción de flora y fauna del cenote y sus alrededores,** **e) No se permite la liberación de individuos de especies exóticas, la introducción de mascotas en los cenotes, así como la crianza de especies exóticas (como la tilapia y la rana toro).** **f) No se permite intervención que modifique su estructura**
	Vinculación	*No aplica, ya que no va acorde con los objetivos del proyecto. Este consiste en el desarrollo de un club de vela, por lo que no se realizarán actividades de aprovechamiento acuícolas dentro del predio ni en el centro de población perteneciente al municipio de Dzemul. Cabe recalcar que el predio no se encuentra cerca de algún cuerpo de agua.*

Tabla III. 9 Criterios del sector **TURISMO DE SOL Y PLAYA.**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO DE SOL Y PLAYA	
1	**Criterio**	**La operación de proyectos o actividades de Turismo de Sol y Playa que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como captación de agua de lluvia, reúso de agua residual tratada, sistemas ahorradores, entre otros.**
	Vinculación	*El proyecto contempla la implementación de sistemas ahorradores dentro de las instalaciones, como en los lavabos y regaderas, así como los sanitarios.*
2	**Criterio**	**Se deberán excluir las dunas incipientes o embrionarias, las dunas en estuarios, las islas de barrera, y las dunas con alto valor ecológico como sitios aptos para la construcción de infraestructura y edificaciones de carácter temporal o permanente cuando se afecta la integridad funcional del sistema playa-duna costera.**
	Vinculación	*Las construcciones del proyecto no se ubican en dunas incipientes o embrionarias, las dunas en*

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO DE SOL Y PLAYA	
		estuarios, las islas de barrera, y las dunas con alto valor ecológico.
3	**Criterio**	**El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma.** **El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna.** **Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
4	**Criterio**	**Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:** **a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.** **b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.** **c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.** **d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.** **e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.** **f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.** **g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.** **h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma.** **i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.**
	Vinculación	*El proyecto contempla cada una de estos incisos en su desarrollo.*
5	**Criterio**	**La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.**
	Vinculación	*El proyecto contempla los puntos de estre*
6	**Criterio**	**La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO DE SOL Y PLAYA	
		aplicables.
	Vinculación	*La construcción del proyecto requiere del suministro de energía, el cual será brindado por las líneas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). No obstante, el promovente tendrá en consideración la implementación de diseños bioclimáticas y el uso de tecnologías para la optimización del consumo de energía a futuro.*
7	**Criterio**	**La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.**
	Vinculación	*La construcción del club de vela considera la entrada y paso libre para el acceso a las playas, asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*

En las siguientes tablas se presenta la vinculación del proyecto con cada uno de los criterios de las actividades ***CONDICIONALES*** de la **UGA007-APROV-DZE.**

Tabla III. 10 Criterios del sector **ASENTAMIENTOS HUMANOS**.

No.	CRITERIOS DEL SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS	
1	**Criterio**	**Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a:** **a) Minimizar la expansión urbana desordenada.** **b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero.** **c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales.** **d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.**
	Vinculación	*Se hace hincapié en que el desarrollo del proyecto no afectará la vulnerabilidad del acuífero, ya que se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales; asimismo, se prevendrá la fragmentación de los hábitats naturales al realizar actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, aunado al diseño pretendido para las áreas de reforestación y de conservación, que tendrán una superficie de 680.86 m^2 y 3,026.95 m^2 respectivamente, en donde se mantendrá vegetación nativa y rescatada, estas áreas permitirán el percheo de aves y la presencia de pequeñas de especies de fácil adaptación a ambientes perturbados, minimizando la fragmentación del hábitat ocasionado por el CUSTF; finalmente, se aplicarán los procedimientos de manejo integral de residuos sólidos urbanos. Asimismo, se hará uso del SITAR DLD14 para tratas las aguas residuales generadas. Finalmente es importante remarcar que se implementarán* ***programas de manejo integral de residuos sólidos urbanos y peligrosos*** *en caso de requerirse, dichos programas pueden consultarse en el* ***Anexo 6****.*
2	**Criterio**	**Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en:** **a) Vacíos urbanos de las áreas urbanas actuales.** **b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o** **c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.**
	Vinculación	*El proyecto, que constituirá en la construcción y operación de un club de vela, cumple con los supuestos que se muestran en el presentan criterio, ya que el predio en el que pretende establecerse el proyecto se encuentra en un área que presenta condiciones de conservación media y que se ha visto afectado por previas actividades humanas dentro de este y por su influencia con la carretera Progreso-Telchac Puerto, la cual es una vialidad altamente transitada en el municipio de Dzemul. Asimismo, con respecto al tratamiento de aguas residuales, se tendrá la SITAR DLD14 para tratar las aguas residuales generadas, y en cuanto al manejo de residuos, el desarrollo del proyecto contempla la*

No.	CRITERIOS DEL SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS	
		implementación de un programa de manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos.
3	**Criterio**	**Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.**
	Vinculación	*No aplica ya que el proyecto no constituye el establecimiento de una planta desalinizadora, no obstante, se remarca que el proyecto contará un con sistema de tratamiento de aguas residuales SITAD DLD14 que será de utilidad durante las etapas de operación y mantenimiento, ya que no se descargarán aguas que afecten el manto acuífero.*
4	**Criterio**	**Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reúso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.**
	Vinculación	*El proyecto consiste en la construcción y operación de un club de vela, para ello se tomarán las medidas necesarias para la reducción del consumo de agua, como se mencionó previamente se dispondrá de un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14 la cual podrá ser utilizada para el riego en las áreas verdes. Por otra parte, las especies sujetas a reubicación y rescate son, principalmente cactáceas, aquellas sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras especies de plantas características de la vegetación de duna costera, por lo que no requieren cantidades sustanciales de agua para su supervivencia, incluso, un exceso de esta podría resultar perjudicial para estas.*
5	**Criterio**	**Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales.**
	Vinculación	*En el predio donde se pretende el proyecto y en sus colindancias no se encuentran humedales, por lo que se estaría cumpliendo con el presente criterio. Asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
6	**Criterio**	**Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.**
	Vinculación	*Las construcciones del proyecto no se ubican en dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, las islas de barrera, y las dunas con alto valor ecológico, por lo que no se afectará la integridad funcional del sistema playa – duna costera.*
7	**Criterio**	**El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma.** **El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna.** **Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.**
	Vinculación	*No aplica, puesto que el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
8	**Criterio**	**Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS	
		a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. **b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.** **c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.** **d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.** **e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.** **f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.** **g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.** **h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma.** **i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.**
	Vinculación	*No aplica, puesto que el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT, así que no se verán afectadas las zonas de anidación de tortugas marinas.*
9	**Criterio**	**La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.**
	Vinculación	*No aplica, puesto que el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT, así que no se realizarán afectaciones a las dunas terciarias.*
10	**Criterio**	**Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.**
	Vinculación	*No aplica, puesto que el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
11	**Criterio**	**La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedajes turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables**
	Vinculación	*La construcción del proyecto requiere del suministro de energía, el cual será brindado por las líneas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). No obstante, el promovente tendrá en consideración la implementación de diseños bioclimáticas y el uso de tecnologías para la optimización del consumo de energía a futuro.*
12	**Criterio**	**La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS	
		costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.
	Vinculación	*La construcción del club de vela considera la entrada y paso libre para el acceso a las playas, asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
13	**Criterio**	**Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen:** **a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales.** **b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos.** **c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios.** **d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas.** **e) Áreas susceptibles a inundación.** **f) Bancos de materiales abandonados.** **g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.**
	Vinculación	*El proyecto está ubicado en el lugar ideal para su desarrollo, debido a las siguientes condiciones se seleccionó como el lugar adecuado para implementarlo:* *a) Baja precipitación debido a que se encuentra en vegetación de duna costera, por lo que las especies vegetales rescatadas y reubicadas no requieren de grandes cantidades de agua y son de fácil adaptación a ambientes secos.* *b) No hay presencia de rellenos artificiales, humedales, y el terreno no es inestable ni susceptible a hundimientos.* *c) Como se mencionó anteriormente, y cuya descripción se amplía en el Capítulo 4 del presente estudio, el predio no se encuentra en un área susceptible a derrumbes o deslizamientos. Es de suma importancia aclarar que la zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra es TIPO 1 (terreno firme).* *d) No es un área susceptible a inundación, sin embargo, los huracanes son eventos extraordinarios que ocurren esporádicamente en la Península de Yucatán; no obstante, estos no son frecuentes y no representan una amenaza grave.* *e) No hay presencia de bancos de materiales abandonados.* f) *Los estudios realizados en el terreno sujeto a CUSTF indican que no hay elevaciones importantes en el predio, por lo que no existen riesgos de escurrimientos e inundaciones.* *g) El predio no se encuentra en un área con elevaciones, por lo que los escurrimientos e inundaciones no representan un riesgo.*
14	**Criterio**	**Los desarrollos inmobiliarios (condominio, fraccionamiento o subdivisión) solo se podrán establecer en terrenos que no cuenten con una cobertura forestal o se consideren como preferentemente forestales.**
	Vinculación	*El proyecto no es un desarrollo inmobiliario habitacional, es decir, no es de tipo condominio, fraccionamiento o subdivisión. El objetivo de este es la construcción y operación de un club de vela,*

No.	CRITERIOS DEL SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS	
		para el cual se presentará el Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.
15	**Criterio**	**Los asentamientos humanos rurales existentes están sujetos al crecimiento natural de su población y sus necesidades de vivienda, servicios e infraestructura, dentro de zonas que sean potencialmente urbanizables y fuera de zonas de riesgo.**
	Vinculación	*No aplica, ya que corresponde a las autoridades el control del crecimiento natural de los centros de población y brindar los servicios básicos e infraestructura.*

Tabla III. 11 Criterios del sector **FORESTAL**.

No.	CRITERIOS DEL SECTOR FORESTAL	
1	**Criterio**	**Las actividades de aprovechamiento de especies de fauna únicamente se podrán realizar en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestres.**
	Vinculación	*Se remarca que el proyecto no tiene intención de aprovechar especies de fauna. Para tal efecto se propone un **Programa de Manejo de Fauna Silvestre**, en el que describe las acciones necesarias para ahuyentar, rescatar y reubicar a los ejemplares y monitorear que se adapten a tu nuevo hábitat.*
2	**Criterio**	**Los proyectos de producción de bioenergéticos a partir de residuos forestales deberán contar con medidas para:** **a) Prevenir impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas** **b) Conservar las áreas con especies de flora y fauna endémica o en algún estatus de peligro.** **c) Controlar la generación de lixiviados y escurrimientos de los sitios de almacenamiento de biomasa.** **d) Tratar las aguas residuales del proceso de conversión de la biomasa previo a su disposición final.** **e) Controlar y monitorear las emisiones al aire (gaseosas y cenizas) derivadas del traslado y de la combustión de la biomasa.**
	Vinculación	*El proyecto no tiene por objetivo la producción de bioenergéticos a partir de residuos forestales, por lo tanto, este criterio no aplica al proyecto.*
3	**Criterio**	**El aprovechamiento forestal maderable se podrá realizar en tasas de extracción siempre que no se sobrepase la capacidad de recuperación natural.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el aprovechamiento forestal maderable, ya que no es el objetivo del proyecto.*
4	**Criterio**	**Se podrá realizar el aprovechamiento forestal no maderable de tierra de monte, madera (leña), y plantas medicinales, únicamente para autoconsumo de las comunidades rurales asentadas al interior de la UGA.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el aprovechamiento forestal no maderable, por lo tanto, este criterio no aplica al presente proyecto.*
5	**Criterio**	**Se permitirá el establecimiento de plantaciones forestales comerciales siempre que cuenten con un programa de manejo autorizado que asegure que no ocasionarán cambio de uso de suelo forestal**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, por lo tanto, este criterio no aplica al presente proyecto.*

Tabla III. 12 Criterios del sector **INFRAESTRUCTURA**.

No.	CRITERIOS DEL SECTOR INFRAESTRUCTURA	
1	**Criterio**	**Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.**
	Vinculación	*No aplica ya que el proyecto no constituye una planta desalinizadora, no obstante, el proyecto contará un con sistema de tratamiento de aguas residuales SITAD DLD14 que será de utilidad durante las*

No.	CRITERIOS DEL SECTOR INFRAESTRUCTURA	
		etapas de operación y mantenimiento, es decir, no se descargarán aguas que afecten el manto acuífero.
2	**Criterio**	**Las obras de infraestructura deberán mantener los humedales libres de todo tipo de afectación a sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), con el objeto de mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia sobre éstos.**
	Vinculación	*En las cercanías del proyecto no se encuentran cuerpos de agua ni humedales, por tanto, este criterio no aplica al proyecto. Asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT. No obstante, se aplicarán medidas de mitigación, compensación y prevención para evitar el impacto negativo sobre el manto acuífero.*
3	**Criterio**	**Las obras de infraestructura que requieran de bancos de préstamo de material pétreo, únicamente podrán apresurarlos en la misma UGA donde se realice el proyecto, debiendo justificar el beneficio social de la obra, y únicamente podrá ser utilizado el material en dicha obra.**
	Vinculación	*El proyecto no requiere de la construcción de infraestructuras, i.e., bancos de préstamo de material pétreo, por lo tanto, este criterio no aplica al proyecto.*

Tabla III. 13 Criterios del sector **PESCA**.

No.	CRITERIOS DEL SECTOR PESCA	
1	**Criterio**	**Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.**
2	**Criterio**	**Las actividades y obras asociadas a la operación de instalaciones pesqueras deberán contar con las instalaciones y los procedimientos de manejo integral de residuos sólidos y líquidos para prevenir la contaminación del acuífero.**
VINCULACIÓN		*Los criterios correspondientes al sector pesca NO APLICAN al presente proyecto, ya que no se realizará ninguna actividad de las que se mencionan dentro del predio, debido a que proyecto consiste en la construcción y operación de un club de vela en el municipio de Dzemul.*

Tabla III. 14 Criterios del sector TURISMO CONVENCIONAL

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO CONVENCIONAL	
1	**Criterio**	**Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a:** **a) Minimizar la expansión urbana desordenada.** **b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero.** **c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales.** **d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos**
	Vinculación	*Se hace hincapié en que el desarrollo del proyecto no afectará la vulnerabilidad del acuífero, ya que se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales; asimismo, se prevendrá la fragmentación de los hábitats naturales al realizar actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, aunado al diseño pretendido para las áreas de reforestación y de conservación, que tendrán una superficie de 680.86 m^2 y 3,026.95 m^2 respectivamente, en donde se mantendrá vegetación nativa y rescatada, estas áreas permitirán el percheo de aves y la presencia de pequeñas de especies de fácil adaptación a ambientes perturbados, minimizando la fragmentación del hábitat ocasionado por el CUSTF; finalmente, se aplicarán los procedimientos de manejo integral de residuos sólidos urbanos. Asimismo, se hará uso del SITAR DLD14 para tratas las aguas residuales generadas. Finalmente es importante remarcar que se implementarán* ***programas de manejo integral de residuos sólidos urbanos y peligrosos*** *en caso de requerirse, dichos programas pueden consultarse en el* ***Anexo 6****.*
2	**Criterio**	**Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO CONVENCIONAL	
		urbana deberán establecerse preferentemente en: **a) Vacíos de las áreas urbanas actuales.** **b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o** **c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.**
	Vinculación	*El proyecto, que constituirá en la construcción y operación de un club de vela, cumple con los supuestos que se muestran en el presentan criterio, ya que el predio en el que pretende establecerse el proyecto se encuentra en un área que presenta condiciones de conservación media y que se ha visto afectado por previas actividades humanas dentro de este y por su influencia con la carretera Progreso-Telchac Puerto, la cual es una vialidad altamente transitada en el municipio de Dzemul. Asimismo, con respecto al tratamiento de aguas residuales, se tendrá la SITAR DLD14 para tratar las aguas residuales generadas, y en cuanto al manejo de residuos, el desarrollo del proyecto contempla la implementación de un programa de manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos.*
3	**Criterio**	**Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.**
	Vinculación	*No aplica ya que el proyecto no constituye el establecimiento de una planta desalinizadora, no obstante, se remarca que el proyecto contará un con sistema de tratamiento de aguas residuales SITAD DLD14 que será de utilidad durante las etapas de operación y mantenimiento, ya que no se descargarán aguas que afecten el manto acuífero.*
4	**Criterio**	**Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reúso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran Agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes**
	Vinculación	*El proyecto consiste en la construcción y operación de un club de vela, para ello se tomarán las medidas necesarias para la reducción del consumo de agua, como se mencionó previamente se dispondrá de un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14 la cual podrá ser utilizada para el riego en las áreas verdes. Por otra parte, las especies sujetas a reubicación y rescate son, principalmente cactáceas, aquellas sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras especies de plantas características de la vegetación de duna costera, por lo que no requieren cantidades sustanciales de agua para su supervivencia, incluso, un exceso de esta podría resultar perjudicial para estas.*
5	**Criterio**	**En todo proyecto turístico que pretenda hacer uso de los cenotes y cuevas deberá aplicar buenas prácticas para salvaguardar la biodiversidad, incluyendo las siguientes:** **a) Establecer franjas de amortiguamiento con vegetación natural alrededor de cada cenote, cuya extensión será, por lo menos, de una distancia mínima de 50 metros del borde de estos y la instalación de servicios sanitarios a una distancia de 75 metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta, de conformidad con el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuervas y Grutas.** **b) En caso de justificarse, solo podrán realizar aclareos de hasta el 10 % de la cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 centímetros de diámetro.** **c) Integrar a los árboles en el diseño arquitectónico de restaurantes, baños, regaderas y áreas comunes a fin de evitar su corte y retiro.** **d) No se podrá realizar la extracción de flora y fauna del cenote y sus alrededores,** **e) No se permite la liberación de individuos de especies exóticas, la introducción de mascotas en los cenotes, así como la crianza de especies exóticas (como la tilapia y la rana toro).** **f) No se permite intervención que modifique su estructura**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO CONVENCIONAL	
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no pretende hacer uso de cenotes o cuevas, aunado a que no se encontraron cuerpos de agua dentro o en las colindancias del predio.*
6	**Criterio**	**Las actividades turísticas convencionales deberán mantener los humedales libres de todo tipo de obra que altere sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), así como mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia.**
	Vinculación	*En las cercanías del proyecto no se encuentran cuerpos de agua ni humedales, por tanto, este criterio no aplica al proyecto. Asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT. No obstante, se aplicarán medidas de mitigación, compensación y prevención para evitar el impacto negativo sobre el manto acuífero.*
7	**Criterio**	**Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.**
	Vinculación	*Las construcciones del proyecto no se ubican en dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, las islas de barrera, y las dunas con alto valor ecológico, por lo que no se afectará la integridad funcional del sistema playa – duna costera.*
8	**Criterio**	**El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de esta.** El **pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
9	**Criterio**	**Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:** **a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.** **b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.** **c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.** **d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.** **e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de a por de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.** **f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.** **g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.** **h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma.** **i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar**

No.	CRITERIOS DEL SECTOR DE TURISMO CONVENCIONAL	
		capacitado
	Vinculación	*No aplica, puesto que el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT, así que no se verán afectadas las zonas de anidación de tortugas marinas.*
10	**Criterio**	**La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.**
	Vinculación	*No aplica, puesto que el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT, así que no se realizarán afectaciones a las dunas terciarias.*
11	**Criterio**	**Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.**
	Vinculación	*No aplica al proyecto, puesto que entre las actividades no se encuentran el dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras que generen residuos de arenas y sedimentos.*
12	**Criterio**	**La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedajes turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.**
	Vinculación	*La construcción del proyecto requiere del suministro de energía, el cual será brindado por las líneas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). No obstante, el promovente tendrá en consideración la implementación de diseños bioclimáticas y el uso de tecnologías para la optimización del consumo de energía a futuro.*
13	**Criterio**	**La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.**
	Vinculación	*La construcción del club de vela considera la entrada y paso libre para el acceso a las playas, asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, puesto que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*

Conclusión

Las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas en el POETY deberán verificarse durante todas las etapas del proyecto para cumplir con lo establecido por la normatividad. De acuerdo con la actualización realizada al POETY en diciembre de 2023, los lineamientos ambientales de la **UGA007-APROV-DZE** consisten en propiciar la restauración de 0.048 km^2 de la vegetación forestal menos conservada y preservarlas a largo plazo, estos parches de cobertura natural proporcionan servicios ambientales y fomentan la conectividad y la recuperación funcional de la integridad funcional de los ecosistemas del Estado. Debido a esto, uno de los objetivos principales de proyecto es mantener áreas verdes y de conservación donde se mantenga la vegetación forestal y el suelo natural intacto, para las que la biodiversidad presente en el predio pueda seguir habitando en las mismas condiciones en las que se encontraba originalmente, sin que estos se vean perjudicados por el desarrollo y construcción del proyecto.

El presente proyecto no contraviene con los usos compatibles para la **UGA007-APROV-DZE** de acuerdo con la vinculación de los criterios generales y de regulación de los diferentes sectores compatibles y condicionales, de esta forma se concluye que el uso pretendido para este proyecto es totalmente congruente y ambientalmente viable, por otro lado, el proyecto se vincula con el POETCY, el cual es específico en el orden de aplicación de ordenamientos.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

Según el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el proyecto se ubica la Unidad de Gestión Ambiental denominada **DZE02-BAR_API.**

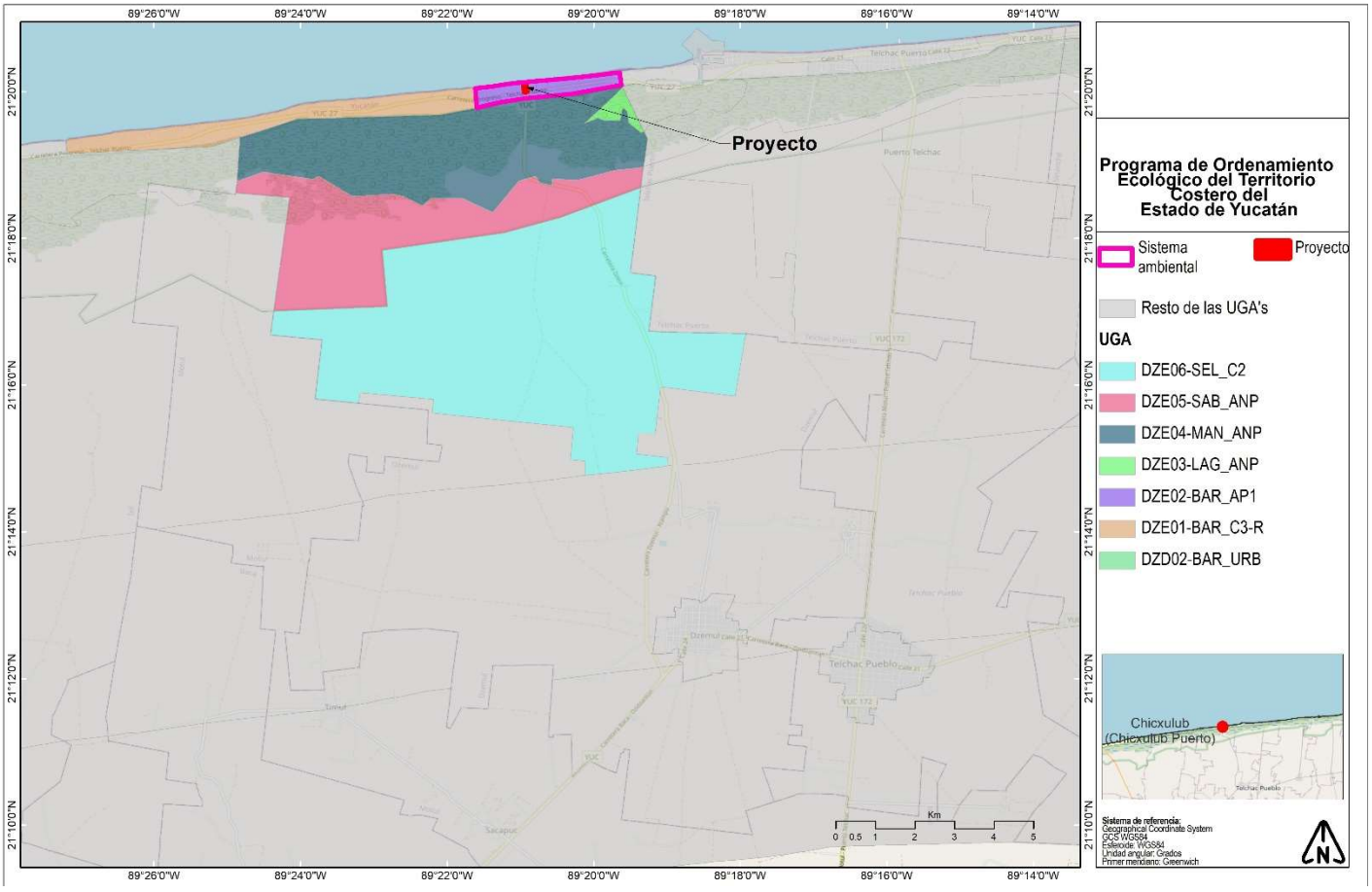


Figura III. 4 Ubicación del proyecto dentro de la UGA del POETCY.

Las características de las UGA se describen a continuación:

Tabla III. 15 Política, actividades, usos y criterios de las UGA.

CLAVE	POLÍTICA	ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO			CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
		ACTUALES	COMPATIBLES	NO COMPATIBLES	
DZE02-BAR	AP1	2, 9, 22	1, 2, 3, 4, 9, 20, 21, 22, 23, 25	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 26, 27, 28, 29	2, 5, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 24, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 57, 59, 61, 63, 64

La descripción de cada una de las actividades y usos de suelo de la UGA **DZE02-BAR_API** son los siguientes:

A: Actividades Actuales:

2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
22. Vivienda Unifamiliar.

B: Las actividades COMPATIBLES son las siguientes

1. Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3. Apicultura.
4. Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
20. Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).
21. Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
22. Vivienda Unifamiliar.
23. Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
25. Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

C: Las actividades NO COMPATIBLES son las siguientes:

5. Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
6. Acuacultura artesanal o extensiva.
7. Acuacultura industrial o intensiva.
8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
10. Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
11. Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
13. Extracción artesanal de sal o artemia.
14. Extracción industrial de sal.
15. Extracción de arena
16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
17. Extracción industrial de piedra o sascab.
18. Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
19. Industria semipesada y pesada.
24. Campos de golf.
26. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.
28. Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
29. Industria eoloeléctrica.

Vinculación con el proyecto. *De acuerdo con los usos de suelos actuales, compatibles y no compatibles en esta UGA, la actividad está considerada como* ***COMPATIBLE****, por lo que la ejecución del proyecto no se contrapone con los usos del POETCY.*

Los **Criterios de regulación ecológica** mencionados para la UGA se analizan y se vinculan con el proyecto en la siguiente tabla.

Tabla III. 16 Análisis de los Criterios de regulación ecológica establecidas para la UGA donde está ubicado el proyecto.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
2	**Criterio**	**Dada la aptitud de este territorio y su grado de vulnerabilidad se restringe el establecimiento de nuevas zonas para la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuacultura, así como la ampliación de las existentes.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no es de tipo acuícola. Este consiste en la construcción y operación de un club de vela en el municipio de Dzemul.*
5	**Criterio**	**Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no contempla la extracción de agua para abastecimiento de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios.*
9	**Criterio**	**La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no contempla la extracción de agua para abastecimiento de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios.*
10	**Criterio**	**Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo, se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano corresponde a las autoridades correspondientes. Se remarca que el proyecto corresponde a la construcción y operación de un club de vela en el municipio de Dzemul.*
11	**Criterio**	**De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.**
	Vinculación	*El proyecto contempla áreas de conservación en donde se mantendrán las especies de flora nativas de la región. Estas tendrán una superficie total de **3,026.95 m²,** en la cual se mantendrá la vegetación forestal y el suelo de conformación natural, y un área de reforestación que tendrá una superficie total de **680.86 m²** lo que permitirá que las especies de fauna silvestre siguen habitando esta zona y permitiendo su movilidad.* *Asimismo, se implementará un programa para la protección de la fauna silvestre, en la que se plantean actividades de ahuyenta de animales para evitar que se vean afectados por el desarrollo del proyecto.*
12	**Criterio**	**La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución**

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
		de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.
	Vinculación	*El proyecto contempla áreas de conservación en donde se mantendrán las especies de flora nativas de la región, así como un área de reforestación. Asimismo, se implementará un procedimiento para la protección de la fauna silvestre, en la que se plantean actividades de ahuyenta de animales para evitar que se vean afectados por el desarrollo del proyecto.* *El área de conservación tendrá una superficie total de **3,026.95 m², y la de reforestación tendrá 680.86 m²** en las cuales se mantendrá la vegetación forestal y el suelo de conformación natural, lo que permitirá que las especies de fauna silvestre siguen habitando esta zona y permitiendo su movilidad.*
19	**Criterio**	**Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que** **no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales, además no se encuentran estas formaciones dentro del área del proyecto. Asimismo, el proyecto no contempla las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
20	**Criterio**	**Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación, previa evaluación en materia de impacto ambiental.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla la instalación de infraestructura de apoyo, ya que no se estarán realizando actividades sobre pilotes, miradores, torres para observación, acceso a manantiales y atracaderos de madera sobre pilotes colindante a la playa, igualmente se remarca que existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
21	**Criterio**	**En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla construcciones en la primera duna costera, ni las instalaciones de alguna obra colindante a la playa, existe una zona de más de 20 m entre el predio y la ZOFEMAT.*
24	**Criterio**	**La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en todo el predio. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m² y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes.**
	Vinculación	*Se presenta un **Procedimiento de Manejo de Residuos Peligrosos** y un **Procedimiento de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos** (**Anexo 5**), elaborado conforme a la legislación correspondiente. Este procedimiento ejecutivo tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios para la identificación y manejo de los residuos que se generen durante las diferentes actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción, con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representan.*

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
29	**Criterio**	**Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.**
	Vinculación	*No aplica este criterio, ya que no se realizarán actividades recreativas por lo que no se requiere de la instalación de infraestructura de apoyo. El proyecto consiste en la construcción y operación de un club de vela.*
30	**Criterio**	**Los accesos peatonales a la playa, ya sean públicos o privados; deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no destruir la vegetación fijadora de la arena, o accesos serpenteados no mayores a un 1.5 m de ancho.**
	Vinculación	*El proyecto consiste en la construcción y operación de un club de vela, por lo que no se considera la construcción de accesos peatonales a la playa dentro del predio.*
31	**Criterio**	**Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión deberán contemplar el acceso público a zona federal marítimo terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200 m.**
	Vinculación	*El proyecto no impedirá el acceso público a la zona federal marítimo terrestre, de igual manera, se remarca que el predio donde se pretende la construcción se encuentra a más de 20 m de la ZOFEMAT.*
32	**Criterio**	**La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.**
	Vinculación	*Se destaca que el proyecto se encuentra a más de 20 m de la ZOFEMAT y no se encuentra en la porción correspondiente a la primera duna costera.*
34	**Criterio**	**Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.**
	Vinculación	*Se destaca que el proyecto se encuentra a más de 20 m de la ZOFEMAT y de la playa, por lo que no se perturbará a las tortugas marinas durante el período de anidación y eclosión.*
35	**Criterio**	**De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el manejo de ejemplares de especies exóticas.*
38	**Criterio**	**Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.**
	Vinculación	*El proyecto no pretende la construcción y pavimentación de vialidades para el acceso público a la playa, aunado a que este no perjudicará dicho acceso.*
57	**Criterio**	**Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.**
	Vinculación	*El proyecto implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14 generadas durante su operación. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se dispondrá de sanitarios portátiles para las aguas residuales generadas cuyo prestador del servicio será el encargado de dar tratamiento a las aguas residuales generadas.*
58	**Criterio**	**Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá**

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
		fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.
	Vinculación	*No se requiere del uso de fertilizantes ni de productos para el control de plagas, ya que este consiste en la construcción y operación de un club de vela.*
59	**Criterio**	**No se permite que se realicen en playas y lagunas el mantenimiento de embarcaciones, motores, y depósitos de aceites y combustibles, lo anterior deberá hacerse adecuadamente en los refugios y puertos de abrigo de acuerdo con lo establecido en las leyes aplicables en la materia. En el caso de motobombas para la actividad salinera, los arreglos mayores se realizarán en talleres establecidos para tal efecto.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el mantenimiento de embarcaciones o motores. Este consiste en la construcción y operación de un club de vela.*
61	**Criterio**	**Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.**
	Vinculación	*Los residuos que se generen en el predio serán dispuestos conforme a lo establecido por la normatividad vigente. Se implementarán los* ***procedimientos para el manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos****. Estos pueden consultarse en el* ***Anexo 5****.*
63	**Criterio**	**Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.**
	Vinculación	*No aplica el presente criterio, debido a que el proyecto no contempla la realización de actividades pesqueras. Este consiste en la construcción y operación de un club de vela en el municipio de Dzemul.*
64	**Criterio**	**No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.**
	Vinculación	*No aplica, ya que el proyecto no contempla el vertimiento de salmueras en humedales, lagunas, manglares o blanquizales.*

CONCLUSIÓN

Como se ha mencionado en párrafos anteriores el proyecto se ubica en la UGA **DZE02-BAR_API**, entre cuyas actividades compatibles se encuentran: Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. Actividad a la cual pertenece el proyecto.

Adicionalmente se contempla medidas de prevención, mitigación y compensación enunciadas anteriormente que deberán verificarse durante las etapas del proyecto, para permitir el aprovechamiento racional y controlado de los recursos, y el adecuado manejo de los residuos generados. Se puede concluir que el proyecto no contraviene los criterios establecidos en el ordenamiento analizado.

III.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El área de construcción del proyecto se ubica fuera de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, a 165 m de esta, la cual es el ANP más cercana de competencia estatal, como se observa en la siguiente Figura:

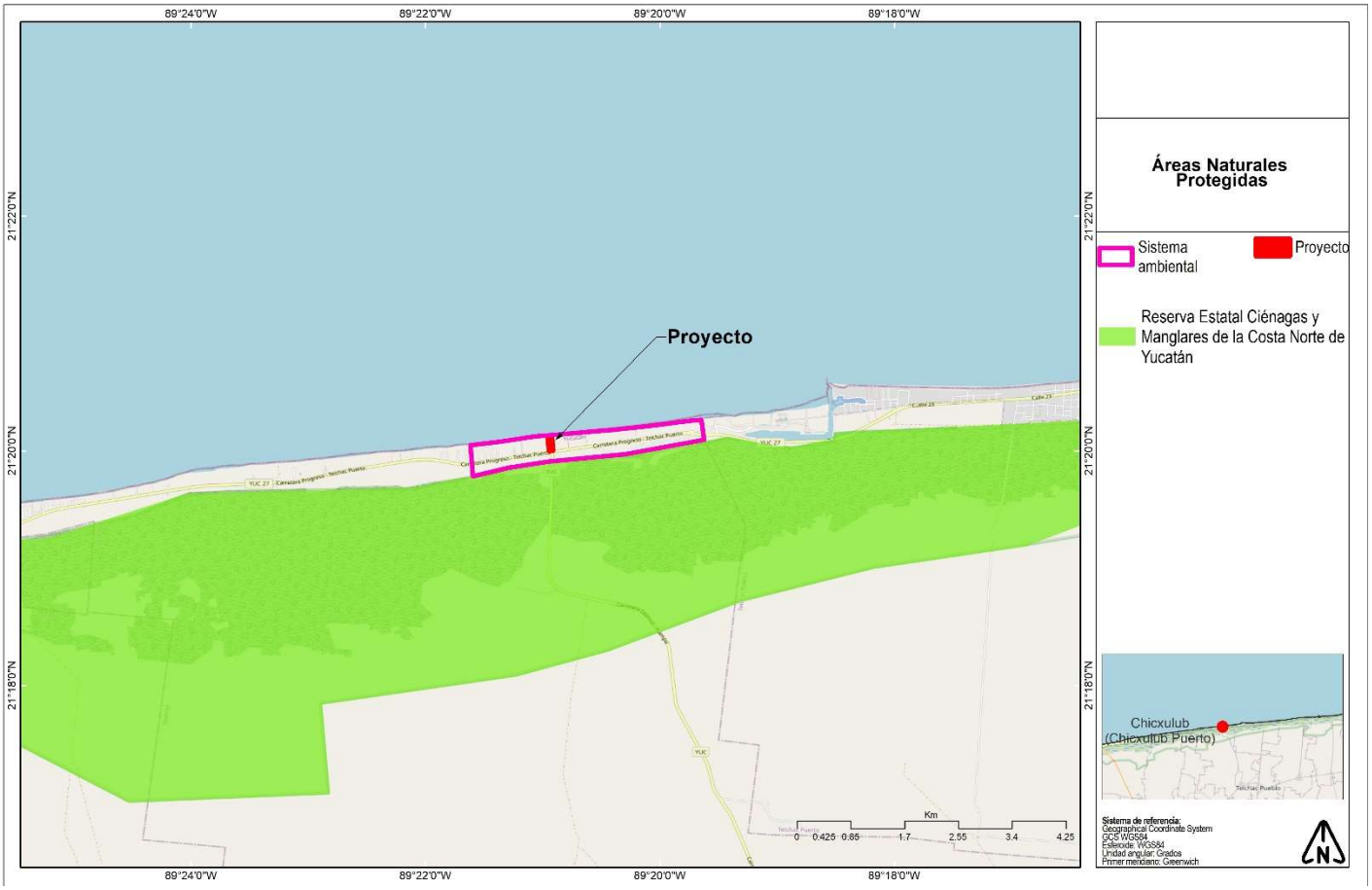


Figura III. 5 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

III.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales

El municipio no cuenta con PDU.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

EN MATERIA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

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

Vinculación del proyecto

En caso de que durante la construcción se generen residuos peligrosos, su manejo deberá ser de manera independiente a los residuos sólidos urbanos. Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades preparación del sitio y construcción del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones establecidas. Estos residuos serán separados y retirados del sitio. Asimismo, se implementará un ***procedimiento de manejo integral de residuos peligrosos****, el cual tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios para la identificación y el manejo de los residuos peligrosos que se puedan llegar a generar durante las diferentes actividades de la etapa de construcción, así como asegurar su adecuada disposición, con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representan y la concientización del personal en la adecuada separación de los residuos.*

EN MATERIA DE AGUAS RESIDUALES

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación del proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se emplearán sanitarios portátiles para los trabajadores, de acuerdo al trazo y avance del proyecto. Las aguas sanitarias generadas de esta forma serán colectadas y enviadas a un sitio autorizado (servicio provisto por una arrendadora de sanitarios portátiles), actividad de la cual el arrendador será el encargado de realizar, por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea, en la etapa de operación para las obras que requiera, se contará con SITAR DLD14.

EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Vinculación del proyecto

Las camionetas utilizadas en obra contarán mantenimiento periódico. Esta norma no es aplicable a la maquinaria. Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmósfera.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Esta Norma establece los niveles máximos permisibles de capacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible y es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.

Vinculación del proyecto

Los camiones de volteo y la maquinaria que se utilizará para la construcción deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

EN MATERIA DE GENERACIÓN DE RUIDOS

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación del proyecto

Las camionetas utilizadas en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódicamente, mantenimiento que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para construcción puesto que esta opera con diésel.

EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Vinculación del proyecto

Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio y de la flora registrada, como se describe en la sección de Flora y Fauna del ***Capítulo IV****.*

Se registró la presencia de una especie de flora dentro de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Gossypium hirsutum, como Protección especial (Pr). El proyecto considera áreas de conservación con una superficie de 3,092.64 m2 y áreas de reforestación de 680.86 m^2 en las que se mantendrán la vegetación y suelos naturales.

En el área delimitada para el CUSTF se registraron tres especies de fauna que corresponden a Ctenosaura similis como Amenazada (A), Vireo pallens como Protección especial (Pr) y Campylorhynchus yucatanicus como En Peligro (P), se tomaran medidas para prevenir la afectación de estas especies como el rescate y reubicación. Se consideran áreas de conservación con vegetación nativa que propiciará la permanencia de vegetación en esta norma y proveerá de áreas de refugio y alimentación a las especies fauna registrada.

III.5 Otros instrumentos a considerar

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 4. La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de la familia.

Párrafo quinto:

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.

Vinculación con el proyecto

El proyecto fue diseñado para que en todas sus etapas sea llevado a cabo mediante un desarrollo equitativo con bajas emisiones de carbono y que aproveche eficazmente los recursos basados en la protección y el uso sostenible de los servicios de los ecosistemas, una gobernanza ambiental coherente y mejor y la reducción de los riesgos ambientales. El objetivo final es contribuir al bienestar de las generaciones actuales y futuras de la zona donde se establecer el proyecto.

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

Párrafo séptimo:

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad 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.

Vinculación con el proyecto

El proyecto de construcción y operación de un club de vela en el municipio de Dzemul ha sido diseñado con un enfoque que integra objetivos sociales, económicos y ambientales, que contempla acciones orientadas a prevenir y mitigar posibles afectaciones al medio ambiente, asegurando su desarrollo en apego a los criterios de sustentabilidad establecidos en la normativa ambiental vigente. La relevancia del proyecto radica en su contribución al fortalecimiento de la dinámica económica y social del municipio y de la región costera de Yucatán, al generar empleos fomentando el bienestar de la población local. La integración del proyecto en el marco urbano y territorial de Dzemul responde a la necesidad de diversificar los espacios dado que la infraestructura de este tipo es limitada en la región.

El proyecto contempla áreas recreativas y de servicios como palapas para áreas sociales, palapas de baños y cocina, área de resguardo de veleros, caseta de vigilancia, terrazas desplantadas y escaleras, complementadas con áreas verdes y áreas de conservación ubicadas en los bordes del predio, lo que permitirá preserva la cobertura vegetal existente, los suelos naturales, y la conectividad con el ecosistema de duna costera existente. El predio donde se plantea la obra se localiza en una zona con accesibilidad a vías de comunicación de tránsito frecuente, lo que facilita la operación y conectividad del proyecto, sin representar presiones adicionales significativas sobre los ecosistemas.

Artículo 27. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y 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; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad

Vinculación con el proyecto

El presente Estudio sirve como herramienta para solicitar la autorización de un proyecto en zona costera y el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); basado en información fehaciente y técnicamente sustentado, y cuya autorización permitirá el uso pretendido. Lo anterior, permitirá el desarrollo del proyecto y por ende el desarrollo económico del municipio y del estado al activarse una serie de encadenamientos económicos ligados al incremento de actividades locales de manera temporal y contribuirá en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población cercana al área de estudio y la que se será directamente beneficiada.

LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA AMBIENTAL Y FORESTAL (CAMBIO DE USO DE SUELO)

LEYES

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo 28. La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la secretearía 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 ambiente. Para ello en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requieran previamente la autorización en materia de impacto ambiental en la secretaria:

Fracción VII. Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

Fracción IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación con el proyecto

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente en su modalidad Particular para obtener la autorización para el desarrollo del proyecto, este considera el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de acuerdo con lo establecido en la Fracción VII del Artículo 28 de la Ley; para tal efecto, se presentará ante la Secretaría el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Debido a que el proyecto cuya principal función será de la construcción de un club de vela en el municipio de Dzemul, se vincula con la Fracción IX, desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Vinculación con el proyecto

Se pretende minimizar las emisiones a la atmósfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos que se emplearan en las actividades de transporte del material, desmonte y despalme. Las emisiones de gases contaminantes serán reguladas conforme a los niveles máximos establecidos por la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-045-SEMARNAT-2006. Se pretende reducir las emisiones mediante la implementación de mantenimientos preventivos de las unidades de maquinaria que ingresen al predio para las actividades.

Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

Vinculación con el proyecto

Durante las actividades de preparación del sitio y de construcción se dispondrá de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, la empresa arrendadora será la encargada de la limpieza de estos y de la disposición final de las aguas residuales generadas durante estas etapas del proyecto. Se contempla la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14, el cual será utilizado durante la etapa de operación.

Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

Vinculación con el proyecto

Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio por las actividades del proyecto se manejarán en contenedores y serán dispuestos en el sitio de disposición final del municipio. Los lineamientos a seguir para su manejo se detallan en el ***procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos****, dicho documento puede consultarse en el* ***Anexo 5****.*

Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Vinculación con el proyecto

Derivado de las actividades de operación y por los mantenimientos de los equipos e infraestructura instalada se generarán residuos peligrosos para lo cual se contratará a empresas autorizadas para realizar su manejo que deberán ser supervisadas por el personal que realice la obra.

Ley General de Bienes Nacionales

Artículo 119. Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:

I. Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;

Vinculación con el proyecto

No se afectará debido a que, pese a que el predio se encuentra ubicado en la zona costera, no se realizarán obras en la franja de 20 metros que comprende el área federal marítimo terrestre.

Ley de Aguas Nacionales

Artículo 47. Las descargas de aguas residuales a bienes nacionales o su infiltración en terrenos que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos, se sujetarán a lo dispuesto en el Título Séptimo de la presente Ley.

"La Autoridad del Agua" promoverá el aprovechamiento de aguas residuales por parte de los municipios, los organismos operadores o por terceros provenientes de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Artículo 85. En concordancia con las Fracciones VI y V del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley…

Artículo 88 BIS. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán:

I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior;
II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas; …
IX. Cumplir con las condiciones del permiso de descarga correspondiente y, en su caso, mantener las obras e instalaciones del sistema de tratamiento en condiciones de operación satisfactorias;

X. Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y en su caso con las condiciones particulares de descarga que se hubieren fijado, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores; …

Artículo 88 BIS 1. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua".

En localidades que carezcan de sistemas de alcantarillado y saneamiento, las personas físicas o morales que en su proceso o actividad productiva no utilicen como materia prima substancias que generen en sus descargas de aguas residuales metales pesados, cianuros o tóxicos y su volumen de descarga no exceda de 300 metros cúbicos mensuales, y sean abastecidas de agua potable por sistemas municipales, estatales o el Distrito Federal, podrán llevar a cabo sus descargas de aguas residuales con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua" …

Artículo 96 BIS 1. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por Autoridad competente.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Los requerimientos de agua en las etapas del proyecto, serán satisfechos a través de la contratación de pipas de agua cruda y para la etapa de Operación y Mantenimiento se realizará el trámite correspondiente en caso de que el municipio no pueda proveer de agua.

Se fomentará que, durante el uso del agua cruda en las actividades que lo requirieran, se empleen el volumen necesario, evitando su desperdicio.

Construcción de drenajes pluviales que permitan la recarga del acuífero.

En las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se arrendarán sanitarios portátiles cuyo uso será indicado como obligatorio para el personal implicado en el desarrollo del proyecto evitando la contaminación producto de la defecación al aire libre.

La empresa que fuera contratada para el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles deberá contar con permisos vigentes y dar mantenimiento a los sanitarios, así como recolectar, transportar, tratar y descargar las aguas.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, las aguas residuales generadas serán tratadas con el sistema SITAR DLD14, con el objeto de garantizar que las aguas residuales cumplan con las especificaciones legales establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Los sistemas para el adecuado tratamiento de las aguas residuales que se generasen en la etapa de Operación y Mantenimiento deberán contar con los mantenimientos según corresponda, asegurando su adecuado funcionamiento en todo momento y alargando su vida útil.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 7. Fracc. LXXX. ***Vegetación forestal***: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

Artículo 69. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;
II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;
III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquéllas en terrenos forestales temporales, y
IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos.

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros de Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversas de los ecosistemas que se verán afectados se mantengan, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de caída dela gua o la disminución en su captación se mitigué en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, la secretaria deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del consejo estatal forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarios.

Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

El proyecto da cabal cumplimiento a estos artículos con la presentación en paralelo a esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para su evaluación objetiva por parte de la secretaria con datos técnicos suficientes que permiten dar cumplimiento a los supuestos normativos y, por ende, lograr la autorización por excepción del CUSTF solicitado. El estudio técnico demuestra que se mantiene la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por motivo de CUSTF, que se mitiga la erosión de los suelos y se mitiga el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su

utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

En el programa de orden y limpieza que se implementara para el proyecto se incluye la separación de residuos sólidos urbanos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos de aceite y filtros de aceite, residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos. Asimismo, se contempla la implementación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y manejo de residuos peligrosos, en los que se establecen los lineamientos necesarios para la identificación y manejo integral de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, para minimizar el riesgo ambiental que estos representan.

Ley General de Vida Silvestre

Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionada en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial.

Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, cuando se trate de:

a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación.
b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad.
c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer, si siguen actuando los factores que lo han llevado a reducir su superficie histórica.

d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

El proyecto fragmentará la flora y la fauna de la zona por la ejecución de las actividades por lo que serán minimizadas o compensadas las afectaciones, por ejemplo, entre las medidas de mitigación y compensación se contempla la permanencia de áreas de conservación y áreas verdes, además durante las actividades constructivas del proyecto se contará con la supervisión permanente por personal capacitado que evite la afectación excesiva o fuera de autorización del área requerida, además se contempla que el desmonte se realice de manera gradual para permitir la dispersión de la fauna. Como parte de las medidas de compensación, el área de conservación tendrá una superficie total de ***3,026.95 m²,*** *en la cual se mantendrá la vegetación forestal y el suelo de conformación natural, lo que permitirá que las especies de fauna silvestre siguen habitando esta zona y permitiendo su movilidad.*

REGLAMENTOS

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Capítulo II: De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de **desarrollo inmobiliario**, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros. Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o
II. Particular.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente en su modalidad Particular para obtener la autorización, el proyecto considera el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para la construcción y operación de un club de vela en predios con vegetación forestal de acuerdo con lo establecido en la Fracción I del apartado O del Artículo 5 del Reglamento. Asimismo, como el proyecto pretende ubicarse en una zona costera en el municipio de Dzemul, en el estado de Yucatán, se vincula el proyecto con el inciso Q, referente a desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Artículo 137. Es responsabilidad de los usuarios del agua y de todos los concesionarios a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto de la "Ley", incluidas las unidades y los distritos de riego, cumplir con las normas oficiales mexicanas y en su caso con las demás condiciones particulares de descarga, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores…

Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores…, basura, materiales… 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.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Los requerimientos de agua en las etapas de Preparación del sitio y de Construcción proyecto, serán satisfechos a través de la contratación de pipas de agua.

Debido a lo anterior, al tenerse la potencial generación de aguas residuales, en cumplimiento a los artículos 134, 137 Y 151 se prevé lo siguiente:

Se fomentará que, durante el uso del agua cruda en las actividades que lo requirieran, se empleen el volumen necesario, evitando su desperdicio.

Deberá observarse y asegurarse el manejo integral de los residuos sólidos generados a lo largo de todas las etapas del proyecto, evitando la contaminación del agua subterránea por lixiviados.

Construcción de drenajes pluviales que permitan la recarga del acuífero.

En las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se arrendarán sanitarios portátiles cuyo uso será indicado como obligatorio para el personal implicado en el desarrollo del proyecto evitando la contaminación producto del fecalismo al aire libre.

La empresa que fuera contratada para el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles deberá contar con permisos vigentes y dar mantenimiento a los sanitarios, así como recolectar, transportar, tratar y descargar las aguas.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, las aguas residuales generadas serán tratadas con el sistema SITAR DLD14, con el objeto de garantizar que las aguas residuales cumplan con las especificaciones legales establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Los sistemas para el adecuado tratamiento de las aguas residuales que se generasen en la etapa de Operación y Mantenimiento deberán contar con los mantenimientos según corresponda, asegurando su adecuado funcionamiento en todo momento y alargando su vida útil.

Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

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

I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y
IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

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

I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;
III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;
IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y
V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Artículo 143. La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, conforme al procedimiento siguiente:

I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá por única vez al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que presente la información o documentación faltante, la cual deberá entregarse dentro del término de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
III. La Secretaría o la ASEA enviarán copia del estudio técnico justificativo al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión técnica dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción. En caso de no emitir dicha opinión dentro del plazo establecido, se entenderá que no tiene objeción. En las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, la Secretaría o la ASEA deberán dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate;
IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría o la ASEA notificarán al solicitante de la visita técnica al área objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación. Al término de la visita técnica se levantará un acta circunstanciada debidamente firmada por el solicitante o por quién este designe y por el personal autorizado por la Secretaría o la ASEA para la realización de la visita, y
V. Realizada la visita técnica, la Secretaría o la ASEA dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el Cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 93 de la Ley, determinará el monto de la Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 144 del presente Reglamento. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría o la ASEA haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo.
VI. Cuando en cualquier estado del procedimiento previsto en el presente artículo, se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, la Secretaría o la ASEA lo pondrán en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación.

Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida.

La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

En paralelo a la presentación de este documento se presentará a la Secretaría un estudio técnico justificativo por el cambio de uso de uso en terrenos forestales.

Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos

Artículo 46. Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.
VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

Vinculación con el proyecto

Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas. Es por eso que para la realización de este proyecto se presentará el procedimiento para el manejo de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial los cuales se encuentran en el ***Anexo 5*** *del presente documento.*

Reglamento de LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera

Artículo 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con

la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Se solicitará que los vehículos cuenten con mantenimientos periódicos, debido a que el proyecto no es de gran magnitud y los vehículos a utilizar serán muy pocos, no se presentarán grandes emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

Artículo 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación con el proyecto

Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por lo que todo el personal de la empresa que efectué los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo 95. Las emisiones contaminantes a la atmosfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el estado de Yucatán.

Los propietarios de fuentes fijas y móviles que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para la recuperación y disminución de las emisiones contaminantes.

Artículo 102. No se permitirá la circulación de vehículos automotores que emitan gases, humos o polvos, cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmosfera, rebasen los máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas técnicas ambientales vigentes en el estado.

Artículo 105. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad, tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el poder ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el reglamento de esta ley.

Los propietarios o poseedores que se presenten a verificar fuera de los plazos señalados en el programa correspondiente, serán sancionados en los términos de esta ley.

Si los vehículos en circulación rebasan los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes fijados por las normas correspondientes, después de haber realizado la verificación dos veces sin haberla aprobado, se le solicitara a la autoridad competente que no permita la circulación de dichos vehículos, hasta que acrediten haber dado cumplimiento a las citadas normas.

La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de las emisiones se establezcan, será objeto de sanción en los términos establecidos en esta ley y su reglamento.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Analizando los 3 artículos anteriores en conjunto, se hace referencia a que todos los vehículos automotores que se encuentren relacionados directamente con la elaboración del proyecto deberán tener por lo menos una bitácora de mantenimiento periódico.

Artículo 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos con excepción de los siguientes casos:

I. Para acciones de adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate de incendios, y
II. Cuando con esta medida se evite un riesgo mayor a la comunidad o los elementos naturales y medie recomendación de alguna autoridad de atención a emergencias.

Las quemas agropecuarias y forestales deberán sujetarse a las disposiciones legales de la materia.

Vinculación con el proyecto

El proyecto no pretende la realización de quemas de residuos o material vegetal a cielo abierto. La remoción de la vegetación se realizará con ayuda de maquinaria y herramienta manual.

Artículo 111. La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

Vinculación con el proyecto

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales. En la operación del proyecto, no se generará aguas residuales.

REGIONES PRIORITARIAS

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Las RTP, corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país; así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. A continuación, se presenta un análisis de la ubicación del proyecto con respecto a las regiones terrestres prioritarias.

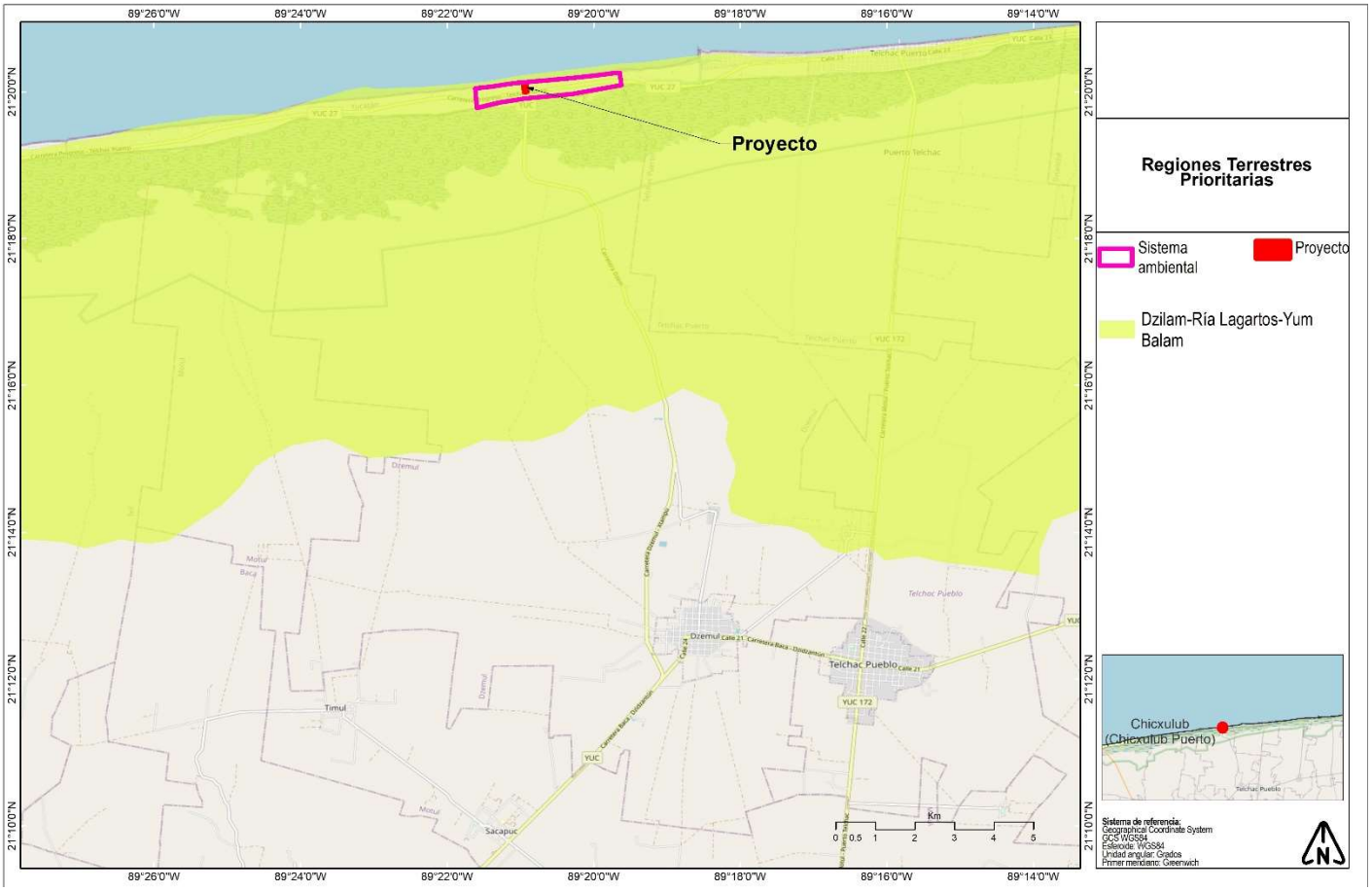


Figura III. 6 Ubicación del proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto está dentro de la RTP Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam.

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. En la siguiente figura se puede observar que el área de estudio con respecto a la distribución de las AICA.

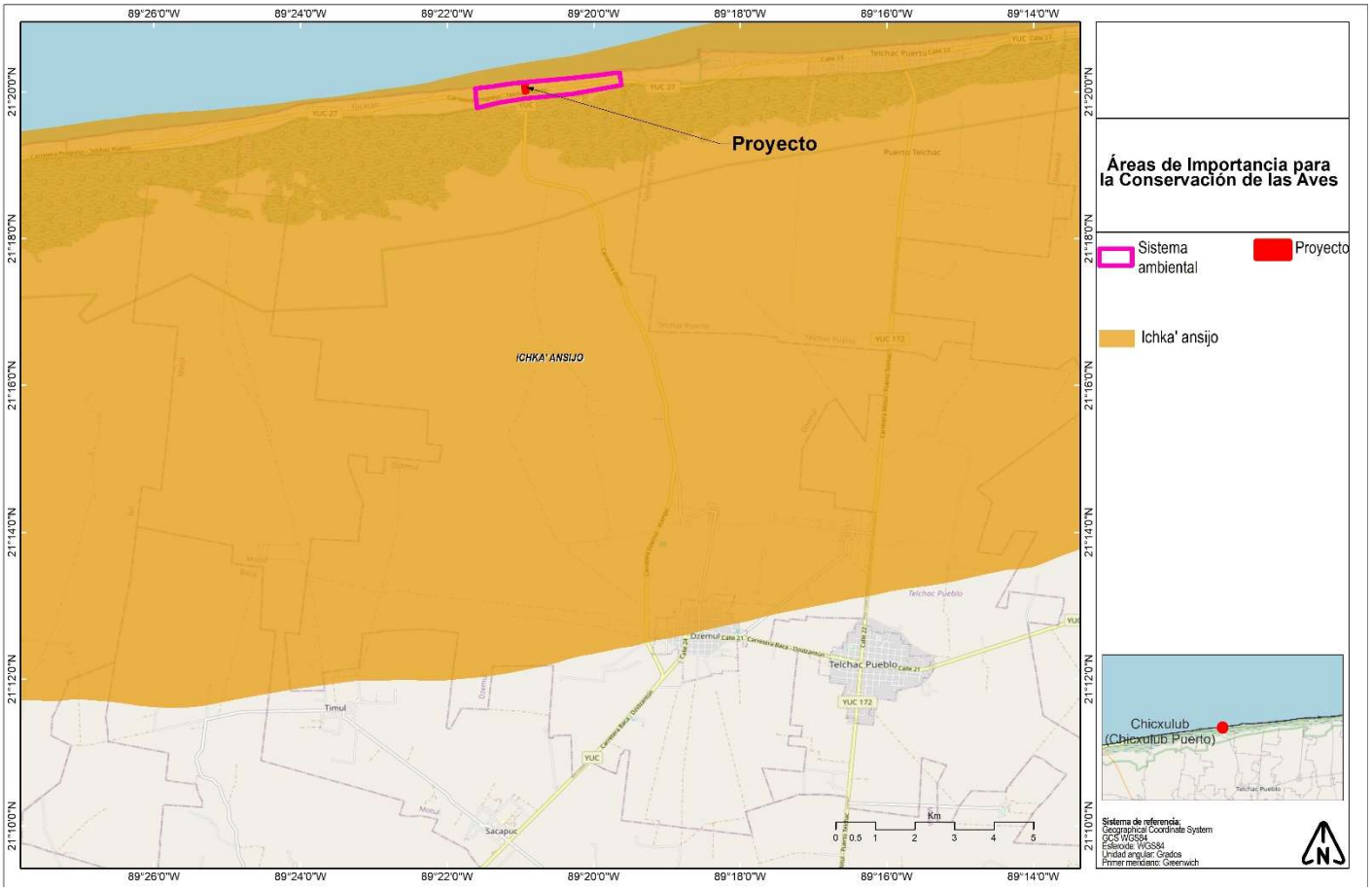


Figura III. 7 Ubicación del proyecto con relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la AICA **ICHKA'ANSIJO**, la cual se encuentra en la costa norte del estado de Yucatán, frente al Golfo de México y colindando al occidente con la reserva ecológica estatal de El Palmar y al oriente con la de Dzilám. En el área del AICA se presentan rocas calizas del Terciario y Cuaternario. El clima es muy seco cálido con lluvias en verano.

Tabla III. 17 Vinculación con el AICA 184 Ichka' Ansijo.

AICA	JUSTIFICACIÓN	AMENAZAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
AICA 184. Ichka' Ansijo	La presencia de distintos tipos de vegetación son una garantía de la riqueza ornitofaunística que proporciona hábitat para más de 300 especies de aves. La zona ha sido fuertemente impactada desde el tiempo de la colonia por las actividades salinera, coprera, pesquera, henequenera y ganadera. Además, en los últimos años la modernización ha acrecentado el deterioro	1. DEFORESTACIÓN	Durante el desarrollo del proyecto en la etapa previa al desmonte, se ejecutará el rescate de especies de flora nativas que favorecerán la disposición de áreas de percheo y anidación, por otro lado, se contempla un área verde y un área de conservación con presencia de flora nativa. Con base en lo anterior se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es congruente con el ambiente.
		2. OTRA cacería	Durante todas las etapas del proyecto se prohíbe la cacería de fauna silvestre.
		3. GANADERÍA	El proyecto no es de tipo ganadero, ni se fomenta esta actividad.
		4. AGRICULTURA	El proyecto no es agrícola, por lo que no se fomentará esta actividad.

AICA	JUSTIFICACIÓN	AMENAZAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	ambiental con la construcción de la carretera costera y la urbanización con fines turísticos. Cabe mencionar la existencia de una laguna costera continua desde Celestún hasta la Bahía Conil en Quintana Roo, que hasta 1964 era navegable desde Chuburná hasta Dzilám (Batllori, 1992) que actualmente se encuentra en proceso de fragmentación y desecación a causa de la construcción de caminos y drenes que impide la circulación libre del agua salobre y por tanto la	5. DESARROLLO URBANO	Si bien esta es una amenaza, el proyecto contribuye al desarrollo urbano de la localidad de Dzemul, ya que con el proyecto fuera de la mancha urbana se evitará la congestión vehicular, de esta manera, la actividad del proyecto altamente importante debido a que es un puerto estratégico podrá realizarse sin comprometer la tranquilidad de los habitantes del municipio.
		6. TURISMO	El proyecto no es turístico, por lo que no contribuye a esta amenaza.
		7. DESARROLLO INDUSTRIAL	El proyecto no es industrial, sino que corresponde a la construcción de un club de vela en la zona costera, de acuerdo con los lineamientos ambientales de la UGA del POETCY en la que se encuentra y el análisis de los alrededores, el proyecto está en una zona con vocación para el establecimiento de este tipo de proyectos.
		8. EXPLOTACIÓN INADECUADA DE RECURSOS	No se pretende la explotación inadecuada de los recursos de la zona, en cuanto a la flora y fauna se ejecutarán acciones de protección para prevenir su afectación, asimismo no se pretende realizar el aprovechamiento de agua, ya que será proveída del sistema municipal.

REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP)

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global. Se elaboraron fichas técnicas para cada región hidrológica prioritaria identificada. Éstas contienen

información general de tipo limnológico, geológico/edáfico, recursos hídricos y biodiversidad, así como de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso, a continuación, se presenta la ubicación del proyecto con respecto a las regiones hidrológicas prioritarias.

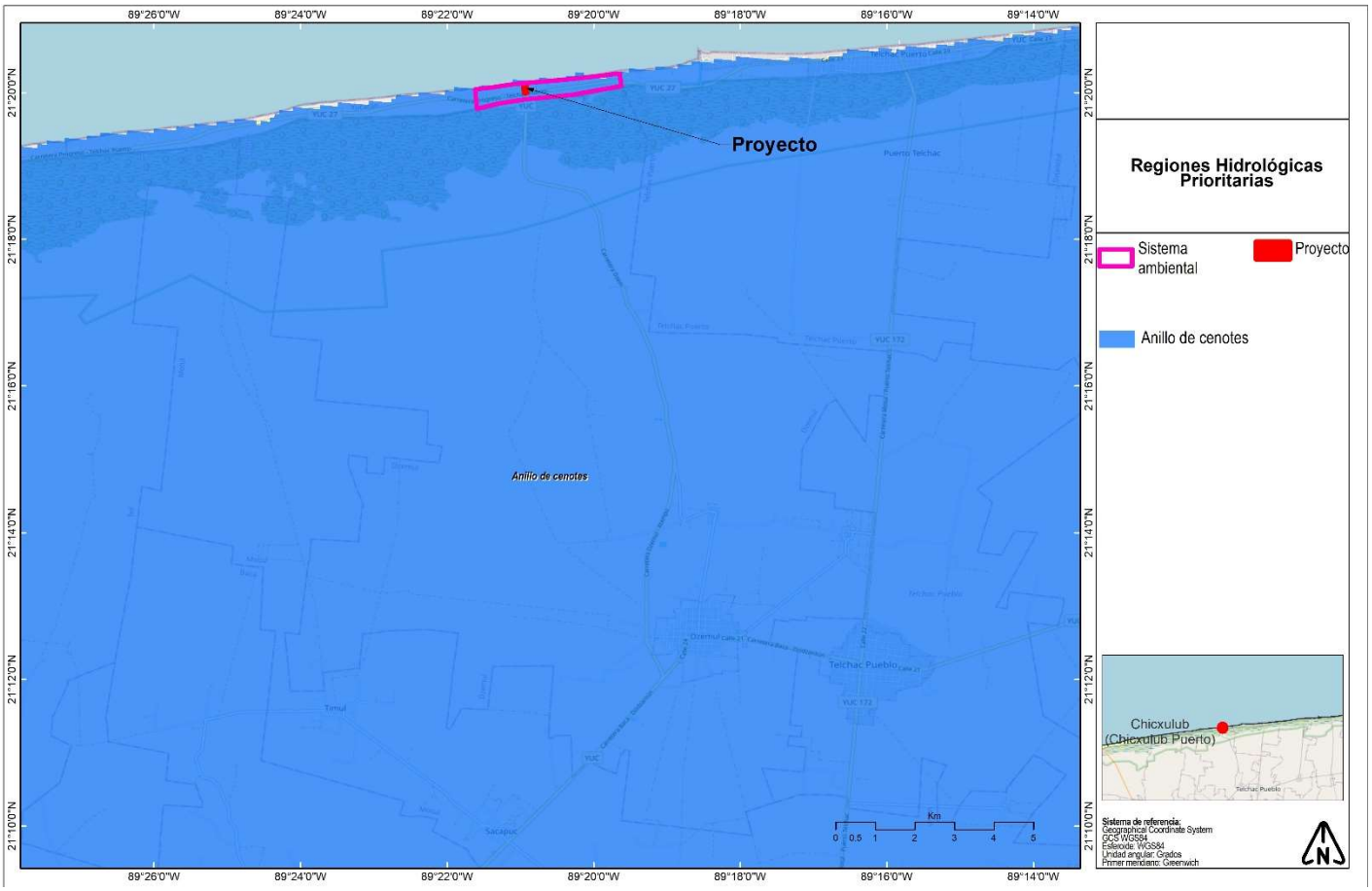


Figura III. 8 Ubicación del proyecto con relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **RHP 102 Anillo de Cenotes**, en donde el clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.

Principales poblados: Campeche, Sisal, Umán, Mérida, Tizimín, Motul, Progreso, Ría Lagartos, Dzilam, Celestún

Actividad económica principal: pesca, agricultura, avicultura, ganadería y turismo, extracción de madera y sal, apicultura y cacería

Tabla III. 18 Vinculación con el RHP 102 Anillo de Cenotes.

RHP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
RHP 102. Anillo de Cenotes	Preocupa la extracción inmoderada de agua, la modificación de los flujos de agua y la contaminación de las	Modificación del entorno: extracción inmoderada de agua y desforestación. Pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria	A pesar de que el proyecto se encuentra en la región RHP 102, que es una región en donde abundan cenotes, en el área del proyecto no fue registrado cenote o caverna alguna. Cabe también recalcar

RHP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	aguas subterráneas. Se requiere del control de contaminantes en Mérida y en los cenotes. Se requieren, también, de estudios de microtopografía de las cuencas, gasto en petenes y listas de vegetación acuática e insectos. Conservación Internacional y la Convención de Ramsar señalan a Ría Lagartos como humedal prioritario por ser un sistema complejo de pequeños estuarios, lagunas costeras hipersalinas, manglares y una barra de dunas de arena. Comprende la reserva estatal de Dzilam, las Reservas Especiales de la Biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos y el Parque Nacional Dzibilchaltún.	salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del mang*lar.*	que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante sanitarios portátiles en las primeras etapas del proyecto, se vigilará el adecuado manejo de los residuos. Se tendrá especial cuidado en utilizar el recurso agua de manera, sustentable; durante la fase de preparación del sitio y construcción se utilizará el recurso hídrico el cual se obtendrá de camones cisterna. En la etapa de operación se cuenta con el sistema de tratamiento SITAR DLD14 distribuido en áreas determinadas.
		Contaminación: por materia orgánica y metales pesados. Escurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. En Mérida: residuos orgánicos y patógenos (contaminación urbana e industrial).	Para prevenir generar impacto de contaminación de suelo y agua, el Proyecto aplicará un Procedimiento de Manejo Integral de Residuos Sólidos donde se indicarán los procedimientos a seguir para la recolección, separación, traslado y disposición final de todos los residuos generados durante las diferentes fases del Proyecto. En el caso de las aguas residuales, se utilizarán sanitarios portátiles durante la fase de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación se cuenta con el sistema de tratamiento SITAR DLD14 distribuido en áreas determinadas. Es importante destacar que en el proyecto no se generaran residuos agrícolas con agroquímicos y aguas negras que sean dispuestos de manera inadecuada, además el proyecto no se encuentra en el municipio de Mérida.
		Uso de recursos: petróleo, termoeléctrica, cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre Arius melanopus, mojarra Calamus campechanus, jurel Caranx sp., robalo Centropomus undecimalis, corvinas Cynoscion arenarius y C. nebulosus, mero Epinephelus morio, huachinango Lutjanus campechanus, lisa Mugil sp., pulpo Octopus maya y O. vulgaris, langosta Panulirus argus,	El Proyecto no realizará el aprovechamiento de los recursos indicados, por lo que, se considera que no contribuirá a esta problemática.

RHP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		carito Scomberomorus cavalla, S. maculatus, Seriola sp. y caracol Strombus gigas; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.	

REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)

Estas regiones se crearon considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

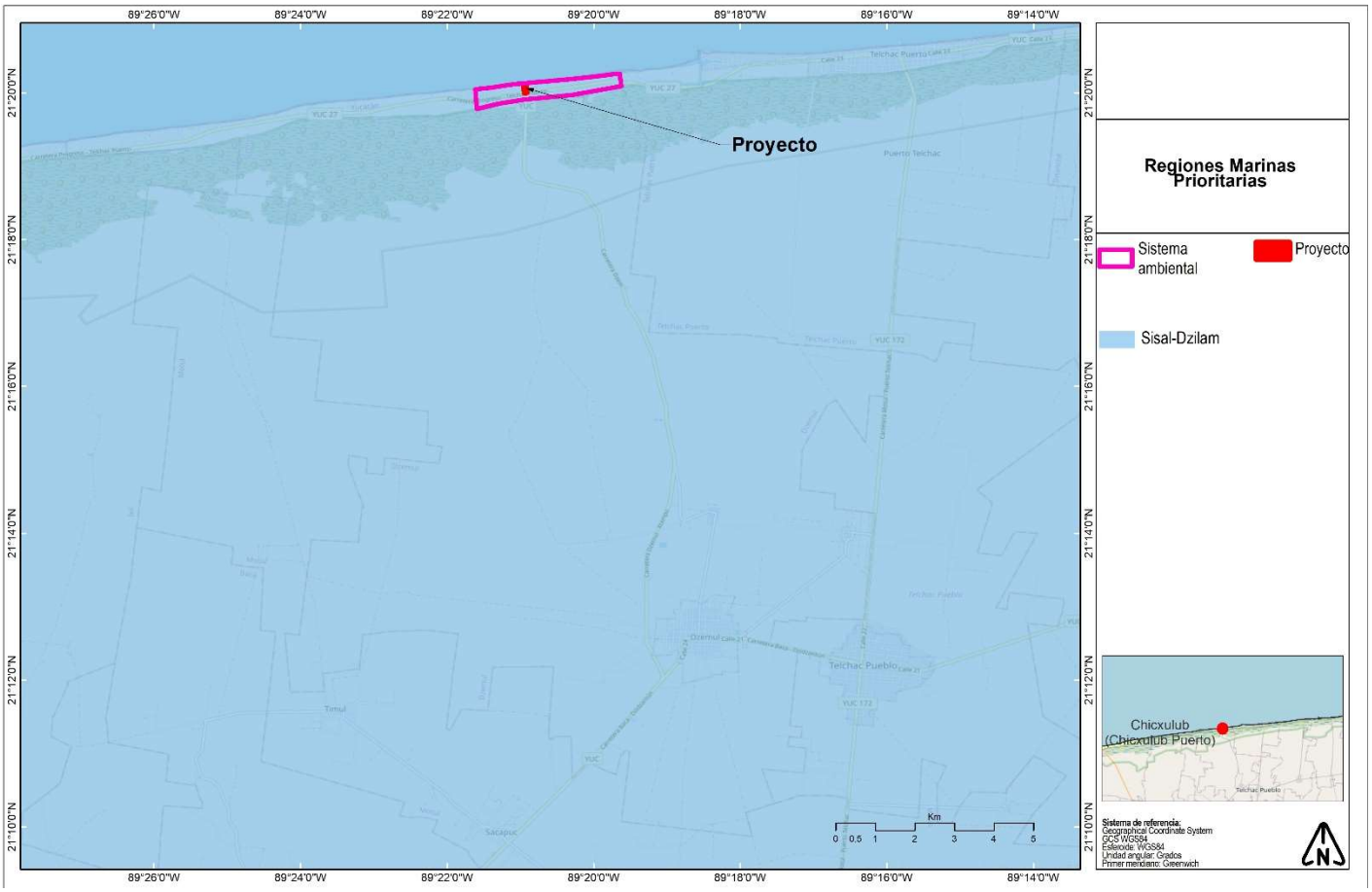


Figura III. 9 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra en la **RMP 61. Sisal-Dzilam**, la cual tiene un clima cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes, tiene zona costera con dunas, petenes. Aspectos económicos: potencial turístico creciente. Zona de pesca intensa organizada en sindicatos, cooperativas y libres, con explotación de crustáceos (*Farfantepenaeus duorarum*, *F. setiferus, Menippe mercenaria*) y peces (sierra, pargo, huachinango, robalo, mero, cherna, cobia). Hay explotación petrolera, agrícola y de recursos minerales.

Tabla III. 19 Vinculación con el RMP 61. Sisal-Dzilam.

RMP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
RMP 61. Sisal-Dzilam	Se considera que, por su actividad pesquera intensiva y su potencial turístico creciente, debe elaborarse un programa de manejo de recursos, monitoreo y conservación de zonas naturales (de	Modificación del entorno: daño al ambiente por remoción de pastos marinos, arrastres camaroneros y perturbación de fondos, así como por embarcaciones en general y por asentamientos irregulares.	El proyecto, aunque se encuentra en una zona costera, no se encuentra colindante con la zona marina, por lo que no afectará pastos marinos, ni actividades camaroneras ni se utilizarán embarcaciones, además no se considera un asentamiento irregular, por lo que el proyecto no contribuye a esta

RMP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			problemática.
	crianza, migración, reproducción, anidación, etc.).	Contaminación: por descargas de petróleo, agroquímicos (escurrimientos agrícolas), basura y aguas negras.	Como se ha mencionado, las emisiones de residuos se realizarán dando cumplimiento a la disposición adecuada de los diferentes tipos de residuos a efecto de evitar la contaminación, no se pretende el uso de agroquímicos. En el caso de las aguas residuales, se utilizarán sanitarios portátiles durante la fase de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación se cuenta con el sistema de tratamiento SITAR DLD14 distribuido en áreas determinadas.
		Uso de recursos: presión sobre crustáceos y peces (pesca intensiva). Hay pesca ilegal, tráfico de especies y saqueo de huevos de tortuga.	Como se ha mencionado, el proyecto no afectará especies ni ecosistemas marinos, por lo que no contribuye a esta problemática.

En resumen, se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

Tabla III. 20 Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP.

REGIONES	AFECTA O ESTÁ DENTRO	CUMPLIMIENTO
Áreas Naturales Protegidas (ANP's)	No está dentro de algún área protegida	**SI CUMPLE**
Regiones Terrestres Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	**SI CUMPLE**
Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	Cuenta con actividades para reducir la problemática	**SI CUMPLE**
Regiones Marinas Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	**SI CUMPLE**
Región Hidrológica Prioritaria	Cuenta con actividades para reducir la problemática	**SI CUMPLE**

Conclusión

De acuerdo con la información expuesta en este capítulo, se concluye que el proyecto es compatible con las Leyes, Reglamentos, y demás políticas ambientales que son de su congruencia con la ubicación, dimensiones y naturaleza del proyecto. La vinculación realizada con los instrumentos de política ambiental sugiere que el desarrollo del proyecto es compatible con las actividades permitidas y viable de establecerse.

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO....1
IV.1 Delimitación del sistema ambiental....1
IV.2 Delimitación del área de influencia....3
IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental....5
IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA....5
IV.3.1.1 Medio abiótico....5
IV.3.1.2 Medio biótico....19
IV.3.1.3 Medio socioeconómico....91
IV.3.1.4 Paisaje....92
IV.4 Diagnóstico ambiental....94

TABLAS

Tabla IV. 1 Coordenadas del sistema ambiental (UTM, zona 16Q)....2
Tabla IV. 2 Coordenadas del área de influencia (UTM, zona 16Q)....4
Tabla IV. 3 Fenómenos hidrometeorológicos registrados durante el 2009 en el atlántico....7
Tabla IV. 4 Huracanes más intenso que han afectado la Península de Yucatán....8
Tabla IV. 5 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) en el SA....25
Tabla IV. 6 Listado de especies registradas en el SA....27
Tabla IV. 7 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo en el SA....30
Tabla IV. 8 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del SA....31
Tabla IV. 9 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del SA....32
Tabla IV. 10 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el SA....32
Tabla IV. 11 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del SA....33
Tabla IV. 12 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del SA....34
Tabla IV. 13 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) en el AI....35
Tabla IV. 14 Listado de especies registradas en el SA....37
Tabla IV. 15 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo en el AI....40
Tabla IV. 16 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del AI....41
Tabla IV. 17 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del AI....42
Tabla IV. 18 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el AI....42
Tabla IV. 19 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del AI....43
Tabla IV. 20 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del AI....44
Tabla IV. 21 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q)....45
Tabla IV. 22 Listado de especies registradas....47
Tabla IV. 23 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo....50
Tabla IV. 24 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del área del proyecto bajo estudio....51
Tabla IV. 25 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del área del proyecto bajo estudio....51
Tabla IV. 26 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el área del proyecto bajo estudio....52
Tabla IV. 27 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del área del proyecto bajo estudio....53
Tabla IV. 28 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del área del proyecto bajo estudio....53
Tabla IV. 29 Comparativo de la fauna silvestre regional y local....60
Tabla IV. 30 Vértices de los transectos lineales trazados en el SA (UTM, zona 16Q)....63
Tabla IV. 31 Listado faunístico registrado dentro del área del SA....67

Tabla IV. 32 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos en el SA....68
Tabla IV. 33 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del SA....69
Tabla IV. 34 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies de aves del área del proyecto bajo estudio....69
Tabla IV. 35 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del SA....70
Tabla IV. 36 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos en el SA....71
Tabla IV. 37 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el SA....71
Tabla IV. 38 Coordenadas del punto centro de los transectos lineales trazados en el AI (UTM, zona 16Q)....72
Tabla IV. 39 Listado faunístico registrado dentro del AI....75
Tabla IV. 40 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior del transecto....77
Tabla IV. 41 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del área del AI. 77
Tabla IV. 42 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves del AI....77
Tabla IV. 43 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del área del proyecto bajo estudio....78
Tabla IV. 44 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los....79
Tabla IV. 45 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el AI....79
Tabla IV. 46 Coordenadas del punto centro de los transectos lineales trazados en el área del proyecto (UTM, zona 16Q)....80
Tabla IV. 47 Listado faunístico registrado dentro del área del proyecto....84
Tabla IV. 48 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos....85
Tabla IV. 49 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del área del proyecto bajo estudio....86
Tabla IV. 50 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves del área del proyecto....86
Tabla IV. 51 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del área del proyecto bajo estudio....87
Tabla IV. 52 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los....87
Tabla IV. 53 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el área del proyecto....88
Tabla IV. 54 Paisaje en el área del estudio....93
Tabla IV. 55 Superficie del SA y de la poligonal del Proyecto....94
Tabla IV. 56 Parámetros para la determinación del índice de conservación....105
Tabla IV. 57 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas....105
Tabla IV. 58 Clasificación de la pérdida total del hábitat....105
Tabla IV. 59 Análisis de bloques de hábitats....106
Tabla IV. 60 Grado de fragmentación del hábitat....107
Tabla IV. 61 Conversión anual....107
Tabla IV. 62 Análisis del grado de Protección....108
Tabla IV. 63 Estado de conservación instantáneo....109
Tabla IV. 64 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas....110
Tabla IV. 65 Análisis de amenazas....111
Tabla IV. 66 Clasificación de las amenazas....112

FIGURAS

Figura IV. 1 Delimitación del sistema ambiental....2
Figura IV. 2 Ubicación del proyecto con respecto al área de Influencia....4
Figura IV. 3 Tipo de clima en el SA....6
Figura IV. 4 Trayectoria de huracanes en el estado de Yucatán....7
Figura IV. 5 De acuerdo con CENAPRED el municipio se encuentra con un nivel MEDIO de peligro por inundaciones....9
Figura IV. 6 Clasificación geológica de la Península de Yucatán....11

Figura IV. 7 Geomorfología en el sistema ambiental y área de influencia....12
Figura IV. 8 Mapa del área de influencia y el área del proyecto con respecto a la geomorfología de la península....13
Figura IV. 9 Plano de hipsometría en la Península de Yucatán....14
Figura IV. 10 Ubicación de un plano de fallas y fracturas con datos vectoriales del INEGI....15
Figura IV. 11 Ubicación del proyecto con respecto a la Regionalización Sísmica....16
Figura IV. 12 Tipos de suelo en el SA y AI....17
Figura IV. 13 Plano de hidrografía en el área del proyecto con fuentes del INEGI y SDS....18
Figura IV. 14 Geohidrología en el SA y AI....19
Figura IV. 15 Tipo de vegetación en el SA y AI según la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII....20
Figura IV. 16 Distribución de los sitios de muestreo dentro del SA....26
Figura IV. 17 Distribución de los sitios de muestreo dentro del AI....36
Figura IV. 18 Distribución de los sitios de muestreo dentro del proyecto....46
Figura IV. 19 Ubicación de los transectos en el SA....64
Figura IV. 20 Ubicación los transectos que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre del AI....72
Figura IV. 21 Ubicación los transectos que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre del área del proyecto....81
Figura IV. 22 Ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo....101

FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV. 1 Panorama general de la vegetación en el área del proyecto....21
Fotografía IV. 2 Delimitación de los cuadrantes de muestreo....22
Fotografía IV. 3 Registro de datos de la vegetación en campo....22

GRÁFICAS

Gráfica IV. 1. Distribución taxonómica de las especies registradas en el SA....28
Gráfica IV. 2. Distribución por estrato de las especies registradas en el SA....28
Gráfica IV. 3 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA. Estrato herbáceo....29
Gráfica IV. 4 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA. Estrato arbustivo....29
Gráfica IV. 5 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del SA....31
Gráfica IV. 6 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del SA....33
Gráfica IV. 7. Distribución taxonómica de las especies registradas en el AI....38
Gráfica IV. 8. Distribución por estrato de las especies registradas en el AI....38
Gráfica IV. 9 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el AI. Estrato herbáceo....39
Gráfica IV. 10 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el AI. Estrato arbustivo....40
Gráfica IV. 11 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del AI....41
Gráfica IV. 12 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del AI....43
Gráfica IV. 13 Distribución taxonómica registrada en el área del proyecto....48
Gráfica IV. 14 Distribución de las especies por estrato en el área del proyecto....48
Gráfica IV. 15 Curva de acumulación para los nueve sitios de muestreo realizados en el área del proyecto. Estrato herbáceo....49
Gráfica IV. 16 Curva de acumulación para los nueve sitios de muestreo realizados en el área del proyecto. Estrato arbustivo....49
Gráfica IV. 17 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio....50
Gráfica IV. 18 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio....52
Gráfica IV. 19 Riqueza florística entre el SA y el predio....54
Gráfica IV. 20 Riqueza florística de cada estrato entre el SA, el AI y el predio....55
Gráfica IV. 21 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato herbáceo....55
Gráfica IV. 22 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbustivo....56
Gráfica IV. 23 Comparación del índice de Shannon-Wiener por estratos de la vegetación en el SA, AI y el área del proyecto....57
Gráfica IV. 24 Comparación del índice de equidad de Pielou por estratos de la vegetación en el SA, el AI y el área del proyecto.. .57
Gráfica IV. 25 Comparación del índice de Margalef por estratos de la vegetación en el SA, el AI y el área del proyecto....58
Gráfica IV. 26 Distribución de las especies en el SA, AI y el área del proyecto....58
Gráfica IV. 27 Estatus de protección de las especies registradas en el SA, AI y en el área del proyecto....59
Gráfica IV. 28 Curva de acumulación para el grupo de reptiles muestreados en el SA....65

Gráfica IV. 29 Curva de acumulación para el grupo de aves en el SA.....65
Gráfica IV. 30 Curva de acumulación para el grupo de mamíferos en el SA.....66
Gráfica IV. 31 Representatividad de los grupos faunísticos en el SA.....66
Gráfica IV. 32 Curva de acumulación para el grupo de reptiles muestreados en el AI.....73
Gráfica IV. 33 Curva de acumulación para el grupo de aves en el AI.....74
Gráfica IV. 34 Curva de acumulación para el grupo de mamíferos en el AI.....74
Gráfica IV. 35 Representatividad de los grupos faunísticos en el AI.....75
Gráfica IV. 36 Curva de acumulación para el grupo de reptiles muestreados en el predio.....82
Gráfica IV. 37 Curva de acumulación para el grupo de aves en el predio.....82
Gráfica IV. 38 Curva de acumulación para el grupo de mamíferos en el predio.....83
Gráfica IV. 39 Representatividad de los grupos faunísticos en el área del proyecto.....84
Gráfica IV. 40 Riqueza de cada grupo faunístico entre el SA, el AI y el predio.....89
Gráfica IV. 41 Comparación del índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en el SA y el área del proyecto.....90
Gráfica IV. 42 Comparación del índice de equidad de Pielou en el SA, el AI y el área del proyecto.....90

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

Un sistema es el asiento de un conjunto de elementos que pueden agruparse, en principio, con un cierto número de componentes, que se determinan como *subsistemas,* y que varían según la naturaleza del sistema. En nuestro caso el sistema ambiental (SA) agrupara de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el área de estudio.

IV.1 Delimitación del sistema ambiental

Para delimitar el Sistema Ambiental (SA) se realizó un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) de la zona en la cual se encuentra inmerso el proyecto, tal y como se pueden observar en las figuras siguientes.

En primera instancia, como ya se mencionó, se delimito el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos normativos y de planeación, tomando como base los siguientes atributos, entre los que se encuentran las siguientes:

- Dimensiones del proyecto.
- Ubicación.
- Unidades de gestión ambiental.
- Áreas Naturales Protegidas
- Unidades climáticas.
- Unidades edafológicas.
- Uso de suelo y Vegetación.
- Cuenca

Para delimitar el Sistema Ambiental (SA), se realizó un análisis de los factores bióticos y abióticos de la zona en la cual se encuentra inmerso el proyecto. Entre los criterios considerados se encuentran la ubicación del proyecto, su área de influencia, delimitaciones territoriales y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del estado de Yucatán. Una vez realizado en análisis de los elementos ambientales descritos anteriormente, se llevó a cabo la delimitación del sistema ambiental, para lo cual se consideran los siguientes límites.

Como se observa en esta figura, el proyecto se ubica principalmente en la UGA007-APROV-DZE del POETCY, sobre ello ya se realizó la vinculación correspondiente, estas UGAs están delimitadas consideran tanto cuestiones políticas como los limites prediales y plazos de crecimiento, también consideran los elementos bióticos y abióticos, sin embargo, el SA abarca la zona continental de la Uga UGA007-APROV-DZE, el área del SA es de 137.9236 Ha.

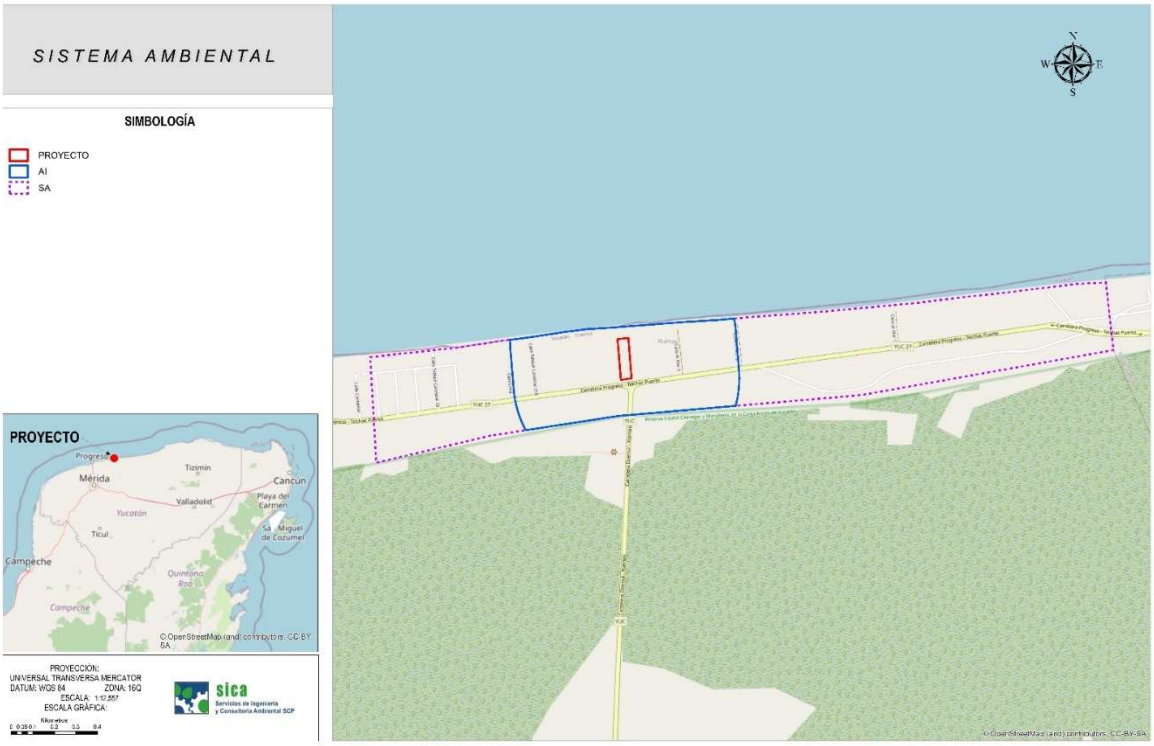


Figura IV. 1 Delimitación del sistema ambiental.

Tabla IV. 1 Coordenadas del sistema ambiental (UTM, zona 16Q).

VÉRTICE	X	Y
1	255758.0658	2360599.2270
2	255225.7815	2360473.0862
3	255222.8802	2360523.1335
4	255197.4015	2360962.6572
5	255602.6855	2361007.0523
6	255797.0216	2361036.8251
7	255923.4880	2361052.5516
8	256101.6207	2361079.7552
9	256204.3222	2361092.1681
10	256320.7308	2361099.6759
11	256645.4801	2361124.6905
12	256824.867	2361135.803

VÉRTICE	X	Y
	9	1
13	256945.5182	2361146.9156
14	257302.7064	2361173.9031
15	257629.7320	2361204.0657
16	257742.4448	2361215.1782
17	257978.9827	2361243.7533
18	258129.7955	2361259.6283
19	258282.1959	2361278.6783
20	258477.4587	2361302.4909
21	258612.6331	2361308.6890
22	258647.8495	2360995.4392
23	257478.3901	2360787.0815
24	256352.0940	2360690.2500

IV.2 Delimitación del área de influencia

Considerando las características del proyecto y su ubicación en el Estado, el área de influencia del proyecto se ubica en las colindancias inmediatas. Los empleos y los servicios que se generarán en las distintas etapas del proyecto como la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento serán adquiridos en su mayoría en las zonas lejanas a la obra. Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área del proyecto mismo y sus colindancias inmediatas. Aunque es importante mencionar que las afectaciones sobre la ecología de poblaciones de fauna, la fragmentación de los hábitats, la perdida de especies, el ruido y los factores socioeconómicos pueden rebasar los límites establecidos. En la figura siguiente se observa la delimitación del área de influencia.

Las afectaciones se describen de la siguiente manera: RUIDO 500 m el cual produce mayor desplazamiento, reducción de áreas de actividad y un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a pérdida de la audición, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva, también se contempla las afectaciones potenciales por el transito al trasladar insumos y personal de los poblados cercanos, también se contemplan impactos positivos al contribuir a la economía de la población; RUIDO Y VISUAL 150 m el algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto de encenderán las luces de algunos vehículos que transitan por el área del proyecto impactan negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales, mientras que otros pueden ser atraídos por las luces; AFECTACIÓN FÍSICA 80 m en la cual se refiere a los residuos de construcción que pueden favorecer a algunos animales, como roedores, insectos y lagartijas, lo que puede atraer a otro tipo de fauna, ocasionando un incremento en el índice de atropellamiento; AFECTACIÓN BIOLÓGICA 10 m, en la cual Residuos arrojados (orgánicos principalmente) desde los vehículos que transitan por la obra o bien los generados desde los frentes de trabajo pueden provocar

impactos negativos de distinta índole, favoreciendo la presencia de fauna nociva. Esto ocasionaría un incremento de fauna atropellada de animales atraídos por restos orgánicos e incluso podría representar un problema de seguridad vial y salud humana; y AFECTACIÓN POR OBRAS 10 m, en la que las actividades directas de la construcción afectan al ambiente, todo se puede reducir con una adecuada supervisión ambiental.

El área de influencia tiene un área de 43.0301 ha.

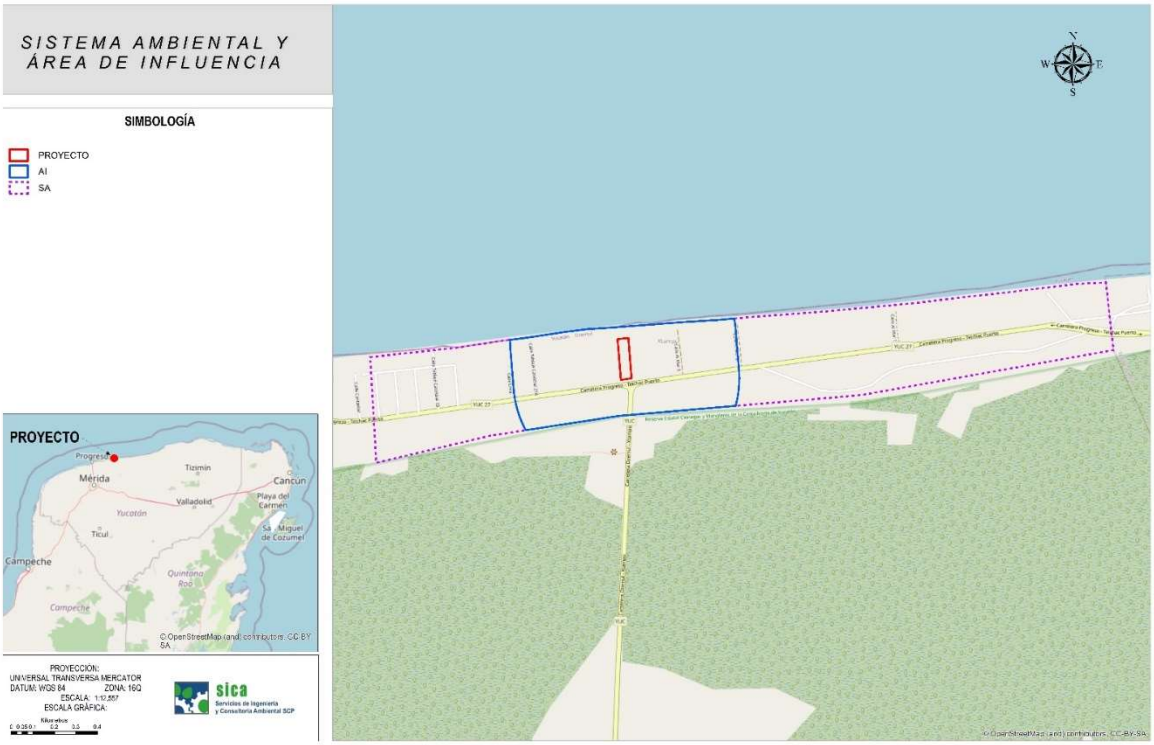


Figura IV. 2 Ubicación del proyecto con respecto al área de Influencia.

Tabla IV. 2 Coordenadas del área de influencia (UTM, zona 16Q).

VÉRTICE	X	Y
1	256894.0801	2360736.8464
2	256352.0940	2360690.2500
3	255919.3701	2360623.9437
4	255917.3654	2360627.6313
5	255908.5758	2360645.4531
6	255900.5013	2360663.6101
7	255893.1546	2360682.0736
8	255886.5474	2360700.8145
9	255880.690	2360719.803

VÉRTICE	X	Y
1	0	
10	255875.5919	2360739.0093
11	255871.2609	2360758.4030
12	255867.7039	2360777.9535
13	255864.9266	2360797.6299
14	255862.9333	2360817.4011
15	255847.7130	2361005.8174
16	255846.5075	2361025.6368
17	255846.1437	2361042.9336
18	255923.4880	2361052.5516
19	256101.6207	2361079.7552
20	256204.3222	2361092.1681
21	256320.7308	2361099.6759
22	256645.4801	2361124.6905
23	256824.8679	2361135.8031
24	256887.3715	2361141.5600
25	256889.3076	2361130.9254
26	256892.0909	2361111.2123
27	256894.0872	2361091.4041
28	256909.1605	2360904.6374
29	256910.3608	2360884.7748
30	256910.7697	2360864.8802
31	256910.3865	2360844.9850

VÉRTICE	X	Y
32	256909.2120	2360825.1209
33	256907.2479	2360805.3192
34	256904.4973	2360785.6114
35	256900.9646	2360766.0287
36	256896.6554	2360746.6020

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

Para el desarrollo de esta sección se analizan de manera integral los elementos del medio biótico, abiótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el área de estudio. Este análisis será definitivo para determinar el estado ‘’cero’’ o el estado ‘’sin proyecto’’ del Sistema Ambiental. Esta caracterización facilitará el pronóstico de los impactos que pudiera generar el proyecto.

IV.3.1.1 Medio abiótico

IV.3.1.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Tipo de clima

Se han determinado las características del clima en la región, por lo que de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1988), se ha definido que en la zona costera del norte de Yucatán predomina el tipo climático BS1 (h´)w (x´), se trata del clima Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual (Orellana, 1999).

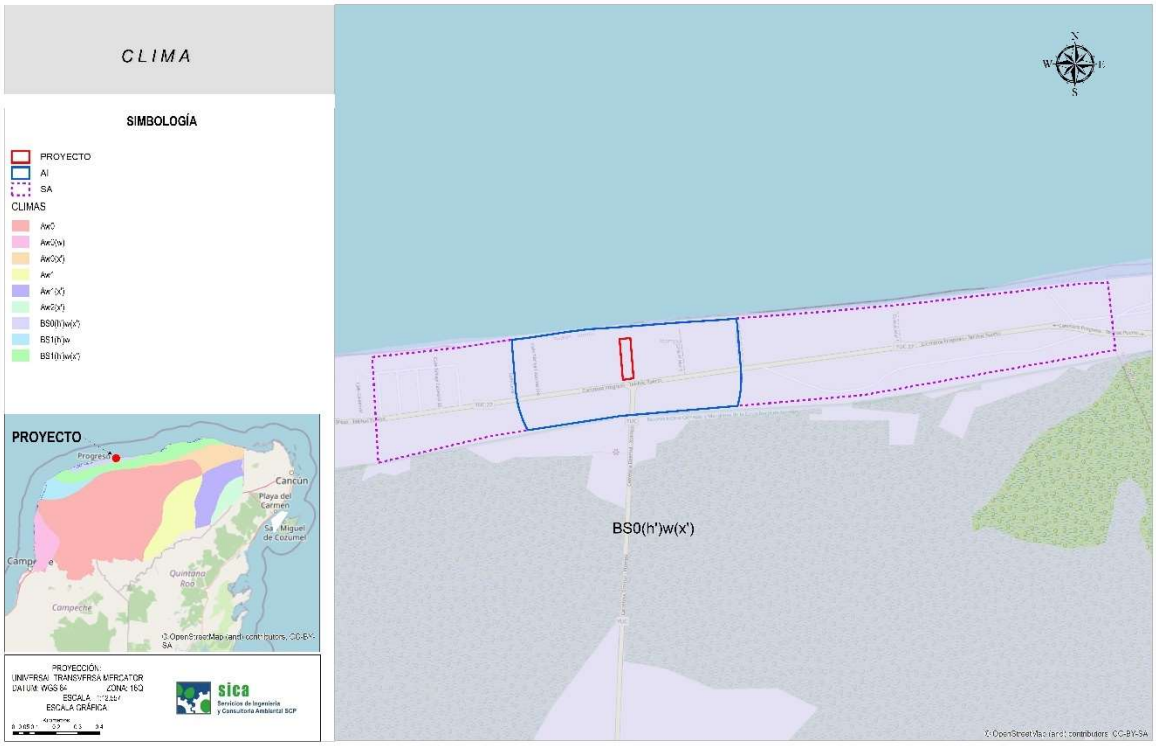


Figura IV. 3 Tipo de clima en el SA.

En el SA se pueden encontrar los tipos de clima Seco muy cálido **BS0(h')w(x')**. ocupa una pequeña extensión, colindante con la línea de costa, de la porción noroccidental de la entidad, entre las localidades de Sisal y Telchác Puerto. Se distingue por ser el más seco de ellos, condición que se refleja en el cociente p/t que varía entre 17.4 y 22.4. La temperatura media anual varía entre 25.5 y 26.5 y la precipitación total en el año entre 450 y 580 mm aproximadamente, con un porcentaje de lluvia invernal entre 10.5 y 12, además de que la cantidad de lluvia en el mes más húmedo (septiembre) si alcanza a ser 10 veces mayor que la que recibe el mes más seco, tal como sucede en cualquier localidad de la porción occidental de Yucatán, independientemente del monto anual de la precipitación; en adición, el fenómeno canicular muestra una más acentuada y regular manifestación que en otras porciones del estado de Yucatán. La variación anual de las temperaturas medias mensuales oscila entre 4 y 5°C por lo cual se considera isotermal. Asimismo, se observa que la temperatura media mensual más alta corresponde a mayo, lo que significa que el régimen térmico tiene un comportamiento tipo ganges.

Vientos e intemperismos severos

En la zona estudiada no se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C (las temperaturas menores a 4°C son eventos muy extremos y poco frecuentes), tampoco se presenta granizo, solamente en los meses de septiembre a octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe; sin embargo, en los meses de marzo y abril se presentan temperaturas altas cercanas a los 40 grados centígrados.

Vientos alisios y ondas del este

Los vientos del este o alisios son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la posición centro-norte del océano atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj, por efecto del movimiento de rotación del planeta. Atraviesan la porción central del atlántico y el mar Caribe cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. Los vientos alisios penetran con fuerza en la

Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. A menudo las ondas del este, perturbaciones tropicales que viajan dentro de la corriente alisia, incrementan la nubosidad y la cantidad de lluvia.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la zona, Yucatán son los meteoros tropicales (ciclones tropicales) y frentes fríos. Otros fenómenos de menor incidencia son las sequías, incendios forestales, temperaturas extremas, inundaciones, trombas o turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas.

Entre los meteoros más importantes en estos años se encuentran el huracán Gilberto en 1988 de categoría 5, el Roxana, que en 1995, azotó directamente las costas de la Reserva Sian Ka'an 10 km al sur del Parque Nacional Tulum, causando erosión de playas y duna costera, así como el Wilma en 2005 con categoría 5.

Huracanes

Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión. Esto da lugar a las tormentas tropicales y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un ciclón o huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan en el hemisferio norte en el sentido contrario al de las manecillas del reloj con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Dependiendo del sitio en que se originen tendrá su trayectoria particular pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud.

De acuerdo con la regionalización de riesgo de huracanes desarrollada por SEDESOL en conjunto con el Instituto Nacional de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el área del proyecto se localiza en una región del estado yucateco catalogada con un riesgo de incidencia alto con respecto al total de zonas con riesgo de ocurrencia de huracanes.

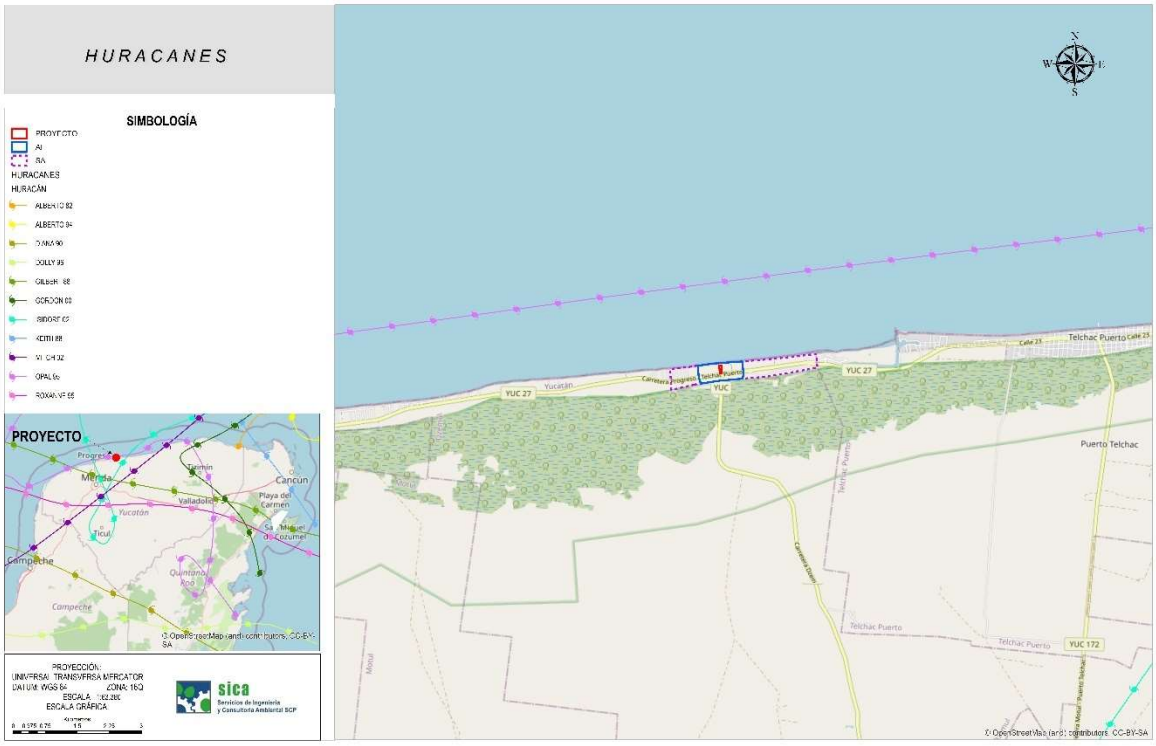


Figura IV. 4 Trayectoria de huracanes en el estado de Yucatán.

Tabla IV. 3 Fenómenos hidrometeorológicos registrados durante el 2009 en el atlántico.

NOMBRE	CATEGORÍA	PERIODO
DT1	Depresión tropical	28/mayo-29/mayo

NOMBRE	CATEGORÍA	PERIODO
Ana	Tormenta tropical	11/agosto-17/agosto
Bill	Tormenta tropical	15/agosto-24/agosto
Claudette	Tormenta tropical	16/agosto-17/agosto
Danny	Tormenta tropical	26/agosto-29/agosto
Erika	Tormenta tropical	01/septiembre-03/septiembre
Fred	Huracán	07/septiembre-09/septiembre
DT8	Depresión tropical	25/septiembre-26/septiembre
Grace	Tormenta tropical	04/octubre-05/octubre
Henri	Tormenta tropical	06/octubre-08/octubre
Ida	Tormenta tropical	04/noviembre-10/noviembre

Fuente: *Sistema Meteorológico Nacional (2009)*

Tabla IV. 4 Huracanes más intenso que han afectado la Península de Yucatán.

HURACÁN	FECHA	VIENTOS MÁXIMOS SOSTENIDOS	CATEGORÍA
Gilbert	Sep-1988	270 km/h	V
Roxanne	Oct-1995	185 km/h	III
Isidore	Sep-2002	205 km/h	III
Emily	Jul-2005	241 km/h	IV

La frecuencia para este tipo de fenómenos está determinada por los meses más cálidos sin lluvia, que se dan antes y después del paso de los meteoros. En Yucatán el paso de estos huracanes y tormentas tropicales ha tenido una frecuencia regular ya que la Península es zona que está sujeta a bajas presiones justo durante su paso. Generalmente ocurren cuando coincide: un centro de baja presión atmosférica con una zona de temperatura más alta a la que se encuentra inmediatamente alrededor, lo que provoca una circulación cerrada alrededor de un punto central. Por lo que se concluye que la Península de Yucatán y el sistema ambiental donde se encuentra inmerso el proyecto no considerado como la ruta de paso de huracanes, cabe recalcar que la trayectoria de estos fenómenos es impredecible, por lo que los datos son meramente estadísticos. La presencia o ausencia del proyecto no provocará cambios en la frecuencia de la presencia de intemperismos en la zona; sin embargo, el conocimiento de estos intemperismos son de suma importancia para el proyecto, por el hecho de tomar las medidas preventivas en caso de que durante su preparación del sitio, construcción y operación se presente algunos de estos fenómenos.

Nortes

Los frentes fríos, comúnmente denominados “nortes”, llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo. Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en

la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán.

Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria.

El municipio se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de “temporada de secas”.

Inundaciones

El municipio en el cual se encuentra inmerso el proyecto es propenso a inundaciones temporales debidas a eventos climáticos extremos como los huracanes, descritos anteriormente.

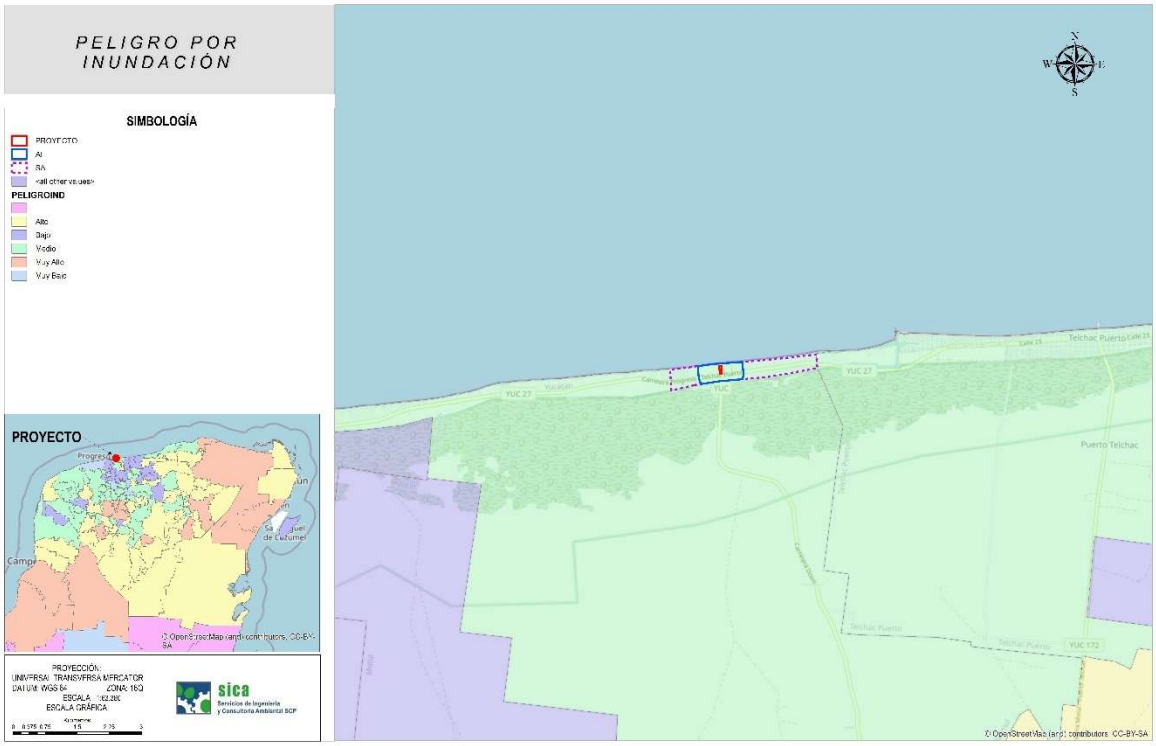


Figura IV. 5 De acuerdo con CENAPRED el municipio se encuentra con un nivel MEDIO de peligro por inundaciones.

Sequia intraestival o canícula

La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varía en su intensidad cada año. Es ocasionado por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

Radiación solar

La radiación solar está influida por condiciones de nubosidad en esta región. Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses comprendidos de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly=Langley=constante solar=1.4, cal/gr/cm^2/min.

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el norte y sur de la región; para la porción norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la porción sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados en la porción norte son ligeramente más bajos que los de la porción sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado en la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se ha registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año). Es importante señalar que el sitio de proyecto se encuentra ubicado en la parte norte del estado.

Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación solar total en la región durante el año depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región.

El área del proyecto donde se desarrollará el proyecto está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente, sin embargo, el proyecto no provocará o incidirá en la presencia de estos intemperismos.

IV.3.1.1.2 Geología y geomorfología

Características litológicas del área

Geología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte, de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (González y otros, 1999).

El subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962), y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. El Cuaternario aflora las zonas costeras y corresponde a depósitos calcáreos expuestos después de una ligera emersión de la península.

De tal manera que la mayor parte del estado se compone principalmente de calizas del periodo Terciario. Sin embargo, la falta de arcillas y margas del Terciario Superior sobre la caliza provoca que en periodos de lluvias se infiltre rápidamente el agua, disolviendo las rocas y formando un relieve denominado karst o cárstico (CNA, 1997). Desde la superficie hasta los 220m de profundidad se conforma de estratos casi horizontales de calizas masivas, recristalizadas y de buena permeabilidad; después de los 220 m, de capas impermeables de margas y calizos cuyos espesores se extienden varios centenares de metros. En consecuencia, no hay cursos de aguas superficiales; las lluvias saturan el terreno, colman el bajo relieve y se filtran al subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades como grutas, cavernas o sumideros.

En cuanto al subsuelo de la zona costera está formado de rocas carbonatadas solubles de origen marino, con abundantes conductos de disolución y fracturas (Duch-Gary, 1991a); pero también en la planicie costera se forman regosoles: suelos inmaduros resultados de la acumulación de materia calcáreas (conchas) reciente, sin consolidación y escaso en nutrientes.

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactas recristalizadas, de ambiente marino en facies de banco y litoral de textura fina a media, dispuesta en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como miliólidos indeterminados. La unidad presenta algunos horizontes calcáreo-arcillosos friables y margas blancas; se encuentran rocas del Cuaternario principalmente (coquinas, suelos residuales, arenas, arcillas y turbas); y comprende playas de barrera y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina.

La zona costera está constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a crema del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno.

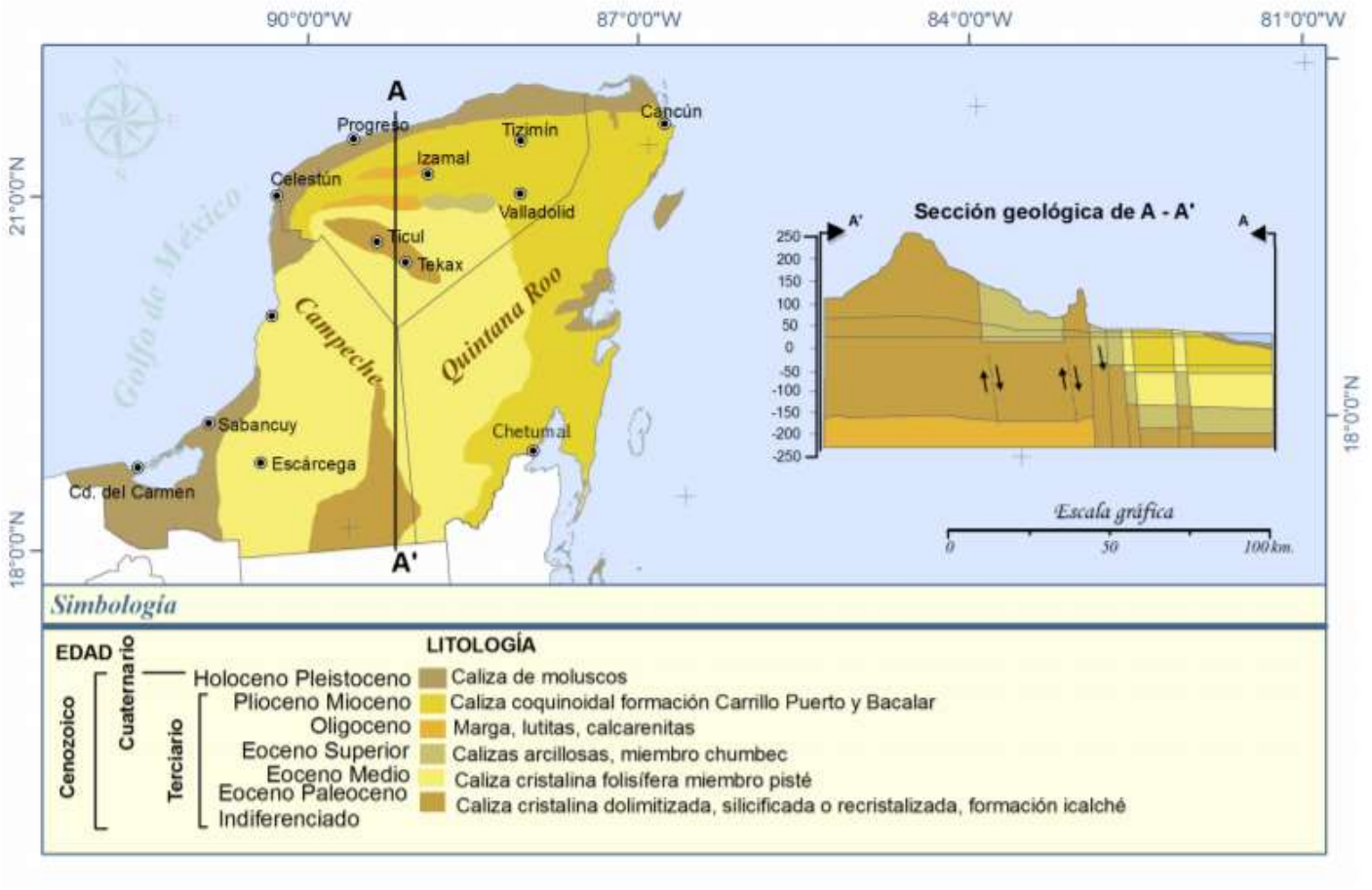


Figura IV. 6 Clasificación geológica de la Península de Yucatán.

La litología superficial del área de estudio está conformada por materiales recientes (Holoceno), y por rocas calizas de la plataforma (Pleistoceno), los principales procesos son de disolución de los carbonatos (Karstificación), la meteorización superficial de la roca, la erosión y la acumulación mecánica de sedimentos transportados por la corriente litoral y la acción del viento. Describiendo el proyecto, se localiza en la región denominada **Cuaternario** no diferenciada, el cual es un afloramiento dispuesto en una franja a lo largo de las costas del Norte y el Oeste de la Península. En general la zona está formada por calizas no diferenciadas con conchas masivas.

Como se observa en la siguiente Figura, la zona en donde se encuentra el área de influencia y el área del proyecto es la región denominada **Cuaternario** no diferenciada, el cual es un afloramiento dispuesto en una franja a lo largo de las costas del Norte y el Oeste de la Península. Las calizas consolidadas pertenecen al Pleistoceno y los niveles más elevados, así como los depósitos costeros son del Holoceno. En general la zona está formada por calizas no diferenciadas con conchas masivas.

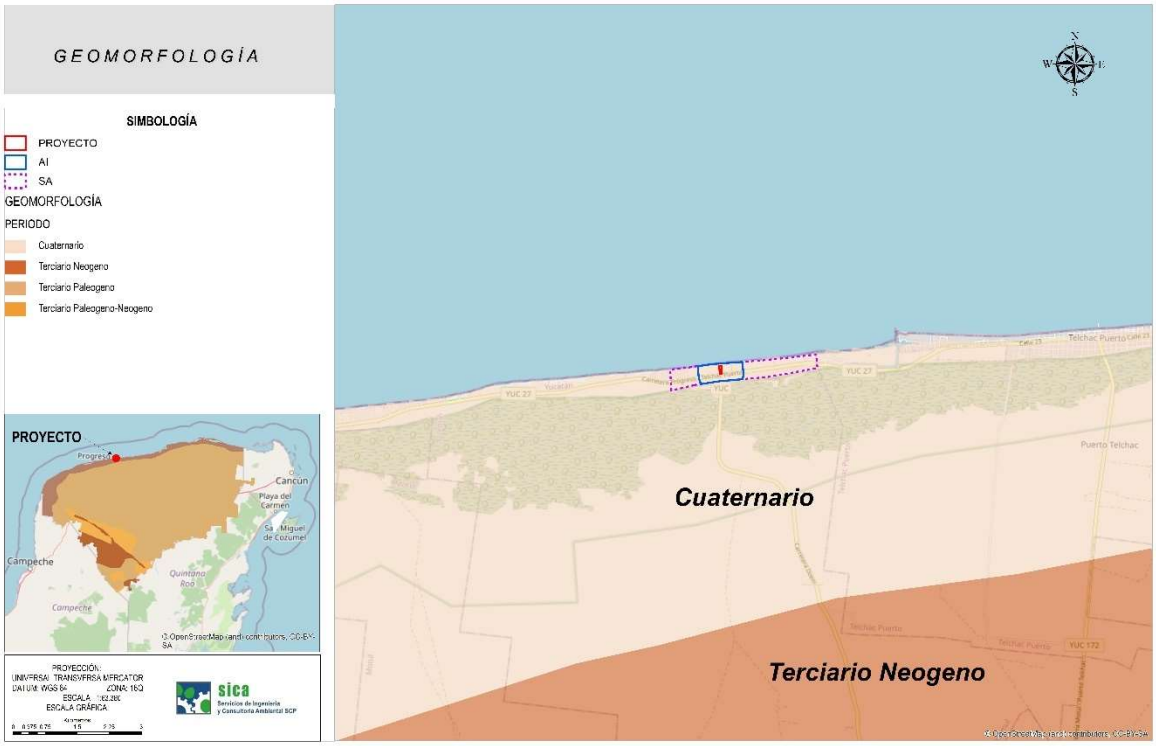


Figura IV. 7 Geomorfología en el sistema ambiental y área de influencia.

Geomorfología

De los tres grupos mayores del sistema geomorfológico que se encuentran en la Península de Yucatán dos están representados en el estado de Yucatán, cada una difiere en la morfología, la edad y el origen de la constitución litológica, la estructura geológica y otros factores (Palacio y Ortiz, 2003; Bautista-Zúñiga et al, 2002); los dos grupos presentes para Yucatán son el Sistema carso-tectónico y el Sistema litoral: planicie de cordones litorales líticos y arenosos, isla de barrera, planicie palustre de petenes chicos con forma de gota, planicie palustre costera de inundación marina y bajos intermareales. La península de Yucatán se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes, de sus leves contrastes topográficos; vista desde mar abierto, aparece como una delgada línea que apenas se destaca por sobre el horizonte; sus principales elevaciones sólo pueden apreciarse avanzando varios kilómetros tierra adentro, a excepción hecha de una porción de la costa occidental, entre Campeche y Champotón, donde algunas formaciones cerriles hacen contacto con la línea de costa.

Presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 2 y 20 m y, no ostenta formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macro relieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. De forma particular, el área del proyecto en cuestión ocupa una Planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados de pendiente) karstificada. Para el área del SA se puede detectar en cuanto a su geomorfología e hidrología que cuenta con un sistema fluvio-palustre el cual se ubica sobre planicies bajas acumulativas que se alojan en cuencas de acumulación marginal. Están expuestas a regímenes de inundación semipermanente y extraordinaria por lo que existe hidromorfismo en los suelos y vegetación hidrófila como vegetación riparia, manglares, popales, tulares, pastizales inundados y selvas bajas y medianas inundables.

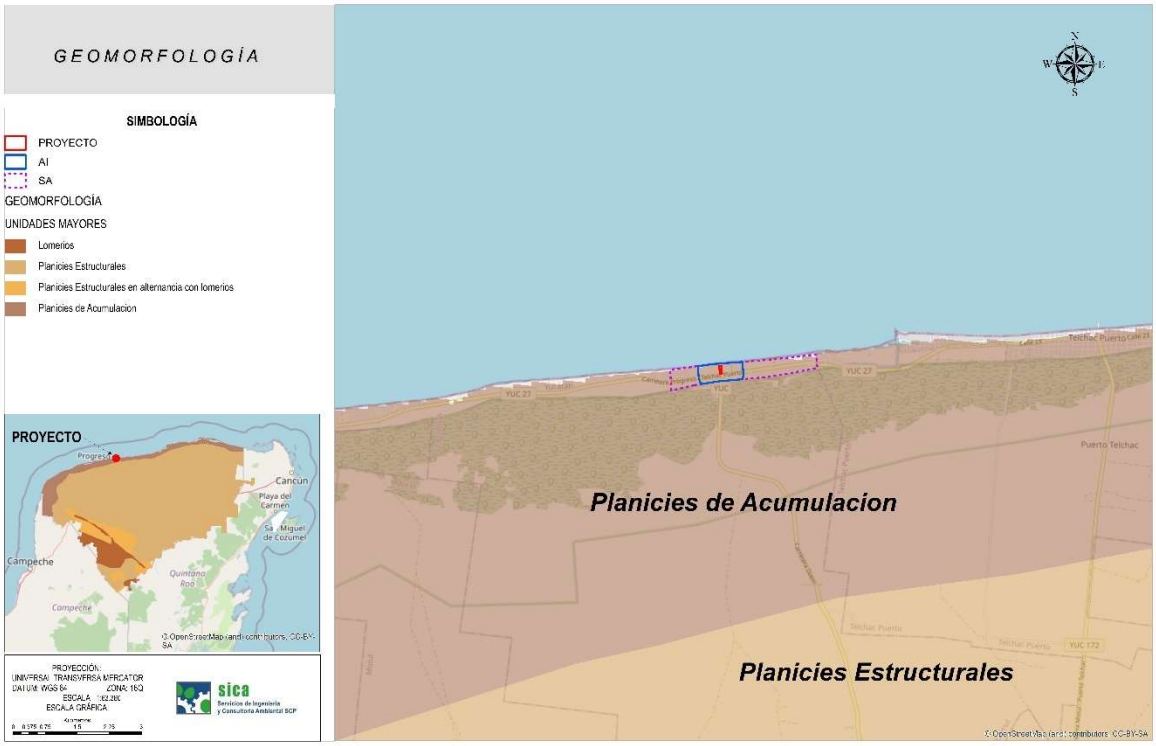


Figura IV. 8 Mapa del área de influencia y el área del proyecto con respecto a la geomorfología de la península.

Características de relieve

El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta en su mayor parte una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 5 y los 10 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. Se presenta una figura de hipsometría.

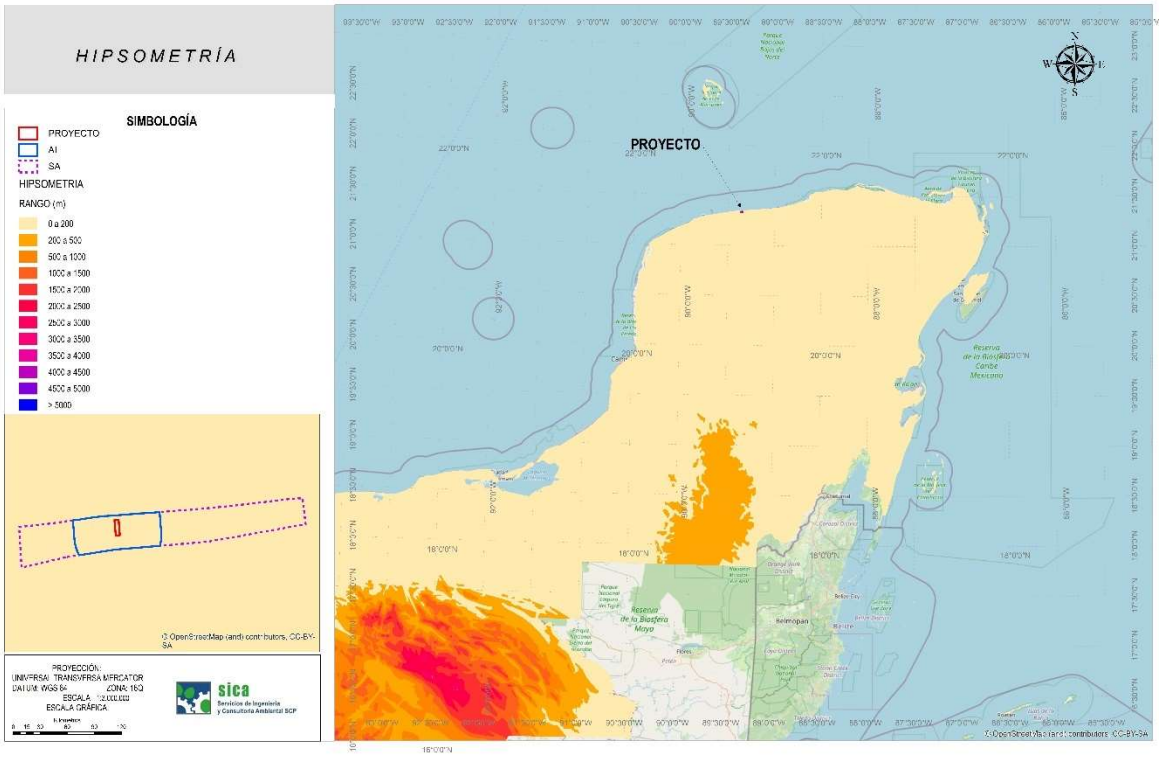


Figura IV. 9 Plano de hipsometría en la Península de Yucatán.

Presencia de fallas y fracturamientos

Según el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (1999), no existen fallas ni fracturamientos de relevancia en el área del proyecto bajo estudiado para el proyecto en cuestión.

Considerando las características descritas sobre la conformación calcárea, este tipo de material es soluble al agua y se encuentra enriquecido con ácido carbónico, por lo que se favorece la formación de cavidades subterráneas que conllevan a los hundimientos del terreno y con ello a la configuración del paisaje, mismo que se constituye en una de planicie ondulada con promontorios y hondonadas (Duch, 1988). Se presenta una figura de fallas y fracturas en los que se observa que no existen en el área del proyecto.



Figura IV. 10 Ubicación de un plano de fallas y fracturas con datos vectoriales del INEGI.

Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones

Es de suma importancia aclarar que la zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. Por su parte, las inundaciones no se consideran un riesgo debido a la alta permeabilidad del suelo, son posibles las inundaciones temporales por eventos climáticos extraordinarios.

El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es TIPO 1 (terreno firme).

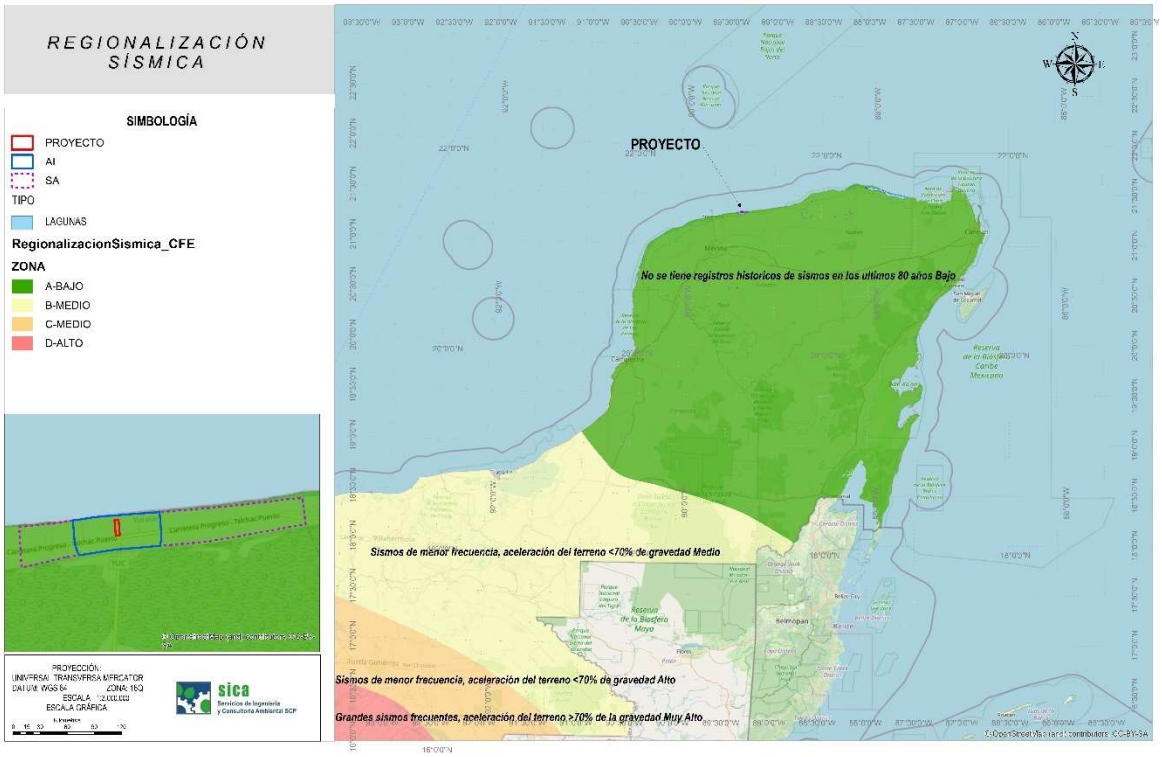


Figura IV. 11 Ubicación del proyecto con respecto a la Regionalización Sísmica.

IV.3.1.1.3 Suelos

Tipos de suelo

Desde el punto de vista edáfico el estado de Yucatán se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café; por su textura franca o de migajón arcilloso en el estrato más superficial y por regla general la ausencia del horizonte C en la mayoría de los casos. Asimismo, estos suelos muestran por lo general un abundante contenido de fragmentos de roca desde 10 hasta 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su breve perfil. Además, de que regularmente se ve acompañada de grandes y frecuentes afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Otra característica que cabe mencionar es que los diferentes tipos de suelos es común encontrarlos dentro de pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los cuales corresponden casi exactamente a la combinación de topoformas que configuran el relieve de cada lugar.

El estado de Yucatán presenta un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las rendzinas, litosoles, luvisoles, solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes.

Con base a la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos (Bautista, et al, 2005), para el caso del polígono del proyecto y de acuerdo con la cartografía del INEGI indica que el suelo predominante es de tipo **Regosol (R).**

Son suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros.

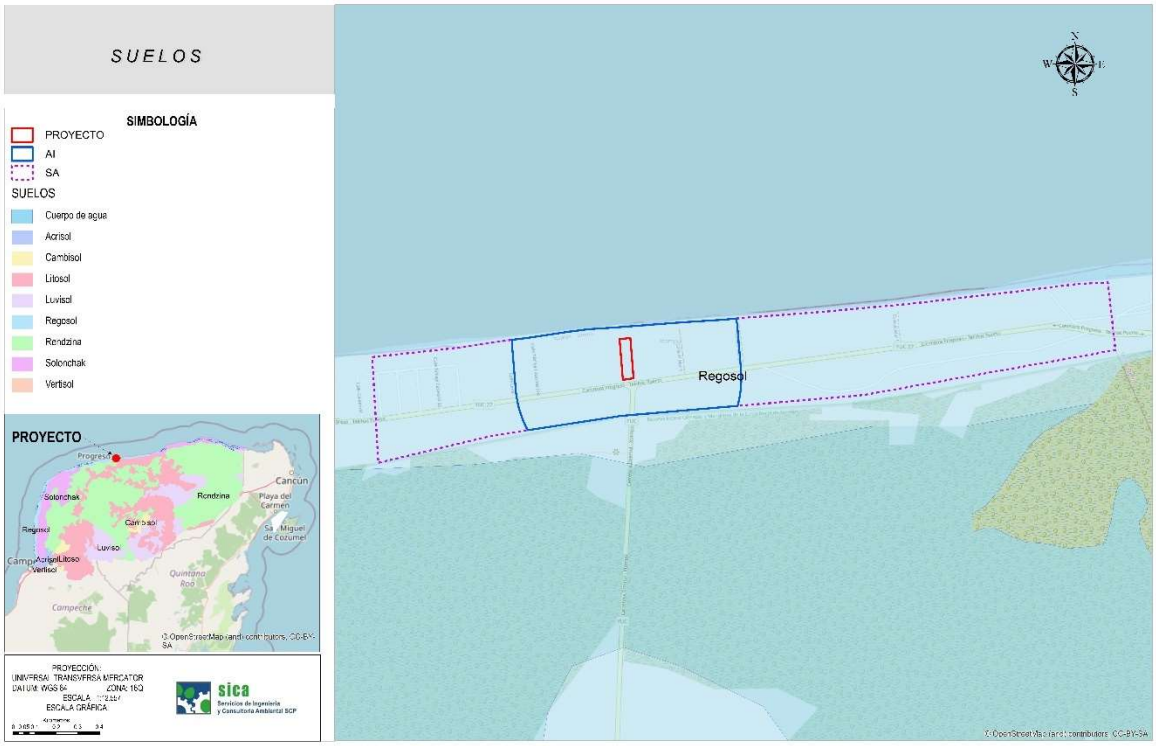


Figura IV. 12 Tipos de suelo en el SA y AI.

El sistema de clasificación de suelos de la WRB cuenta con 30 grupos de suelos, de acuerdo con la correspondencia con la clasificación FAO (1968) podemos decir que en el estado de Yucatán se pueden encontrar Leptosoles: Son suelos poco profundos de colores oscuros, están delimitados por roca continua o un material con más de 40 % de carbonato de calcio dentro de los primeros 25 cm de profundidad y no tienen otro horizonte de diagnóstico que no sea un horizonte mólico, ócrico, úmbrico, yérmico o vértico.

IV.3.1.1.4 Agua

El área de estudio queda comprendida dentro de la RH 32 Yucatán Norte, la cual limita al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur con la división que delimita la RH 31 y RH 33.

La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, la ausencia de una red hidrográfica superficial no permite delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de **56,172 km²**. No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales en el sitio de estudio. La ausencia de escurrimientos superficiales en el estado de Yucatán se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea. La economía hídrica en la plataforma yucateca es eminentemente subterránea.

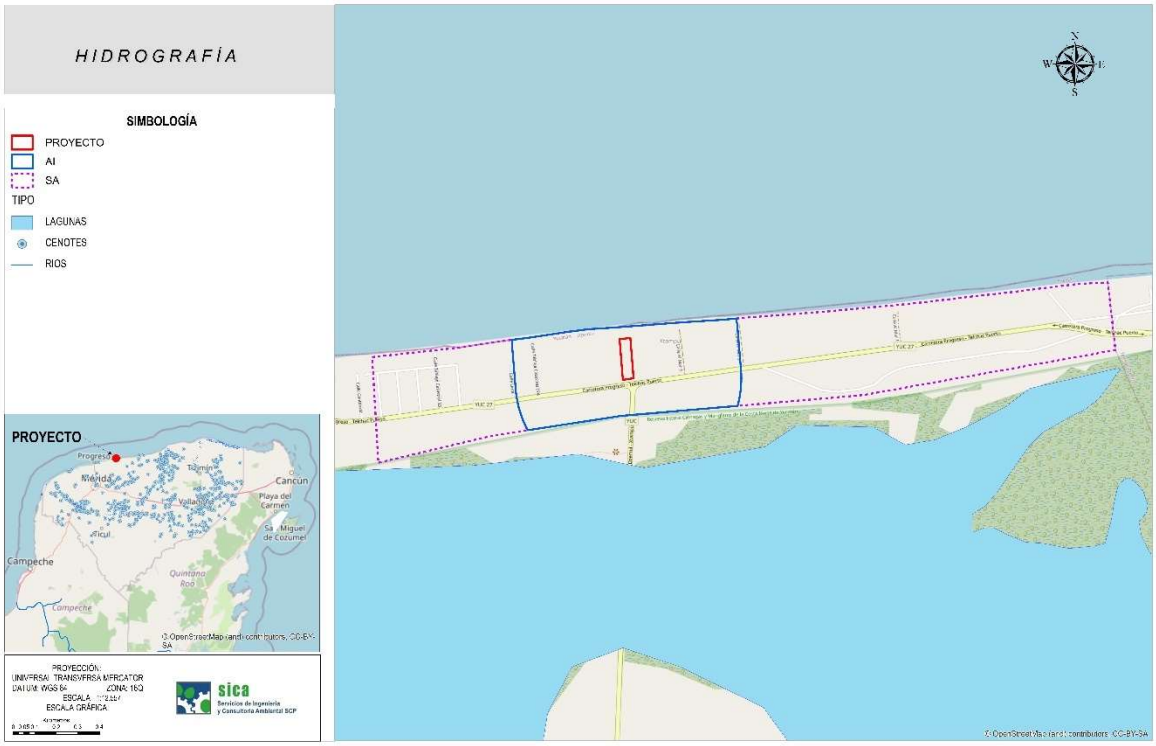


Figura IV. 13 Plano de hidrografía en el área del proyecto con fuentes del INEGI y SDS.

Hidrología Subterránea

Debido a la gran permeabilidad y a su morfología se presenta un acuífero calizo con un nivel cercano a la superficie en casi toda la zona. El acuífero formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral tiene un espesor medio de 150 m; está limitado inferiormente por rocas arcillosas de baja permeabilidad como margas y lutitas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de una franja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

El flujo de agua subterránea en la península es a través de fracturas y conductos de disolución que se encuentran a diferentes profundidades del subsuelo. Se tiene que el flujo de agua subterránea en la península, es del centro de la península hacia las costas presentando un comportamiento radial hacia las costas. Generalizando, se puede decir que la dirección es de sur a norte, noreste y noroeste.



Figura IV. 14 Geohidrología en el SA y AI.

Como se observa en la Figura anterior, el proyecto, su área de influencia y el sistema ambiental se encuentran en Regiones Costeras, sin embargo, no se prevé la modificación o generación de impactos en esa zona específica.

No obstante, aunque el área de estudio se encuentra dentro del semicírculo de cenotes no se registró cenote alguno en su área de influencia según datos de la Secretaría de Desarrollo Sustentable. El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo.

Es importante considerar que el proyecto consiste en la construcción el proyecto en donde se generarán aguas residuales de manera temporal, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.

IV.3.1.1.5 Zona marina

El proyecto no contempla obras en la zona marina.

IV.3.1.1.6 Aire

La calidad del aire no se verá afectada por el proyecto, no se utilizará maquinaria pesada por tiempo prolongado, en caso de requerir, esta se solicitará a la arrendadora que la maquinaria cuente con un adecuado mantenimiento.

IV.3.1.2 Medio biótico

IV.3.1.2.1 Vegetación

La vegetación de la Península de Yucatán en su mayor extensión está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas perennifolias ocupan un área reducida. De acuerdo con el Inventario Forestal de Gran Visión (SARH, 1994), la Península de Yucatán cuenta con una superficie forestal arbolada de 7.62 millones de hectáreas, además de 606,714 ha de manglares y otros tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación más importantes y que cubren 7.62 millones de hectáreas, son las selvas medianas y altas que representan el 53.81% de la superficie arbolada citada, las selvas bajas perennifolias y subperennifolias 10.45% y las selvas bajas caducifolias 35.71%, De acuerdo con la clasificación del INEGI (Carta de uso de suelo y vegetación serie VII), como se observa en la siguiente Figura, el proyecto se encuentra en **Vegetación de Duna Costera.**



Figura IV. 15 Tipo de vegetación en el SA y AI según la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII.

Vegetación de Duna Costera (VU): Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia* ssp.), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), (*Croton* spp.), verdolaga, (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se, pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia* ssp.), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus* ssp.) entre otros.







Fotografía IV. 1 Panorama general de la vegetación en el área del proyecto.

En la Figura anterior se puede observar que le vegetación del área del proyecto está compuesta principalmente por elementos arbustivos con especies herbáceas. Se observó la abundante presencia de diferentes especies de cactáceas y bromeliáceas.

Caracterización de la vegetación

Con la finalidad de efectuar la caracterización y el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición florística y la diversidad de este, se realizaron recorridos en el área del proyecto y se llevó a cabo un inventario muestreos. En total se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 9 puntos de muestreo con cuadrantes de 25 m^2 (5 m x 5m) para caracterizar los elementos arbustivos y herbáceos presentes en el predio.



Fotografía IV. 2 Delimitación de los cuadrantes de muestreo.

Se realizaron recorridos para el inventario florístico, con ayuda de los siguientes manuales y claves de identificación:

a) La Flora de Yucatán (Standley, 1930);
b) La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977);
c) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano et al., 2003)
d) El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985).

Durante los recorridos de campo, con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de los especialistas en botánica, se elaboró un listado en el cual se incluyeron las especies observadas directamente, mismas que fueron identificadas en campo al menos hasta el nivel de género; cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento. Asimismo, se realizó una comparación de las especies identificadas dentro del área del proyecto con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.




Fotografía IV. 3 Registro de datos de la vegetación en campo.

Análisis de composición de la vegetación

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia, equidad), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H'), el índice de Pielou (J´) y el índice de Margalef (DMg)). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m^2) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m^2 que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA (C_A) Y COBERTURA RELATIVA (C_R)** de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

Dónde:

D_1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).

D_2= Diámetro perpendicular a D_1 (m).

$$C_R = \frac{C_{A_I}}{\sum_{i=1}^{n} C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA (*AB$_A$*) Y ÁREA BASAL RELATIVA (*AB$_R$*)** de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$AB_A = [\sum_{a=1}^{n} \frac{\pi (d)^2}{4}] /T$$

Dónde:
d = Diámetro normal en cm
a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_{A_I}}{\sum_{i=1}^{n} AB_{A_i}} \times 100$$

FRECUENCIA ABSOLUTA (*F$_A$*) Y FRECUENCIA RELATIVA (*F$_R$*). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

***F$_A$*=**Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_I}}{\sum_{i=1}^{n} F_{A_i}} \times 100$$

DENSIDAD ABSOLUTA (*D$_A$*) Y DENSIDAD RELATIVA (*D$_R$*). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

***D$_A$*=** Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_I}}{\sum_{i=1}^{n} D_{A_i}} \times 100$$

VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR). El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H') Y EL ÍNDICE DE PIELOU (J')** se obtuvieron con las siguientes formulas:

$$H' = -\Sigma p_i \ln p_i$$

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

Donde H' max= ln (S)

DATOS OBTENIDOS

Con la finalidad de comparar el estado de la vegetación del área del proyecto con respecto al mismo ecosistema encontrado en el SA, se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología de muestreo para que sean comparables.

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL SA

Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en el SA. Se trazaron 9 cuadrantes de 25 m^2 (5 m x 5 m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo

Tabla IV. 5 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) en el SA.

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
1	1	255320.0783	2360718.6332
	2	255320.0783	2360723.6332
	3	255325.0783	2360723.6332
	4	255325.0783	2360718.6332
	1	255320.0783	2360718.6332
2	1	255302.3990	2360859.7328
	2	255302.3990	2360864.7328
	3	255307.3990	2360864.7328
	4	255307.3990	2360859.7328
	1	255302.3990	2360859.7328
3	1	255385.0227	2360912.5175
	2	255385.0227	2360917.5175
	3	255390.0227	2360917.5175
	4	255390.0227	2360912.5175
	1	255385.0227	2360912.5175
4	1	255794.9258	2360770.4057
	2	255794.9258	2360775.4057

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
	3	255799.9258	2360775.4057
	4	255799.9258	2360770.4057
	1	255794.9258	2360770.4057
5	1	256022.3866	2360815.2652
	2	256022.3866	2360820.2652
	3	256027.3866	2360820.2652
	4	256027.3866	2360815.2652
	1	256022.3866	2360815.2652
6	1	256985.1718	2361079.5885
	2	256985.1718	2361084.5885
	3	256990.1718	2361084.5885
	4	256990.1718	2361079.5885
	1	256985.1718	2361079.5885
7	1	257108.2645	2360961.7342
	2	257108.2645	2360966.7342
	3	257113.2645	2360966.7342
	4	257113.2645	2360961.7342
	1	257108.2645	2360961.7342
8	1	257167.7156	2360981.8640
	2	257167.7156	2360986.8640
	3	257172.7156	2360986.8640
	4	257172.7156	2360981.8640
	1	257167.7156	2360981.8640
9	1	257220.9463	2360993.8389
	2	257220.9463	2360998.8389
	3	257225.9463	2360998.8389
	4	257225.9463	2360993.8389
	1	257220.9463	2360993.8389

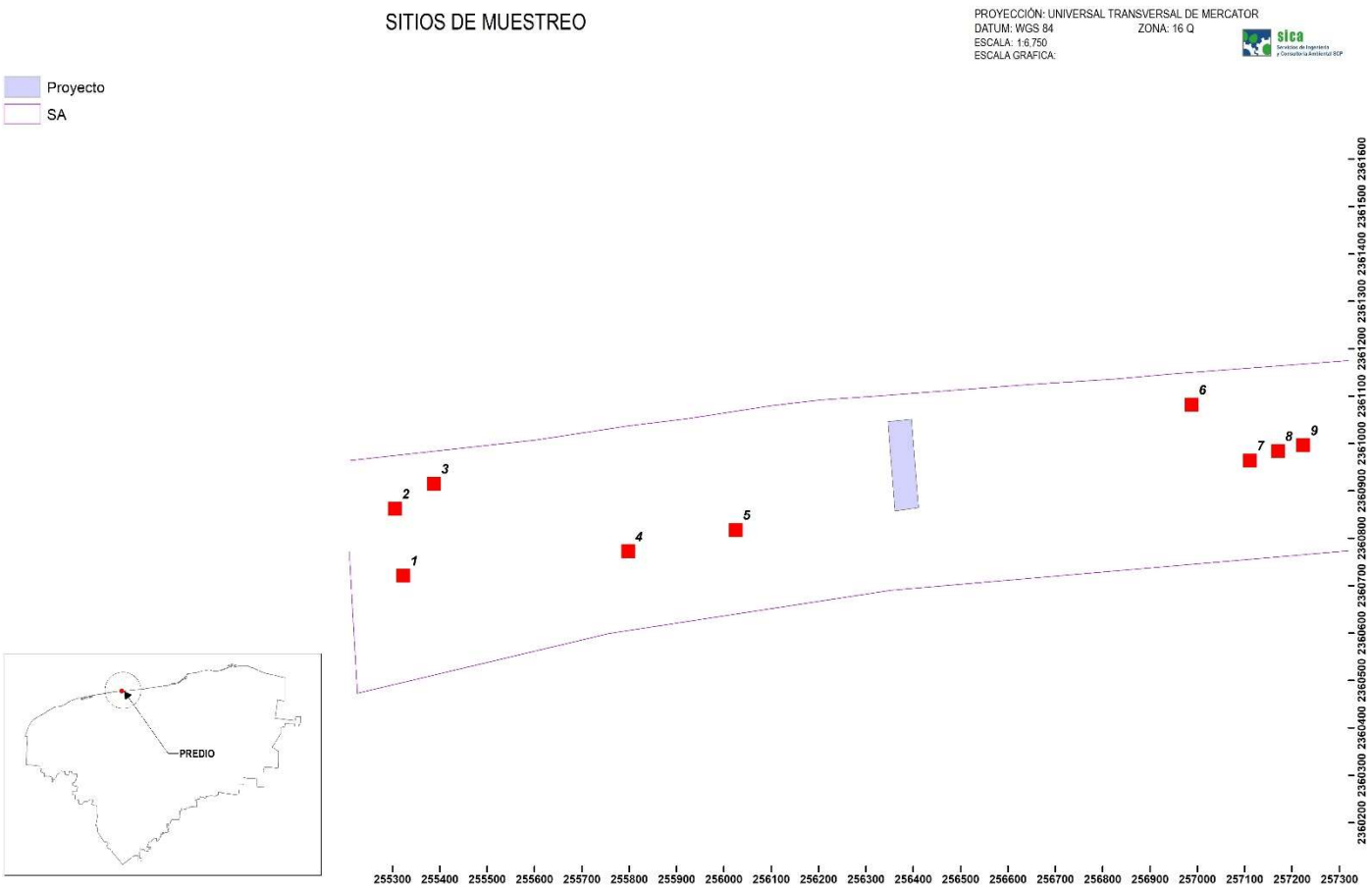


Figura IV. 16 Distribución de los sitios de muestreo dentro del SA.

Resultado de los muestreos y del análisis de composición

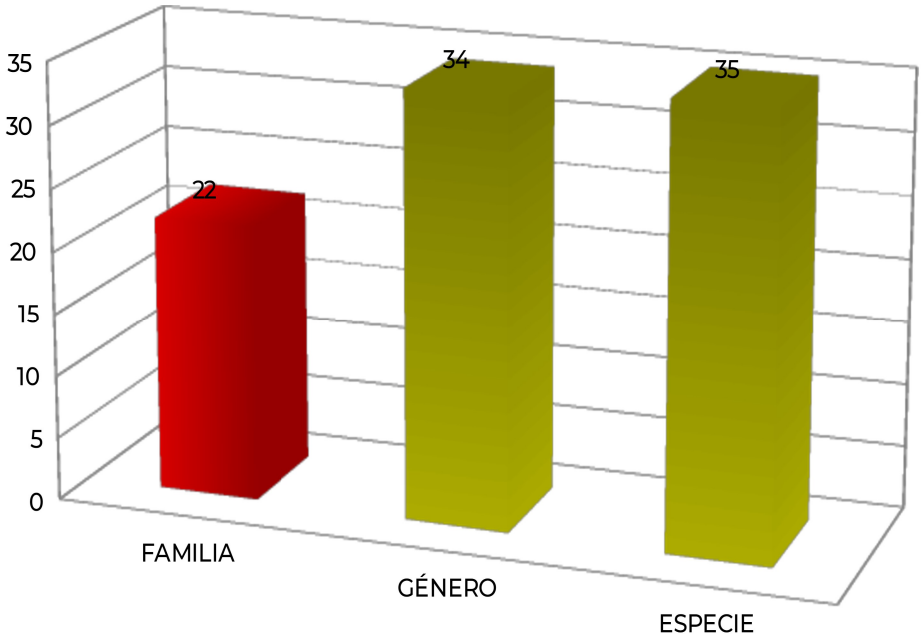
Listado de especies registradas

En total se observó en el área del proyecto la presencia de 42 especies de plantas pertenecientes a 41 géneros y 25 familias botánicas, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

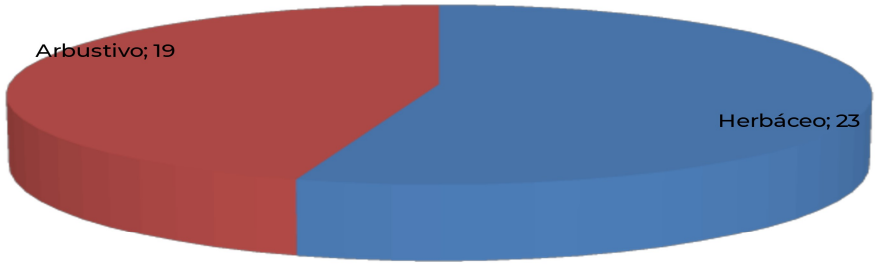
Tabla IV. 6 Listado de especies registradas en el SA.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	CITES
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	-	-
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	ND	Nativa	-	-
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	Nativa	-	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtúm	Nativa	-	-
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	Nativa	-	-
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Muuch' kook	Nativa	-	-
Asteraceae	*Flaveria linearis*	K'an lool xiiw	Nativa	-	-
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	-	-
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	-	-
Boraginaceae	*Varronia curassavica*	Ak' k'opte	Nativa	-	-
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	Nativa	-	-
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	-	CITES II

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	CITES
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Koj kaan	Endémica	-	CITES II
Capparaceae	*Quadrella incana*	Bojk'anche'	Nativa	-	-
Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma*	ND	Nativa	-	-
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Paj ts'a	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Distimake aegyptia*	Tso'ots' aak'	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Choko kat	Nativa	-	-
Fabaceae	*Canavalia rosea*	Frijolillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista nictitans*	Tamarindillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	-	-
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Endémica	-	-
Fabaceae	*Tara vesicaria*	Ya'ax k'iin che'	Nativa	-	-
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Taman ch'up	Nativa	Pr	-
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	-	-
Malvaceae	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	-	-
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk	Nativa	-	-
Poaceae	*Distichlis spicata*	Baakel aak'	Nativa	-	-
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Xúukul	Nativa	-	-
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Endémica	-	-
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Boox	Nativa	-	-
Theophrastaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	-	-
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Sikil ja' xiiw	Nativa	-	-
Bromeliaceae	*Tillandsia dasyliriifolia*	Xch'u'	Nativa	-	-
Solanaceae	*Solanum tridynamum*	Kóon ya'ax iik	Nativa	-	-
Celastraceae	*Crossopetalum gaumeri*	Kabal muk	Nativa	-	-
Cactaceae	*Nopalea inaperta*	Tsakam soots'	Nativa	-	-
Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum*	Cola de alacrán	Nativa	-	-
Fabaceae	*Tephrosia cinerea*	Frijolillo	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coloradillo	Nativa	-	-
Surianaceae	*Suriana maritima*	Tabaquillo	Nativa	-	-



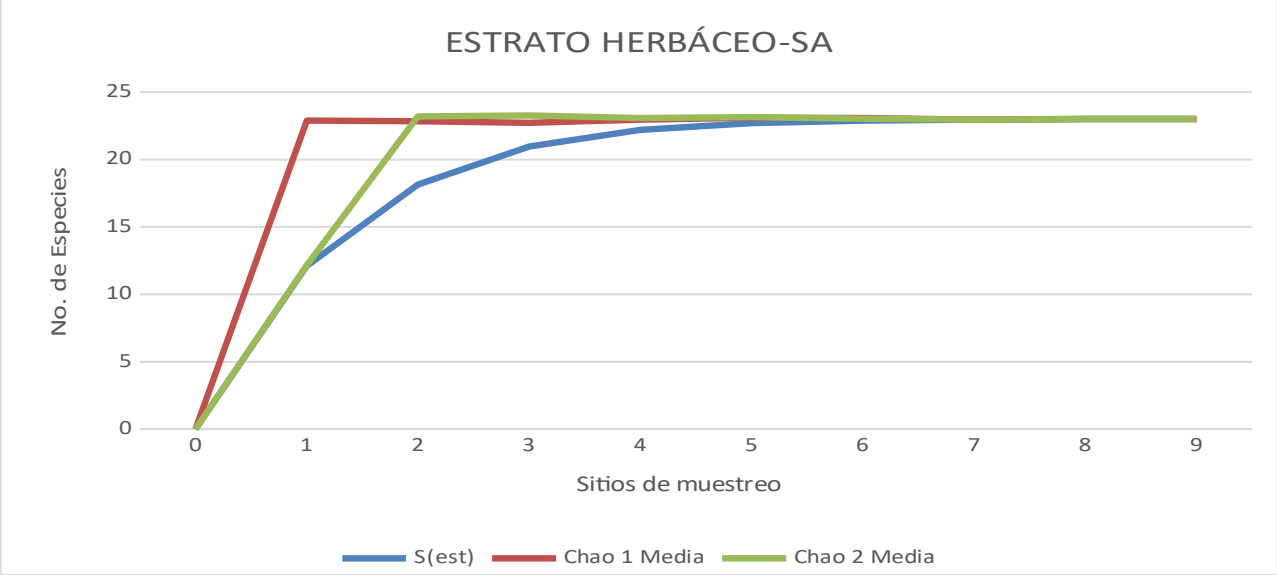
Gráfica IV. 1. Distribución taxonómica de las especies registradas en el SA.



Gráfica IV. 2. Distribución por estrato de las especies registradas en el SA.

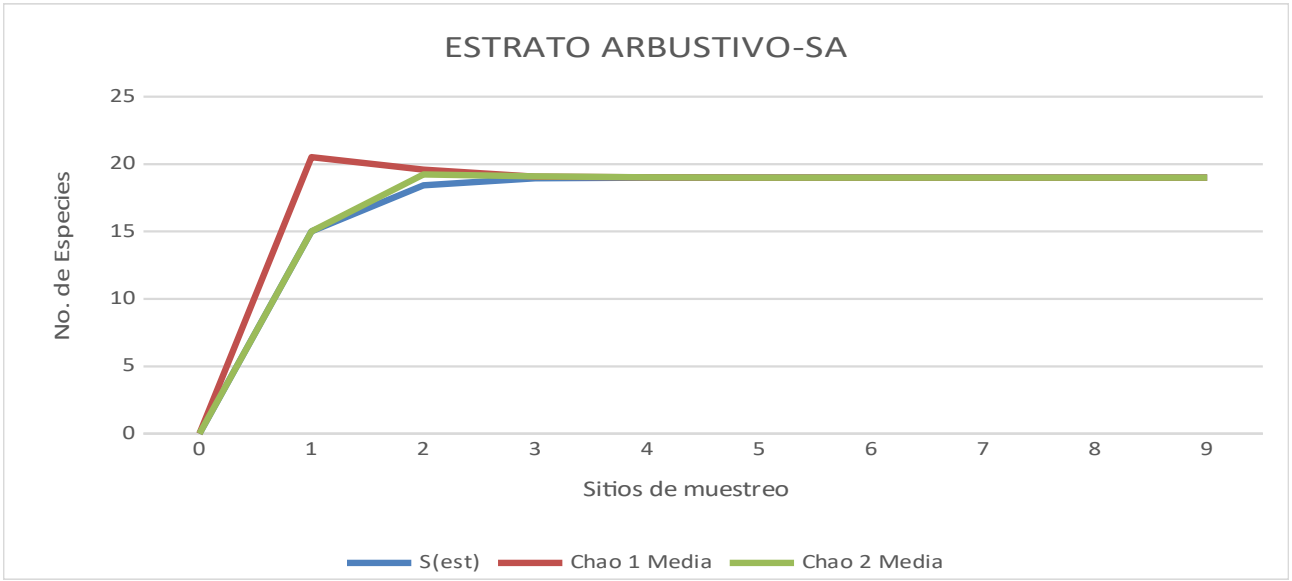
Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA por estrato.



Gráfica IV. 3 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA. Estrato herbáceo.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 5, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 5 y 6.



Gráfica IV. 4 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA. Estrato arbustivo.

La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 4, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir del sitio 5.

Resultados del muestreo de diversidad

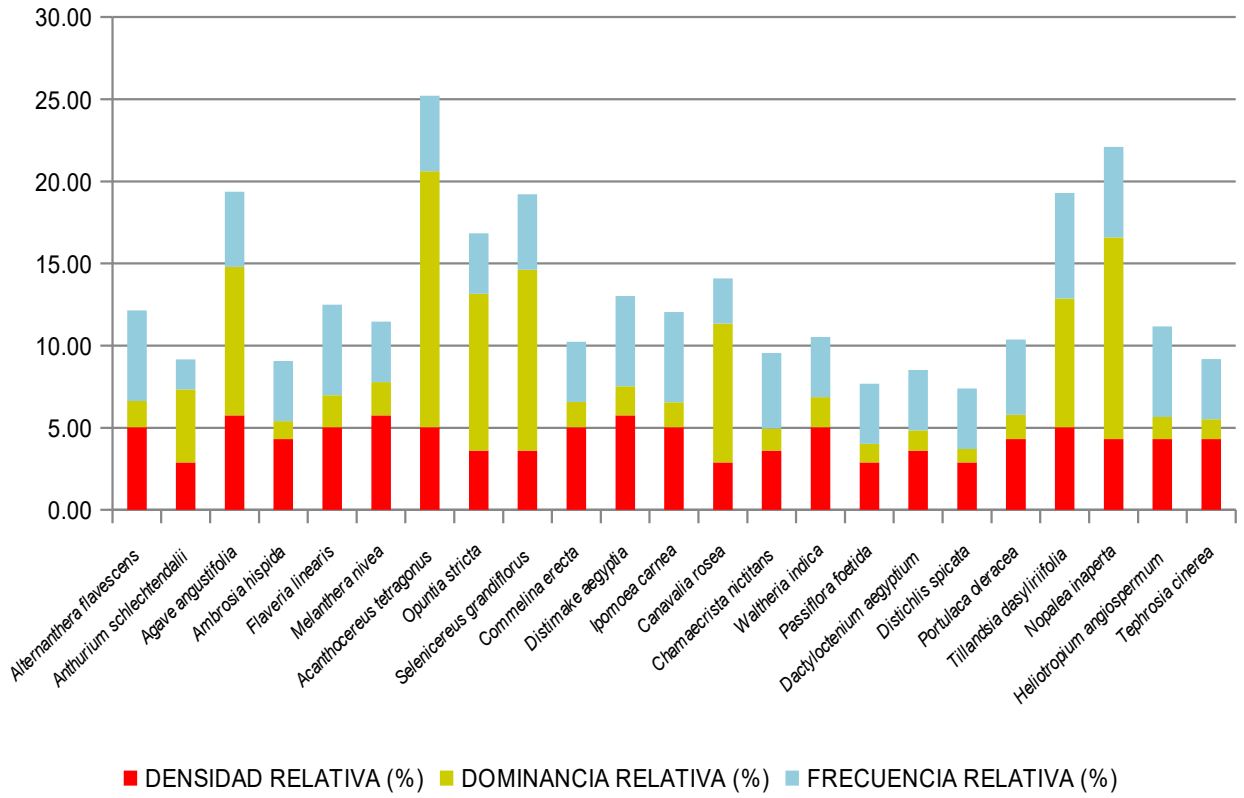
A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del SA bajo estudio se registraron 23 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV. 7 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo en el SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Alternanthera flavescens	5.04	1.59	5.50	12.13
Anthurium schlechtendalii	2.88	4.45	1.83	9.16
Agave angustifolia	5.76	9.03	4.59	19.37
Ambrosia hispida	4.32	1.08	3.67	9.06
Flaveria linearis	5.04	1.95	5.50	12.49
Melanthera nivea	5.76	2.02	3.67	11.45
Acanthocereus tetragonus	5.04	15.59	4.59	25.21
Opuntia stricta	3.60	9.56	3.67	16.83
Selenicereus grandiflorus	3.60	11.02	4.59	19.20
Commelina erecta	5.04	1.53	3.67	10.24
Distimake aegyptia	5.76	1.76	5.50	13.02
Ipomoea carnea	5.04	1.51	5.50	12.05
Canavalia rosea	2.88	8.46	2.75	14.09
Chamaecrista nictitans	3.60	1.36	4.59	9.54
Waltheria indica	5.04	1.82	3.67	10.53
Passiflora foetida	2.88	1.13	3.67	7.68
Dactyloctenium aegyptium	3.60	1.24	3.67	8.51
Distichlis spicata	2.88	0.83	3.67	7.38
Portulaca oleracea	4.32	1.47	4.59	10.37
Tillandsia dasyliriifolia	5.04	7.82	6.42	19.28
Nopalea inaperta	4.32	12.27	5.50	22.09
Heliotropium angiospermum	4.32	1.33	5.50	11.15
Tephrosia cinerea	4.32	1.19	3.67	9.18
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica IV. 5 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del SA.

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato herbáceo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Acanthocereus tetragonus* (25.21), *Nopalea inaperta* (22.09) y *Agave angustiflia* (19.37).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del SA:

Tabla IV. 8 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Alternanthera flavescens	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Anthurium schlechtendalii	4	0.0288	-3.5482	0.1021
Agave angustifolia	8	0.0576	-2.8550	0.1643
Ambrosia hispida	6	0.0432	-3.1427	0.1357
Flaveria linearis	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Melanthera nivea	8	0.0576	-2.8550	0.1643
Acanthocereus tetragonus	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Opuntia stricta	5	0.0360	-3.3250	0.1196
Selenicereus grandiflorus	5	0.0360	-3.3250	0.1196
Commelina erecta	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Distimake aegyptia	8	0.0576	-2.8550	0.1643
Ipomoea carnea	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Canavalia rosea	4	0.0288	-3.5482	0.1021
Chamaecrista nictitans	5	0.0360	-3.3250	0.1196
Waltheria indica	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Passiflora foetida	4	0.0288	-3.5482	0.1021

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Dactyloctenium aegyptium	5	0.0360	-3.3250	0.1196
Distichlis spicata	4	0.0288	-3.5482	0.1021
Portulaca oleracea	6	0.0432	-3.1427	0.1357
Tillandsia dasyliriifolia	7	0.0504	-2.9886	0.1505
Nopalea inaperta	6	0.0432	-3.1427	0.1357
Heliotropium angiospermum	6	0.0432	-3.1427	0.1357
Tephrosia cinerea	6	0.0432	-3.1427	0.1357
TOTAL	**139**	**1.0000**		**3.1116**

Tabla IV. 9 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del SA.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	23
H' CALCULADA	3.1116
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.1355
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9924
H MAX-H CAL	0.0239
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	4.4584

El estrato herbáceo posee una riqueza específica de 23 especies, las cuales poseen una Equidad de 0.9924, con el cual se infiere que la presencia de especies dominantes en el estrato es casi nula.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo es de 3.1355 y la H´ calculada es de 3.1116, lo que nos indica que el estrato herbáceo posee una diversidad media. En cuanto al Índice de Margalef, se calculó un valor de 4.4584, indicando una alta diversidad en el estrato herbáceo del SA.

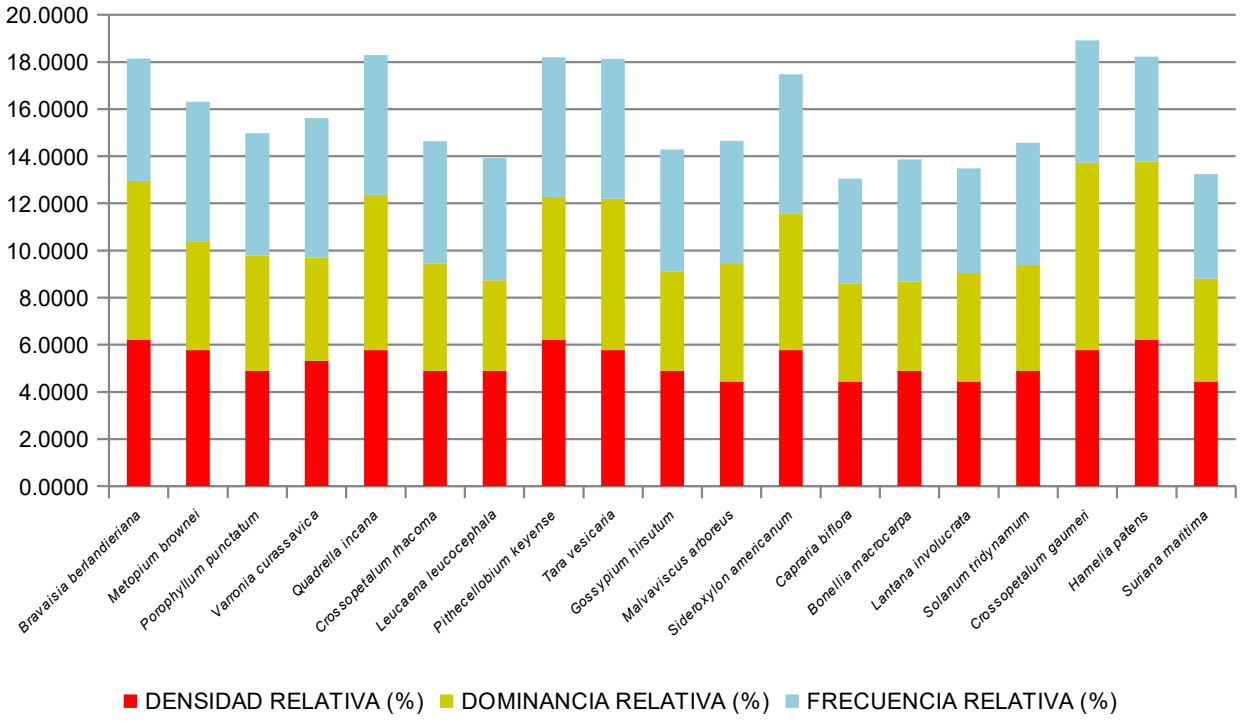
Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 19 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 10 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Bravaisia berlandieriana	6.2222	6.7347	5.1852	18.1421
Metopium brownei	5.7778	4.6095	5.9259	16.3132
Porophyllum punctatum	4.8889	4.9019	5.1852	14.9759
Varronia curassavica	5.3333	4.3598	5.9259	15.6190
Quadrella incana	5.7778	6.5865	5.9259	18.2902
Crossopetalum rhacoma	4.8889	4.5682	5.1852	14.6423
Leucaena leucocephala	4.8889	3.8459	5.1852	13.9199
Pithecellobium keyense	6.2222	6.0542	5.9259	18.2024
Tara vesicaria	5.7778	6.4200	5.9259	18.1237
Gossypium hirsutum	4.8889	4.2083	5.1852	14.2824
Malvaviscus arboreus	4.4444	5.0212	5.1852	14.6508
Sideroxylon americanum	5.7778	5.7770	5.9259	17.4807
Capraria biflora	4.4444	4.1585	4.4444	13.0474

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Bonellia macrocarpa	4.8889	3.7928	5.1852	13.8668
Lantana involucrata	4.4444	4.5997	4.4444	13.4886
Solanum tridynamum	4.8889	4.4955	5.1852	14.5695
Crossopetalum gaumeri	5.7778	7.9552	5.1852	18.9182
Hamelia patens	6.2222	7.5521	4.4444	18.2187
Suriana maritima	4.4444	4.3591	4.4444	13.2480
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica IV. 6 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del SA.

De las 19 especies registradas en el estrato arbustivo, se observa que predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR), entre las que se encuentran: *Crossopetalum gaumeri* (18.92), *Quadrella incana* (18.29) *y Hamelia patens* (18.22).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato arbustivo dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla IV. 11 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del SA

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Bravaisia berlandieriana	14	0.0622	-2.7770	0.1728
Metopium brownei	13	0.0578	-2.8512	0.1647
Porophyllum punctatum	11	0.0489	-3.0182	0.1476
Varronia curassavica	12	0.0533	-2.9312	0.1563
Quadrella incana	13	0.0578	-2.8512	0.1647
Crossopetalum rhacoma	11	0.0489	-3.0182	0.1476
Leucaena leucocephala	11	0.0489	-3.0182	0.1476

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Pithecellobium keyense	14	0.0622	-2.7770	0.1728
Tara vesicaria	13	0.0578	-2.8512	0.1647
Gossypium hirsutum	11	0.0489	-3.0182	0.1476
Malvaviscus arboreus	10	0.0444	-3.1135	0.1384
Sideroxylon americanum	13	0.0578	-2.8512	0.1647
Capraria biflora	10	0.0444	-3.1135	0.1384
Bonellia macrocarpa	11	0.0489	-3.0182	0.1476
Lantana involucrata	10	0.0444	-3.1135	0.1384
Solanum tridynamum	11	0.0489	-3.0182	0.1476
Crossopetalum gaumeri	13	0.0578	-2.8512	0.1647
Hamelia patens	14	0.0622	-2.7770	0.1728
Suriana maritima	10	0.0444	-3.1135	0.1384
TOTAL	**225**	**1.00**		**2.9372**

Tabla IV. 12 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	19
H' CALCULADA	2.9372
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.9444
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9976
H MAX-H CAL	0.0072
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	3.3234

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 19 especies, las cuales poseen un Índice de Equidad de 0.9976, con el cual se afirma que no hay una presencia marcada de especies dominantes en este estrato.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo dentro del SA es de 2.9444 y la H' calculada fue de 2.9372, lo que indica que el estrato arbustivo dentro del SA tiene una diversidad media, el índice de Margalef registró un valor de 3.3234 siendo este un valor de diversidad alto para este estrato.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

En los muestreos se registraron una especie catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010: *Gossypium hirsutum,* bajo la categoría de Protección especial (Pr).

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.

MUESTREOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en el Área de Influencia (AI). Se trazaron 9 cuadrantes de 25 m^2 (5 m x 5 m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo

Tabla IV. 13 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) en el AI.

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
1	1	256662.2703	2361048.8050
	2	256662.2703	2361053.8050
	3	256667.2703	2361053.8050
	4	256667.2703	2361048.8050
	1	256662.2703	2361048.8050
2	1	256658.1845	2361011.4255
	2	256658.1845	2361016.4255
	3	256663.1845	2361016.4255
	4	256663.1845	2361011.4255
	1	256658.1845	2361011.4255
3	1	256589.5000	2361004.5000
	2	256589.5000	2361009.5000
	3	256594.5000	2361009.5000
	4	256594.5000	2361004.5000
	1	256589.5000	2361004.5000
4	1	256658.7038	2360976.6359
	2	256658.7038	2360981.6359
	3	256663.7038	2360981.6359
	4	256663.7038	2360976.6359
	1	256658.7038	2360976.6359
5	1	256607.0000	2360978.5000
	2	256607.0000	2360983.5000

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
	3	256612.0000	2360983.5000
	4	256612.0000	2360978.5000
	1	256607.0000	2360978.5000
6	1	256669.2696	2360940.4780
	2	256669.2696	2360945.4780
	3	256674.2696	2360945.4780
	4	256674.2696	2360940.4780
	1	256669.2696	2360940.4780
7	1	256612.6677	2360944.7556
	2	256612.6677	2360949.7556
	3	256617.6677	2360949.7556
	4	256617.6677	2360944.7556
	1	256612.6677	2360944.7556
8	1	256669.5186	2360901.4831
	2	256669.5186	2360906.4831
	3	256674.5186	2360906.4831
	4	256674.5186	2360901.4831
	1	256669.5186	2360901.4831
9	1	256613.1666	2360894.6799
	2	256613.1666	2360899.6799
	3	256618.1666	2360899.6799
	4	256618.1666	2360894.6799
	1	256613.1666	2360894.6799

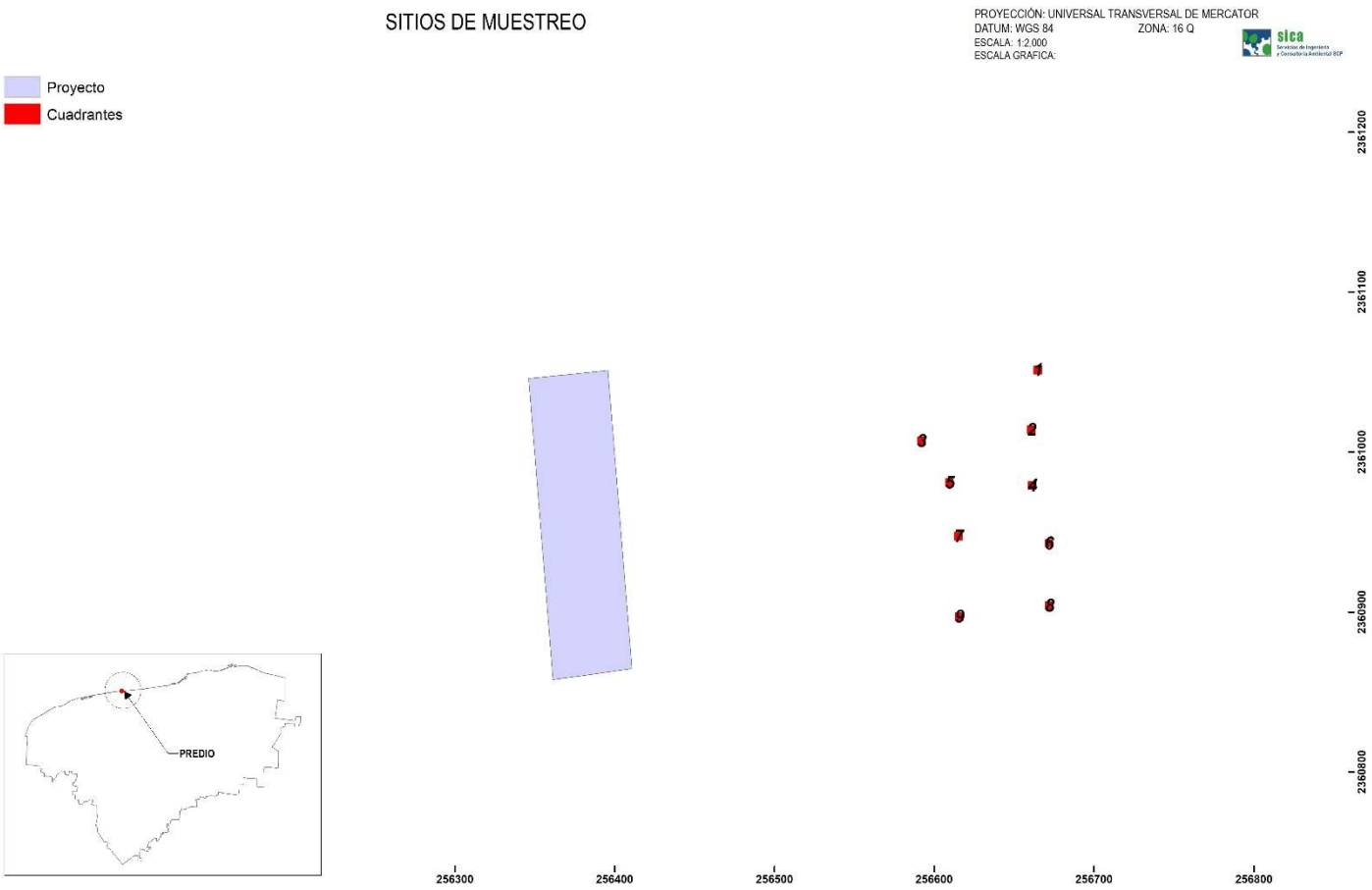


Figura IV. 17 Distribución de los sitios de muestreo dentro del AI.

Resultado de los muestreos y del análisis de composición

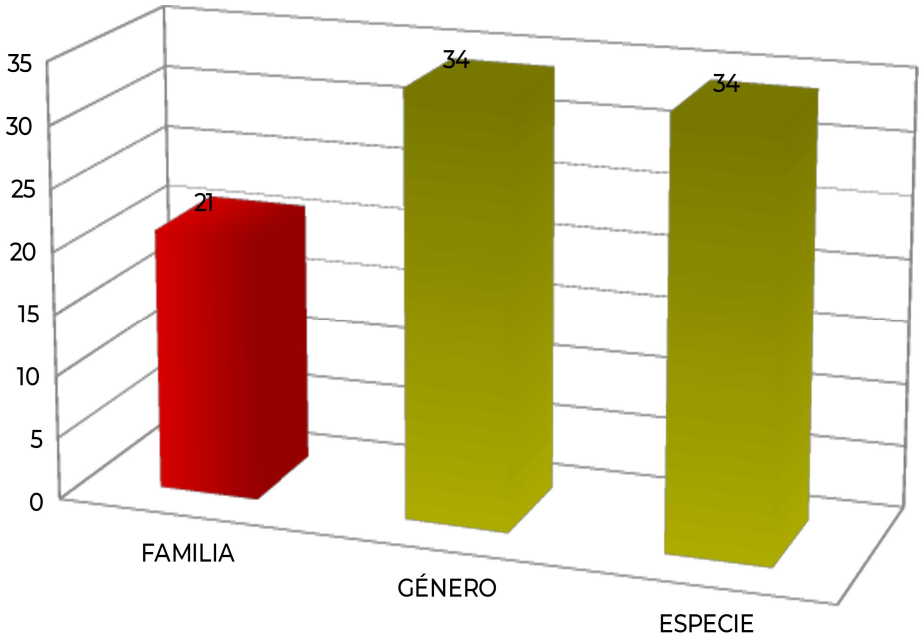
Listado de especies registradas

En total se observó en el AI la presencia de 35 especies de plantas pertenecientes a 34 géneros y 21 familias botánicas, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

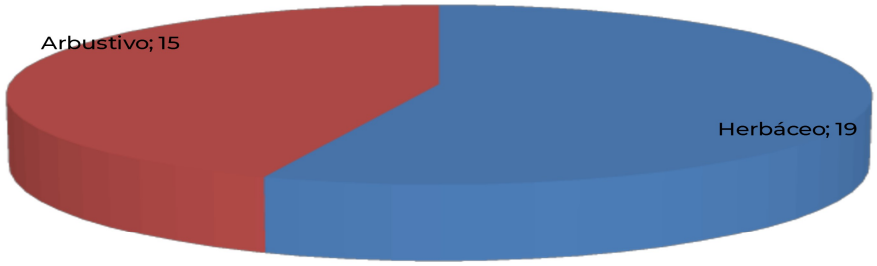
Tabla IV. 14 Listado de especies registradas en el SA.

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	CITES
Acanthaceae	*Bravaisia*	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	-	-
Amaranthaceae	*Alternanthera*	*Alternanthera flavescens*	ND	Nativa	-	-
Anacardiaceae	*Metopium*	*Metopium brownei*	Cheechem	Nativa	-	-
Araceae	*Anthurium*	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtúm	Nativa	-	-
Asparagaceae	*Agave*	*Agave angustifolia*	Ch'elem	Nativa	-	-
Asteraceae	*Ambrosia*	*Ambrosia hispida*	Muuch' kook	Nativa	-	-
Asteraceae	*Flaveria*	*Flaveria linearis*	K'an lool xiiw	Nativa	-	-
Asteraceae	*Melanthera*	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	-	-
Asteraceae	*Porophyllum*	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	-	-
Boraginaceae	*Varronia*	*Varronia curassavica*	Ak' k'opte	Nativa	-	-
Cactaceae	*Acanthocereus*	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	Nativa	-	-

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	CITES
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	-	CITES II
Cactaceae	*Selenicereus*	*Selenicereus grandiflorus*	Koj kaan	Endémica	-	CITES II
Capparaceae	*Quadrella*	*Quadrella incana*	Bojk'anche'	Nativa	-	-
Celastraceae	*Crossopetalum*	*Crossopetalum rhacoma*	ND	Nativa	-	-
Commelinaceae	*Commelina*	*Commelina erecta*	Paj ts'a	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Distimake*	*Distimake aegyptia*	Tso'ots' aak'	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea carnea*	Choko kat	Nativa	-	-
Fabaceae	*Canavalia*	*Canavalia rosea*	Frijolillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista*	*Chamaecrista nictitans*	Tamarindillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	-	-
Fabaceae	*Pithecellobium*	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Endémica	-	-
Fabaceae	*Tara*	*Tara vesicaria*	Ya'ax k'iin che'	Nativa	-	-
Malvaceae	*Gossypium*	*Gossypium hirsutum*	Taman ch'up	Nativa	Pr	-
Malvaceae	*Malvaviscus*	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	-	-
Malvaceae	*Waltheria*	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora*	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	-	-
Poaceae	*Dactyloctenium*	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk	Nativa	-	-
Poaceae	*Distichlis*	*Distichlis spicata*	Baakel aak'	Nativa	-	-
Portulacaceae	*Portulaca*	*Portulaca oleracea*	Xúukul	Nativa	-	-
Sapotaceae	*Sideroxylon*	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Endémica	-	-
Scrophulariaceae	*Capraria*	*Capraria biflora*	Boox	Nativa	-	-
Theophrastaceae	*Bonellia*	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	-	-
Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana involucrata*	Sikil ja' xiiw	Nativa	-	-



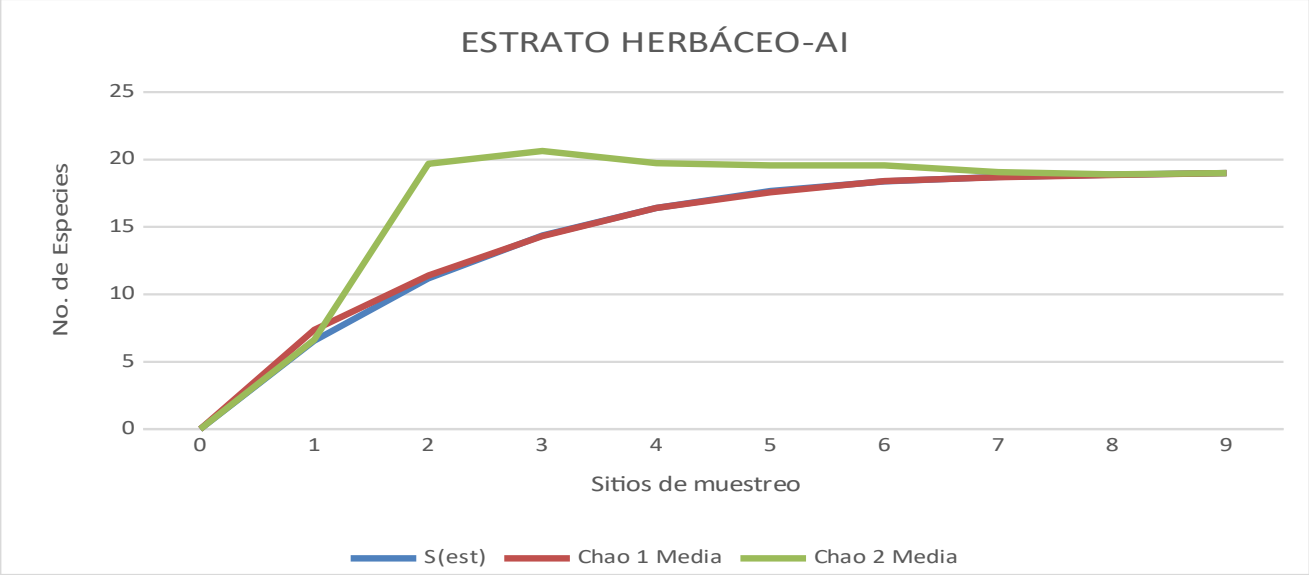
Gráfica IV. 7. Distribución taxonómica de las especies registradas en el AI.



Gráfica IV. 8. Distribución por estrato de las especies registradas en el AI.

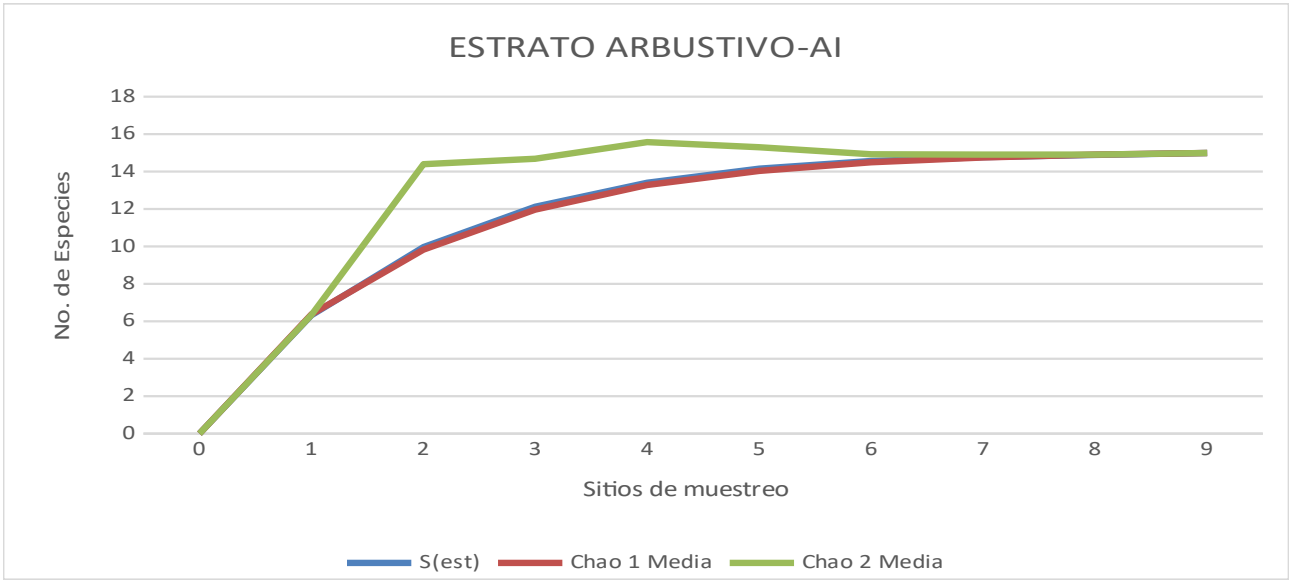
Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA por estrato.



Gráfica IV. 9 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el AI. Estrato herbáceo.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 6, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir del sitio 8.



Gráfica IV. 10 Curva de acumulación para los 10 sitios de muestreo realizados en el AI. Estrato arbustivo.

La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 7, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir del sitio 8.

Resultados del muestreo de diversidad

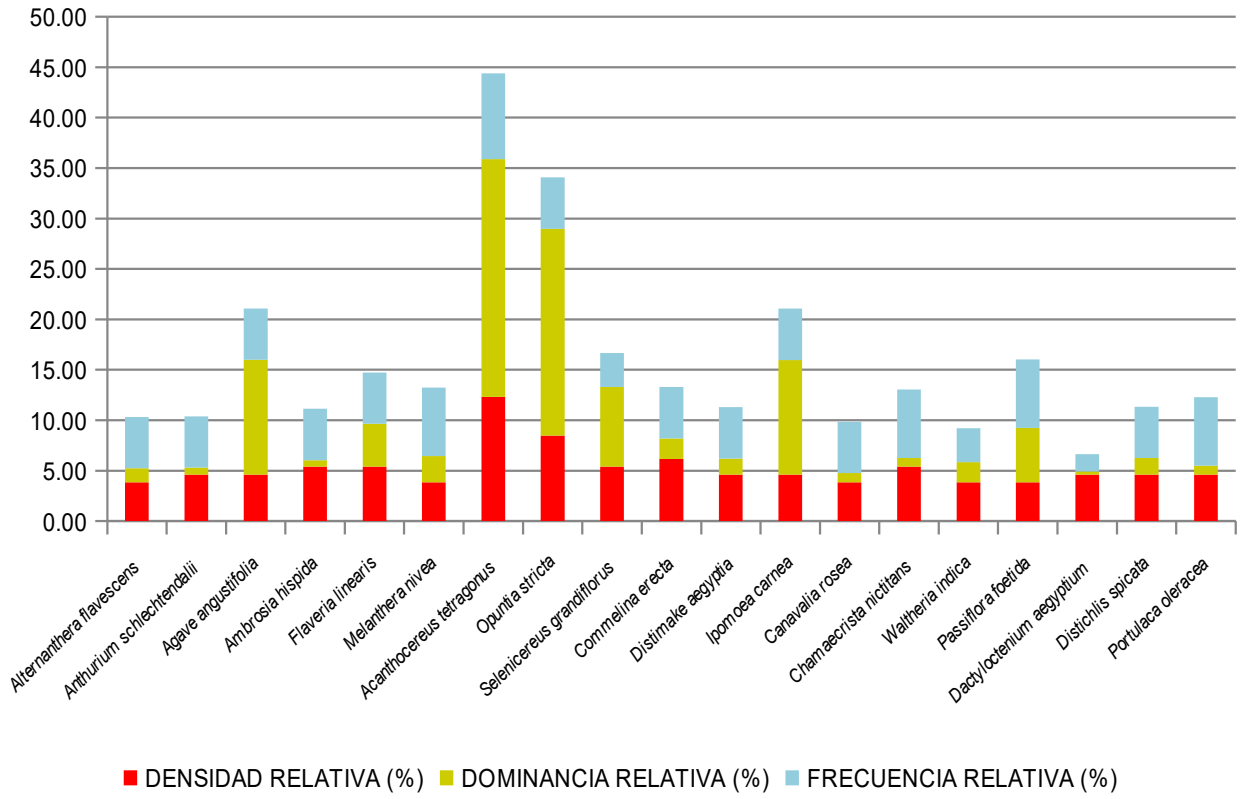
A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área de influencia.

Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del área de influencia se registraron 19 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV. 15 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo en el AI.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Alternanthera flavescens	3.85	1.40	5.08	10.33
Anthurium schlechtendalii	4.62	0.68	5.08	10.38
Agave angustifolia	4.62	11.37	5.08	21.07
Ambrosia hispida	5.38	0.66	5.08	11.13
Flaveria linearis	5.38	4.27	5.08	14.74
Melanthera nivea	3.85	2.60	6.78	13.22
Acanthocereus tetragonus	12.31	23.59	8.47	44.37
Opuntia stricta	8.46	20.52	5.08	34.06
Selenicereus grandiflorus	5.38	7.90	3.39	16.68
Commelina erecta	6.15	2.04	5.08	13.28
Distimake aegyptia	4.62	1.60	5.08	11.30
Ipomoea carnea	4.62	11.36	5.08	21.06
Canavalia rosea	3.85	0.91	5.08	9.84
Chamaecrista nictitans	5.38	0.88	6.78	13.04
Waltheria indica	3.85	1.98	3.39	9.22
Passiflora foetida	3.85	5.40	6.78	16.02
Dactyloctenium aegyptium	4.62	0.31	1.69	6.62
Distichlis spicata	4.62	1.63	5.08	11.33
Portulaca oleracea	4.62	0.89	6.78	12.29
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica IV. 11 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del AI.

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato herbáceo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Acanthocereus tetragonus* (44.37), *Opuntia stricta* (34.06) y *Agave angustifolia* (21.07).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del AI:

Tabla IV. 16 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del AI.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Alternanthera flavescens	5	0.0385	-3.2581	0.1253
Anthurium schlechtendalii	6	0.0462	-3.0758	0.1420
Agave angustifolia	6	0.0462	-3.0758	0.1420
Ambrosia hispida	7	0.0538	-2.9216	0.1573
Flaveria linearis	7	0.0538	-2.9216	0.1573
Melanthera nivea	5	0.0385	-3.2581	0.1253
Acanthocereus tetragonus	16	0.1231	-2.0949	0.2578
Opuntia stricta	11	0.0846	-2.4696	0.2090
Selenicereus grandiflorus	7	0.0538	-2.9216	0.1573
Commelina erecta	8	0.0615	-2.7881	0.1716
Distimake aegyptia	6	0.0462	-3.0758	0.1420
Ipomoea carnea	6	0.0462	-3.0758	0.1420
Canavalia rosea	5	0.0385	-3.2581	0.1253
Chamaecrista nictitans	7	0.0538	-2.9216	0.1573
Waltheria indica	5	0.0385	-3.2581	0.1253
Passiflora foetida	5	0.0385	-3.2581	0.1253
Dactyloctenium aegyptium	6	0.0462	-3.0758	0.1420
Distichlis spicata	6	0.0462	-3.0758	0.1420
Portulaca oleracea	6	0.0462	-3.0758	0.1420
TOTAL	**130**	**1.0000**		**2.8879**

Tabla IV. 17 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del AI.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	19
H' CALCULADA	2.8879
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.9444
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9808
H MAX-H CAL	0.0565
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	3.6980

El estrato herbáceo posee una riqueza específica de 19 especies, las cuales poseen una Equidad de 0.9808, con el cual se infiere que la presencia de especies dominantes en el estrato es casi nula.

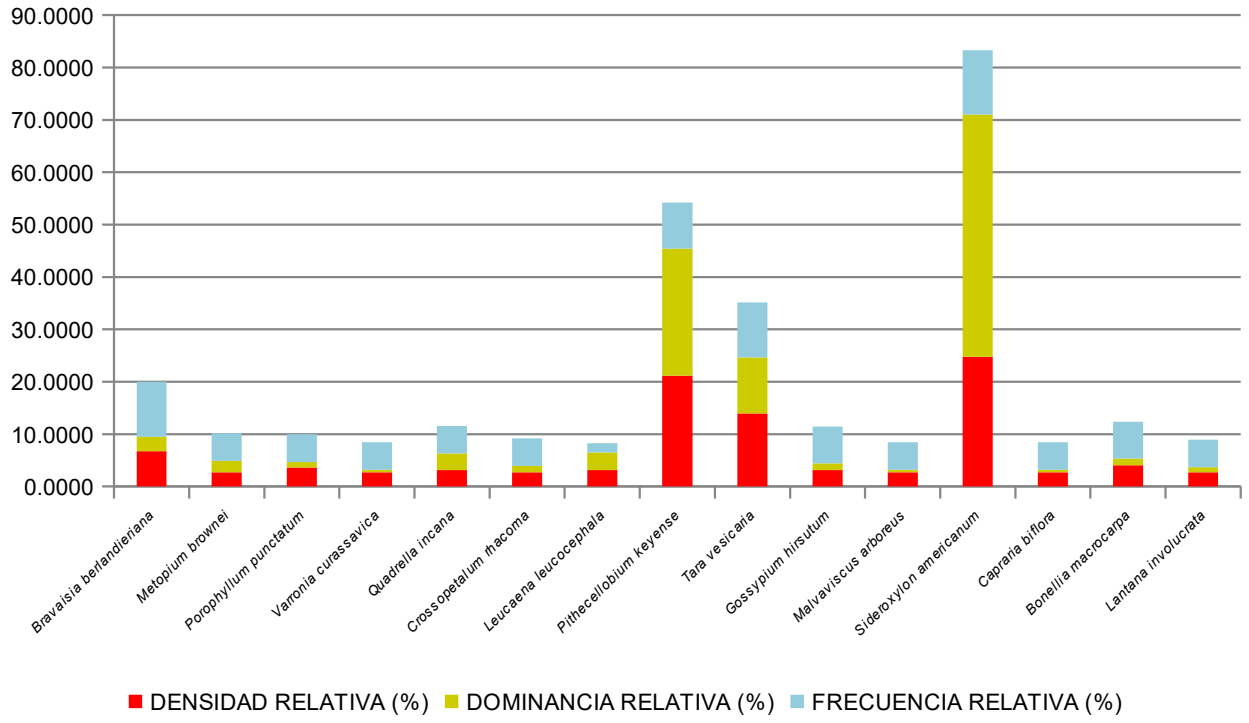
La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo es de 2.9444 y la H´ calculada es de 2.8879, lo que nos indica que el estrato herbáceo posee una diversidad media. En cuanto al Índice de Margalef, se calculó un valor de 3.6980, indicando una alta diversidad en el estrato herbáceo del AI.

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 15 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 18 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el AI.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Bravaisia berlandieriana	6.7568	2.7342	10.5263	20.0172
Metopium brownei	2.7027	2.2124	5.2632	10.1782
Porophyllum punctatum	3.6036	1.0853	5.2632	9.9521
Varronia curassavica	2.7027	0.5009	5.2632	8.4668
Quadrella incana	3.1532	3.1725	5.2632	11.5888
Crossopetalum rhacoma	2.7027	1.2105	5.2632	9.1764
Leucaena leucocephala	3.1532	3.3603	1.7544	8.2678
Pithecellobium keyense	21.1712	24.2476	8.7719	54.1907
Tara vesicaria	13.9640	10.6862	10.5263	35.1764
Gossypium hirsutum	3.1532	1.2940	7.0175	11.4647
Malvaviscus arboreus	2.7027	0.5009	5.2632	8.4668
Sideroxylon americanum	24.7748	46.2302	12.2807	83.2857
Capraria biflora	2.7027	0.5009	5.2632	8.4668
Bonellia macrocarpa	4.0541	1.2623	7.0175	12.3339
Lantana involucrata	2.7027	1.0018	5.2632	8.9677
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica IV. 12 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del AI.

De las 26 especies registradas en el estrato arbustivo, se observa que predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR), entre las que se encuentran: *Sideroxylon americanum* (83.29), *Pithecellobium keyense* (54.19) *y Tara vesicaria* (35.18).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato arbustivo dentro del AI:

Tabla IV. 19 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del AI

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Bravaisia berlandieriana	15	0.0676	-2.6946	0.1821
Metopium brownei	6	0.0270	-3.6109	0.0976
Porophyllum punctatum	8	0.0360	-3.3232	0.1198
Varronia curassavica	6	0.0270	-3.6109	0.0976
Quadrella incana	7	0.0315	-3.4568	0.1090
Crossopetalum rhacoma	6	0.0270	-3.6109	0.0976
Leucaena leucocephala	7	0.0315	-3.4568	0.1090
Pithecellobium keyense	47	0.2117	-1.5525	0.3287
Tara vesicaria	31	0.1396	-1.9687	0.2749
Gossypium hirsutum	7	0.0315	-3.4568	0.1090
Malvaviscus arboreus	6	0.0270	-3.6109	0.0976
Sideroxylon americanum	55	0.2477	-1.3953	0.3457
Capraria biflora	6	0.0270	-3.6109	0.0976
Bonellia macrocarpa	9	0.0405	-3.2055	0.1300
Lantana involucrata	6	0.0270	-3.6109	0.0976
TOTAL	**222**	**1.00**		**2.2936**

Tabla IV. 20 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del AI.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	15
H' CALCULADA	2.2936
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.7081
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8470
H MAX-H CAL	0.4144
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	2.5913

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 19 especies, las cuales poseen un Índice de Equidad de 0.8470, con el cual se afirma que no hay una presencia marcada de especies dominantes en este estrato. Sin embargo, se detona la dominancia de especies como *Sideroxylon americanum* (83.29), *Pithecellobium keyense* (54.19) *y Tara vesicaria* (35.18).

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo dentro del AI es de 2.7081 y la H' calculada fue de 2.2936, lo que indica que el estrato arbustivo dentro del AI tiene una diversidad media, el índice de Margalef registró un valor de2.5913 siendo este un valor de diversidad media para este estrato.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

En los muestreos se registraron una especie catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010: *Gossypium hirsutum,* bajo la categoría de Protección especial (Pr).

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo. Se trazaron 9 cuadrantes de 25 m^2 (5 m x 5 m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo

Tabla IV. 21 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
1	1	256365.5000	2360918.5000
	2	256365.5000	2360923.5000
	3	256370.5000	2360923.5000
	4	256370.5000	2360918.5000
	1	256365.5000	2360918.5000
2	1	256387.5000	2360932.5000
	2	256387.5000	2360937.5000
	3	256392.5000	2360937.5000
	4	256392.5000	2360932.5000
	1	256387.5000	2360932.5000
3	1	256387.5000	2360958.5000
	2	256387.5000	2360963.5000
	3	256392.5000	2360963.5000
	4	256392.5000	2360958.5000
	1	256387.5000	2360958.5000
4	1	256370.5000	2360943.5000
	2	256370.5000	2360948.5000
	3	256375.5000	2360948.5000
	4	256375.5000	2360943.5000
	1	256370.5000	2360943.5000
5	1	256360.7297	2360969.4223
	2	256360.7297	2360974.4223
	3	256365.7297	2360974.4223
	4	256365.7297	2360969.4223

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
	1	256360.7297	2360969.4223
6	1	256383.5000	2360978.5000
	2	256383.5000	2360983.5000
	3	256388.5000	2360983.5000
	4	256388.5000	2360978.5000
	1	256383.5000	2360978.5000
7	1	256375.5000	2360992.5000
	2	256375.5000	2360997.5000
	3	256380.5000	2360997.5000
	4	256380.5000	2360992.5000
	1	256375.5000	2360992.5000
8	1	256381.4338	2361034.3598
	2	256381.4338	2361039.3598
	3	256386.4338	2361039.3598
	4	256386.4338	2361034.3598
	1	256381.4338	2361034.3598
9	1	256383.8645	2360896.7279
	2	256383.8645	2360901.7279
	3	256388.8645	2360901.7279
	4	256388.8645	2360896.7279
	1	256383.8645	2360896.7279

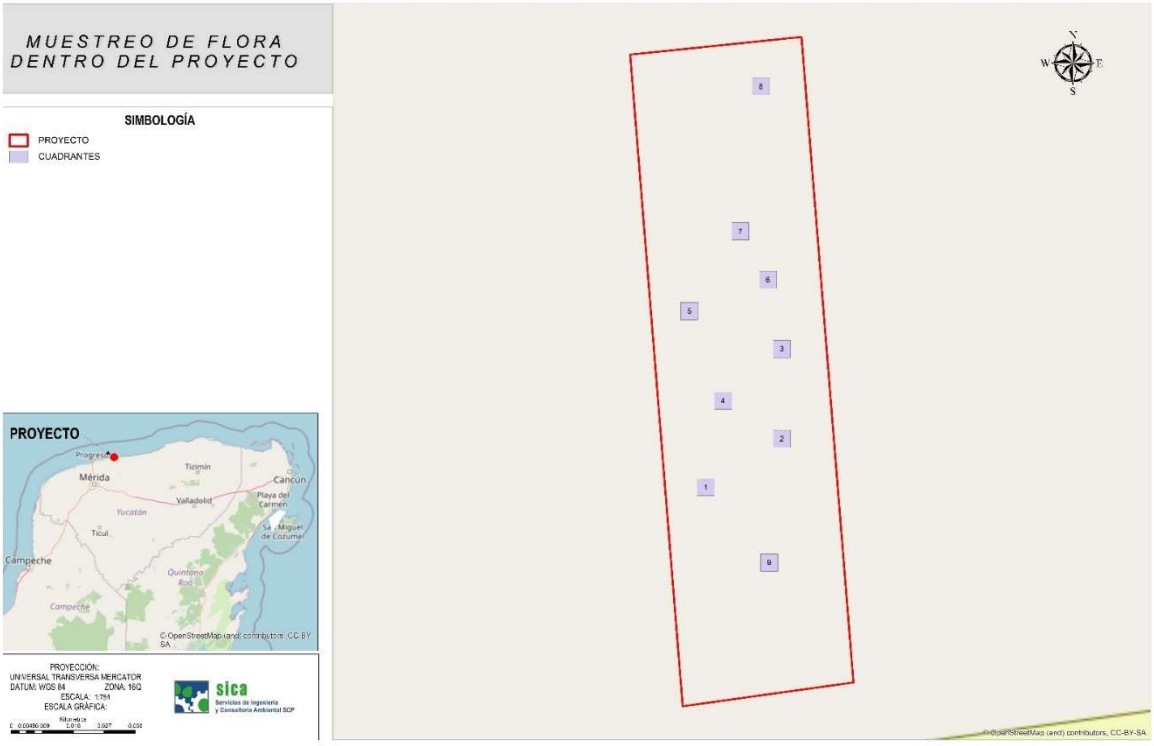


Figura IV. 18 Distribución de los sitios de muestreo dentro del proyecto.

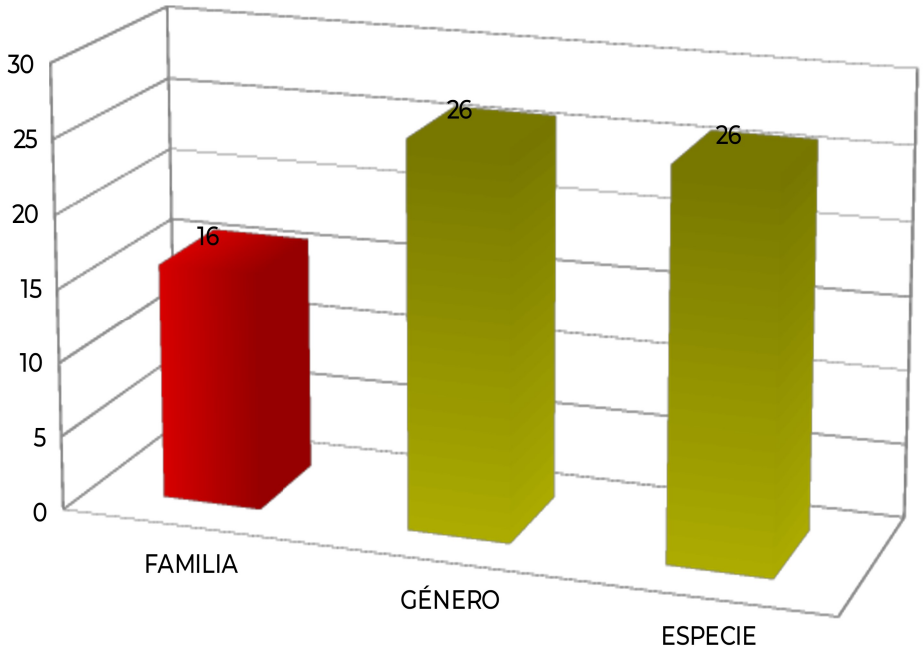
Resultado de los muestreos y del análisis de composición

Listado de especies registradas

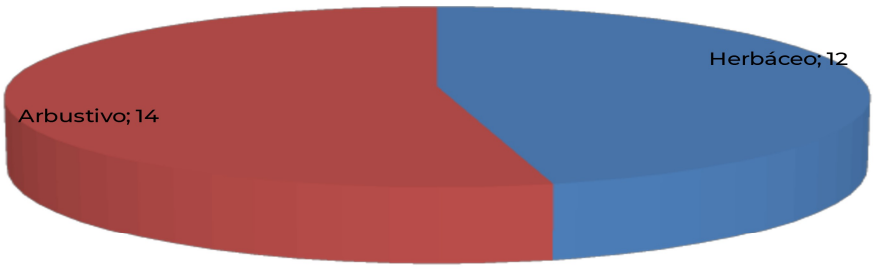
En total se observó en el área del proyecto la presencia de 26 especies de plantas pertenecientes a 26 géneros y 16 familias botánicas, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla IV. 22 Listado de especies registradas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	CITES
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	-	-
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	ND	Nativa	-	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtúm	Nativa	-	-
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	Nativa	-	-
Asteraceae	*Flaveria linearis*	K'an lool xiiw	Nativa	-	-
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	-	-
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	-	-
Boraginaceae	*Varronia curassavica*	Ak' k'opte	Nativa	-	-
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	Nativa	-	-
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	-	CITES II
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Koj kaan	Endémica	-	CITES II
Capparaceae	*Quadrella incana*	Bojk'anche'	Nativa	-	-
Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma*	ND	Nativa	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista nictitans*	Tamarindillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	-	-
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Endémica	-	-
Fabaceae	*Tara vesicaria*	Ya'ax k'iin che'	Nativa	-	-
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Taman ch'up	Nativa	Protección especial	-
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	-	-
Malvaceae	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	-	-
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk	Nativa	-	-
Poaceae	*Distichlis spicata*	Baakel aak'	Nativa	-	-
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Endémica	-	-
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Boox	Nativa	-	-
Theophrastaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	-	-
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Sikil ja' xiiw	Nativa	-	-



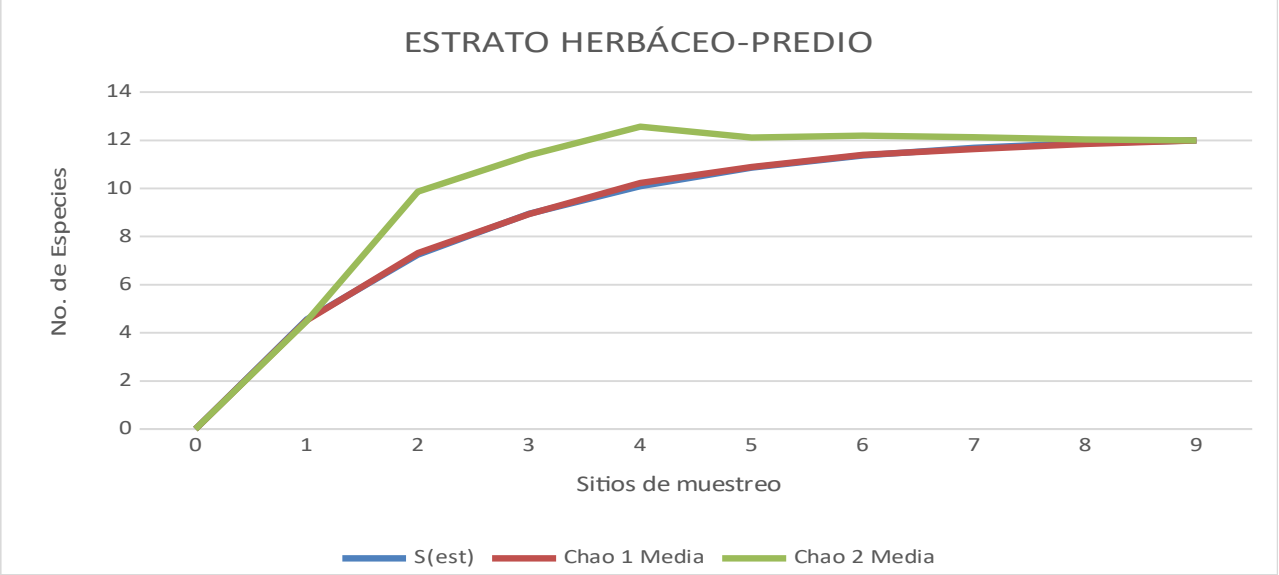
Gráfica IV. 13 Distribución taxonómica registrada en el área del proyecto.



Gráfica IV. 14 Distribución de las especies por estrato en el área del proyecto.

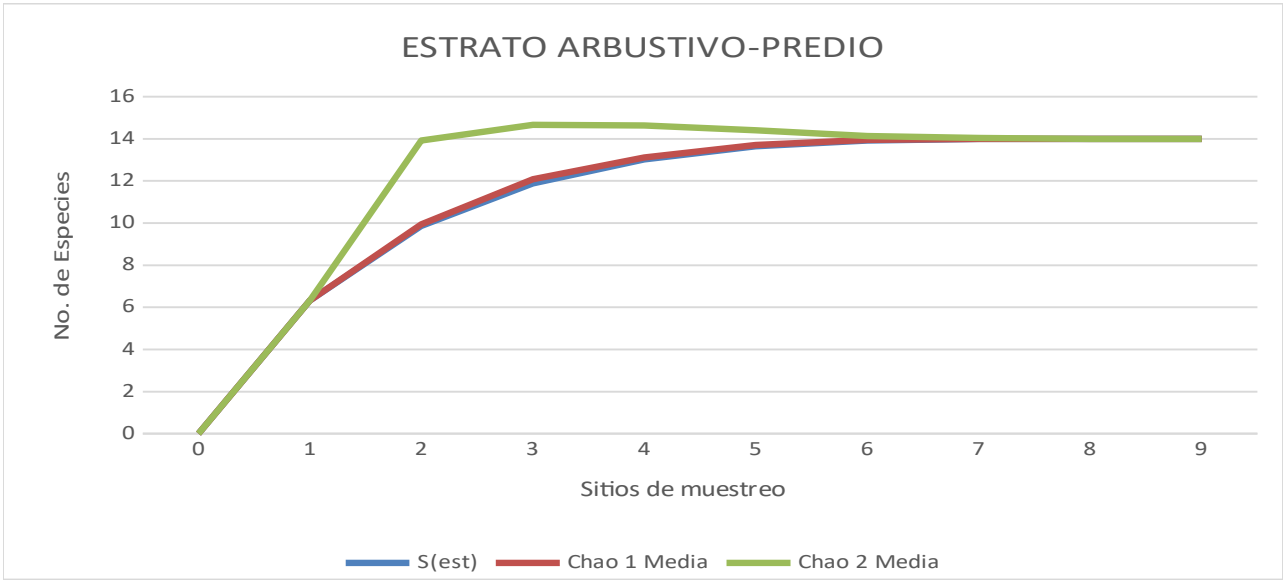
Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.



Gráfica IV. 15 Curva de acumulación para los nueve sitios de muestreo realizados en el área del proyecto. Estrato herbáceo.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 5, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 6 y 7.



Gráfica IV. 16 Curva de acumulación para los nueve sitios de muestreo realizados en el área del proyecto. Estrato arbustivo.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 5, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 7 y 8.

Resultados del muestreo de diversidad

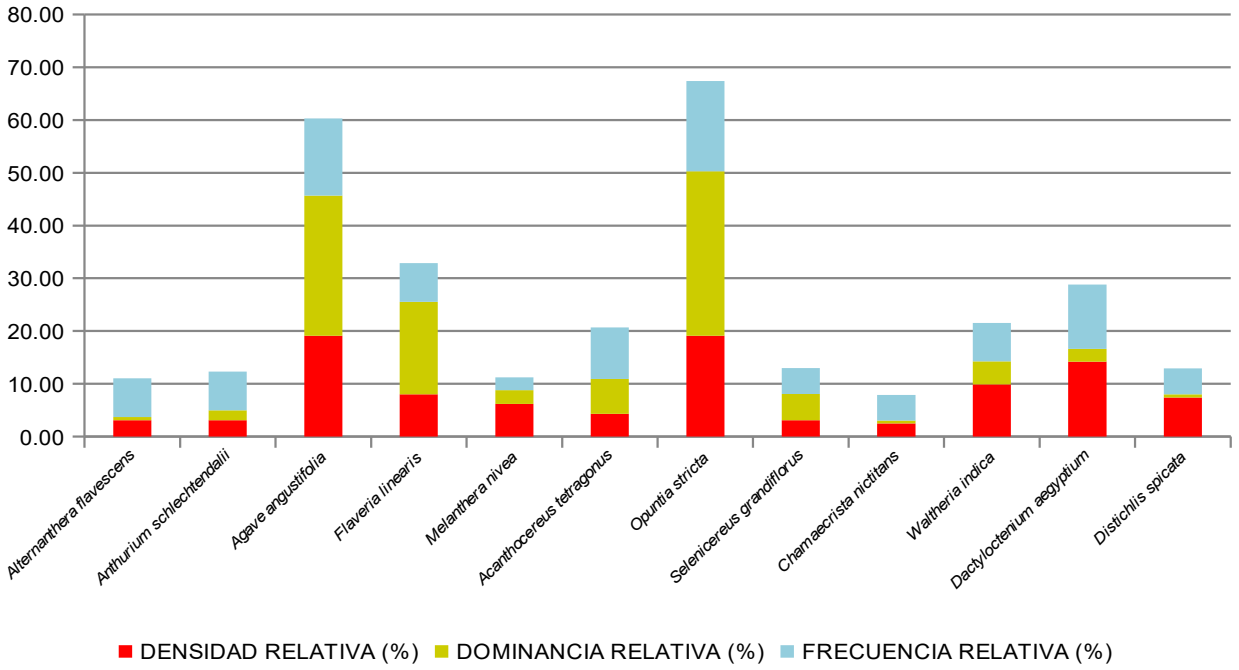
A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del área del proyecto bajo estudio se registraron 12 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV. 23 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Alternanthera flavescens	3.09	0.64	7.32	11.05
Anthurium schlechtendalii	3.09	1.90	7.32	12.30
Agave angustifolia	19.14	26.52	14.63	60.29
Flaveria linearis	8.02	17.50	7.32	32.85
Melanthera nivea	6.17	2.64	2.44	11.25
Acanthocereus tetragonus	4.32	6.63	9.76	20.70
Opuntia stricta	19.14	31.17	17.07	67.38
Selenicereus grandiflorus	3.09	5.01	4.88	12.97
Chamaecrista nictitans	2.47	0.57	4.88	7.92
Waltheria indica	9.88	4.37	7.32	21.56
Dactyloctenium aegyptium	14.20	2.43	12.20	28.82
Distichlis spicata	7.41	0.62	4.88	12.91
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica IV. 17 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato herbáceo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Opuntia stricta* (67.38), *Agave angustifolia* (60.29) y *Flaveria linearis* (32.85).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla IV. 24 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del área del proyecto bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Alternanthera flavescens	5	0.0309	-3.4782	0.1074
Anthurium schlechtendalii	5	0.0309	-3.4782	0.1074
Agave angustifolia	31	0.1914	-1.6536	0.3164
Flaveria linearis	13	0.0802	-2.5226	0.2024
Melanthera nivea	10	0.0617	-2.7850	0.1719
Acanthocereus tetragonus	7	0.0432	-3.1417	0.1358
Opuntia stricta	31	0.1914	-1.6536	0.3164
Selenicereus grandiflorus	5	0.0309	-3.4782	0.1074
Chamaecrista nictitans	4	0.0247	-3.7013	0.0914
Waltheria indica	16	0.0988	-2.3150	0.2286
Dactyloctenium aegyptium	23	0.1420	-1.9521	0.2772
Distichlis spicata	12	0.0741	-2.6027	0.1928
TOTAL	**111**	**1.0000**		**2.1649**

Tabla IV. 25 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del área del proyecto bajo estudio.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	12
H' CALCULADA	2.2550
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.4849
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9075
H MAX-H CAL	0.2299
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	2.1621

El estrato herbáceo posee una riqueza específica de 12 especies, presentando un índice de diversidad H' calculada de 2.2550, lo que nos indica una diversidad media para el estrato herbáceo. La máxima diversidad que se puede alcanzar este estrato es de 2.4859. El Índice de Margalef dio un valor de 2.1621, que indica una diversidad media en el estrato herbáceo.

El índice de equidad de 0.9075 nos indica que este estrato está cercano a alcanzar una diversidad equiabundante, es decir, con poca presencia de especies dominantes.

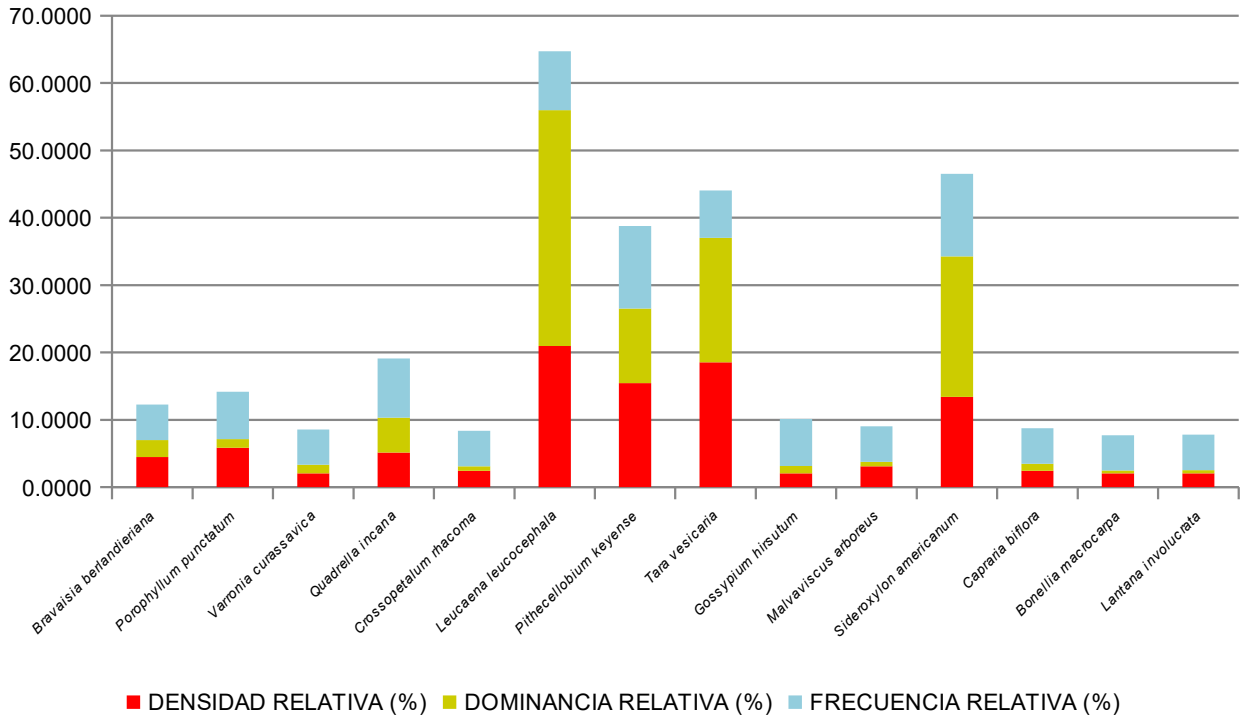
Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 14 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 26 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el área del proyecto bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Bravaisia berlandieriana	4.4674	2.5168	5.2632	12.2474
Porophyllum punctatum	5.8419	1.2915	7.0175	14.1510
Varronia curassavica	2.0619	1.2584	5.2632	8.5834
Quadrella incana	5.1546	5.1661	8.7719	19.0927
Crossopetalum rhacoma	2.4055	0.7120	5.2632	8.3807

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Leucaena leucocephala	20.9622	35.0006	8.7719	64.7348
Pithecellobium keyense	15.4639	11.0443	12.2807	38.7889
Tara vesicaria	18.5567	18.4789	7.0175	44.0531
Gossypium hirsutum	2.0619	1.0763	7.0175	10.1557
Malvaviscus arboreus	3.0928	0.6789	5.2632	9.0348
Sideroxylon americanum	13.4021	20.8633	12.2807	46.5460
Capraria biflora	2.4055	1.0597	5.2632	8.7284
Bonellia macrocarpa	2.0619	0.3974	5.2632	7.7224
Lantana involucrata	2.0619	0.4557	5.2632	7.7807
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica IV. 18 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.

De las 16 especies registradas en el estrato arbustivo, se observa que predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR), entre las que se encuentran: *Leucaena leuchocephala* (64.73), *Sideroxylon americanum* (46.55), y *Tara vesicaria* (44.05).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato arbustivo dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla IV. 27 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del área del proyecto bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Bravaisia berlandieriana	13.0000	0.0447	-3.1084	0.1389
Porophyllum punctatum	17.0000	0.0584	-2.8401	0.1659
Varronia curassavica	6.0000	0.0206	-3.8816	0.0800

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Quadrella incana	15.0000	0.0515	-2.9653	0.1528
Crossopetalum rhacoma	7.0000	0.0241	-3.7274	0.0897
Leucaena leucocephala	61.0000	0.2096	-1.5624	0.3275
Pithecellobium keyense	45.0000	0.1546	-1.8667	0.2887
Tara vesicaria	54.0000	0.1856	-1.6843	0.3126
Gossypium hirsutum	6.0000	0.0206	-3.8816	0.0800
Malvaviscus arboreus	9.0000	0.0309	-3.4761	0.1075
Sideroxylon americanum	39.0000	0.1340	-2.0098	0.2693
Capraria biflora	7.0000	0.0241	-3.7274	0.0897
Bonellia macrocarpa	6.0000	0.0206	-3.8816	0.0800
Lantana involucrata	6.0000	0.0206	-3.8816	0.0800
TOTAL	**162**	**1.0000**		**2.1760**

Tabla IV. 28 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del área del proyecto bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	14
H' CALCULADA	2.2627
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.6391
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8574
H MAX-H CAL	0.3764
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	2.2914

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 14 especies, las cuales presentan una equidad de 0.8574, con el cual se confirma la baja presencia de especies dominantes en este estrato.

La diversidad H' calculada para el estrato es de 2.2627, lo que indica que el área del proyecto tiene una diversidad media. La máxima diversidad que se puede alcanzar en el estrato arbustivo es de 2.6391. Para el Índice de Margalef se calculó un valor de 2.2914, lo que indica que el estrato arbustivo tiene una diversidad media.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

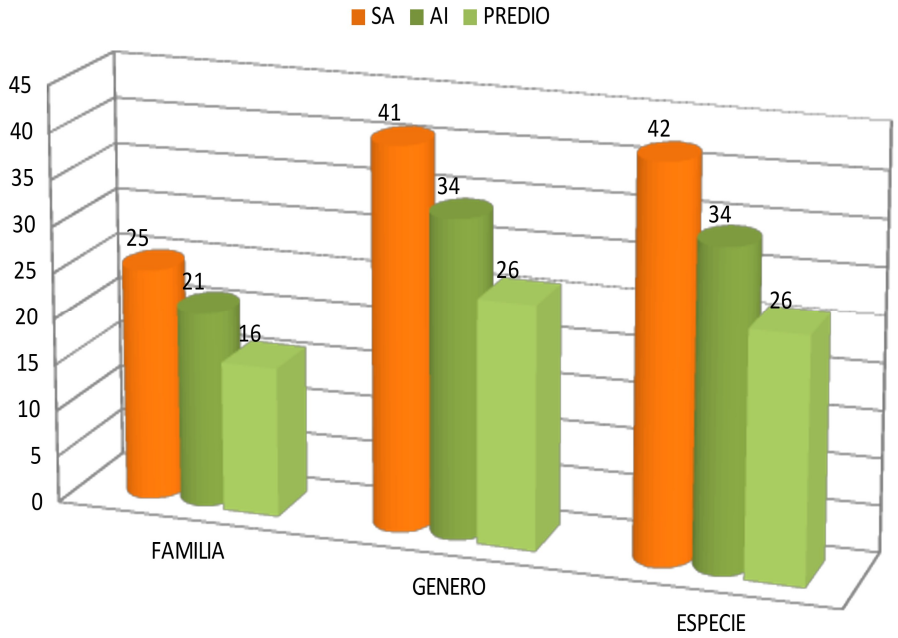
En los muestreos se registró una especie catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010: *Gossypium hirsutum,* bajo la categoría de protección especial.

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.

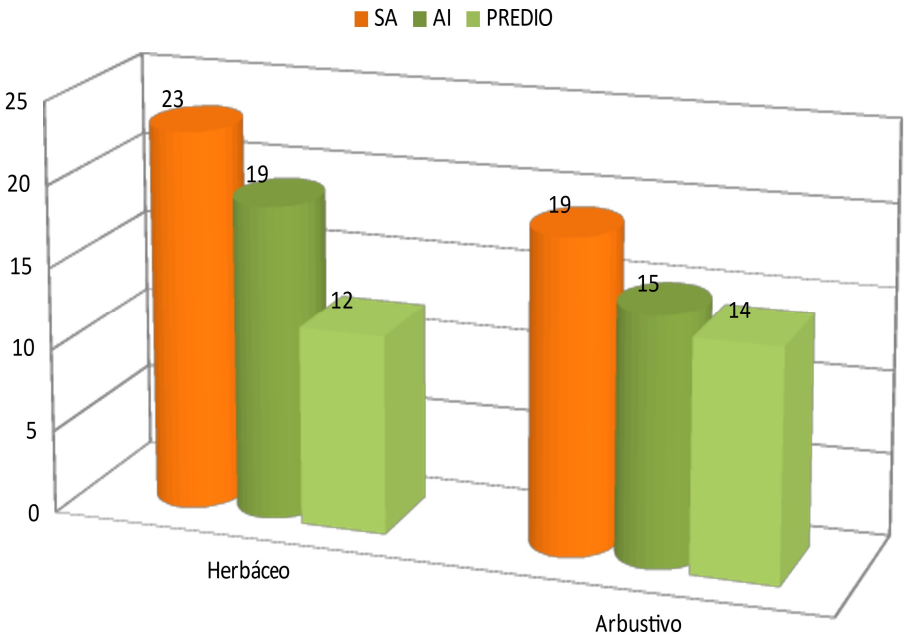
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ENTRE EL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y EL PREDIO

Los muestreos realizados en el SA dieron como resultado un total de 42 especies pertenecientes a 41 géneros y a 25 familias botánicas y en el AI se dio un total de 34 especies pertenecientes a 34 géneros y 21 familias, mientras que dentro del predio se registraron 26 especies pertenecientes a 26 géneros y a 16 familias botánicas. Estos resultados indican que la composición florística del SA y el AI presentó una mayor riqueza a comparación del área del proyecto, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:



Gráfica IV. 19 Riqueza florística entre el SA y el predio.

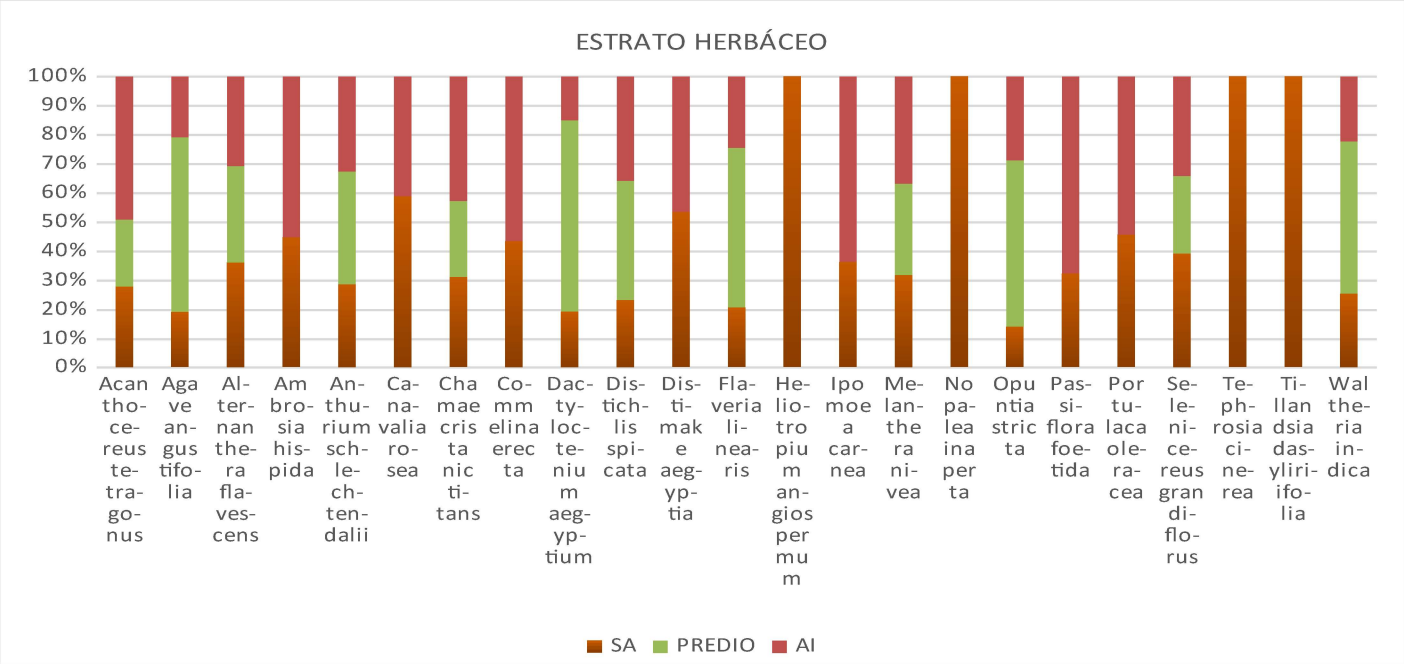
En la siguiente gráfica se presenta la comparación entre la riqueza de especies de cada estrato florístico entre el SA, el AI y el predio. Como se observa, en todos los estratos la riqueza de especies fue mayor en el SA y el AI a comparación del predio.



Gráfica IV. 20 Riqueza florística de cada estrato entre el SA, el AI y el predio.

Con base en los resultados obtenidos, se presentan los siguientes datos comparativos por estrato:

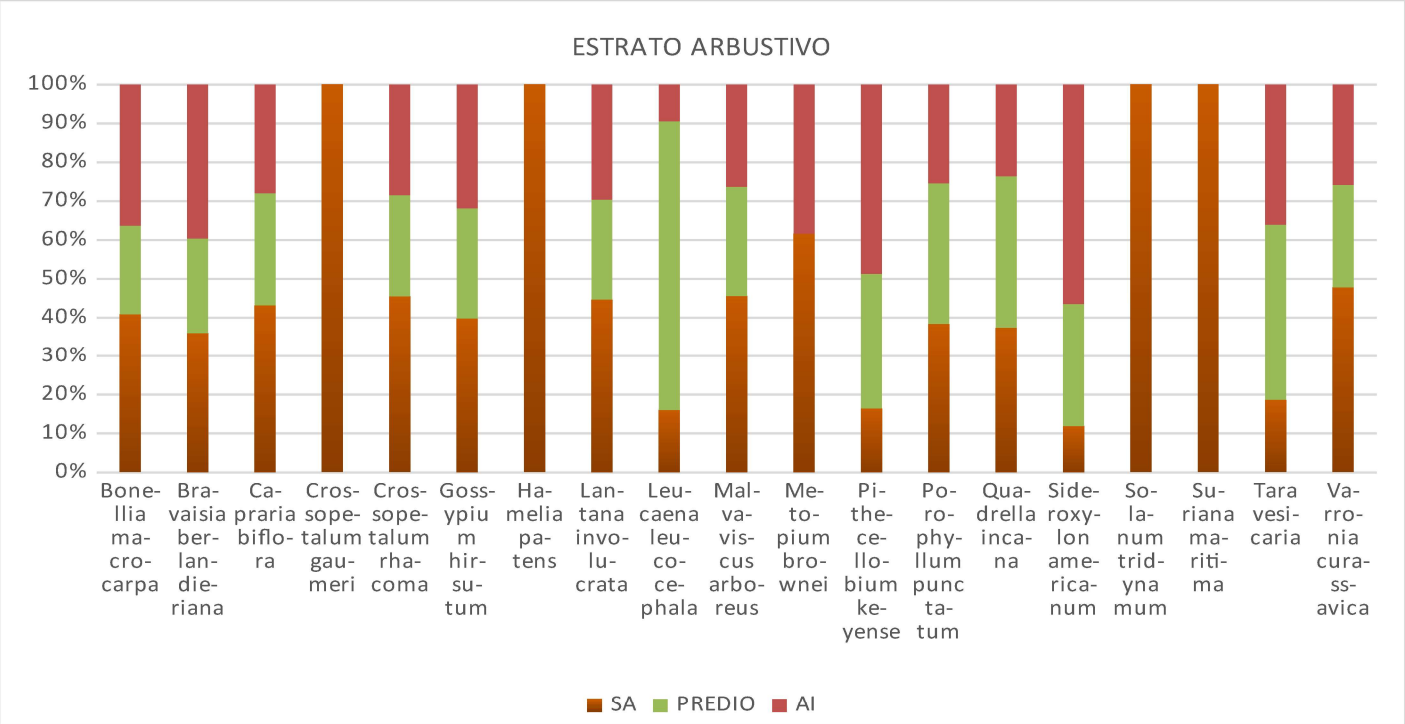
Estrato herbáceo. En el estrato herbáceo se registraron 23 especies dentro del SA y 19 en el IA mientras que dentro del predio se observaron únicamente 12. Esto indica que en el SA hay una mayor riqueza con respecto al AI y al área del proyecto; sin embargo, el AI sigue siendo más rico que el proyecto. Es importante destacar que las 12 especies presentes en el área del proyecto también están registradas tanto dentro del SA como en el AI. La comparación de los Valores de Importancia Relativa de cada especie entre el SA, el AI y el predio se pueden observar en la siguiente gráfica:



Gráfica IV. 21 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato herbáceo.

En cuanto las especies de mayor importancia para el SA son *Acanthocereus tetragonus*, *Nopalea inaperta* y *Agave angustifolia,* en el AI son *Acanthocereus tetragonus*, *Opuntia stricta* y *Agave angustifolia*, mientras que para el área del proyecto son *Opuntia stricta*, *Agave angustifolia* y *Flaveria linearis*. Como se observa, tanto en el SA, el AI como en el área del proyecto, se comparten especies importantes.

Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo del SA se registraron un total de 19 especies y en el AI 15 especies mientras que en el área del proyecto se registraron 14 especies. Tanto en el SA y el AI como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron cinco especies que no fueron registradas en el área del proyecto, y en el AI fue una especie.

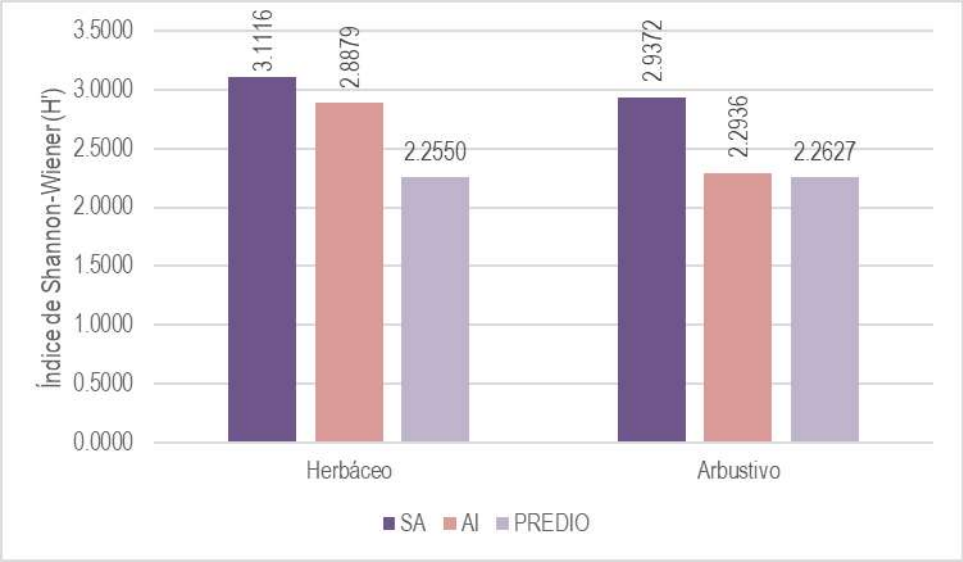


Gráfica IV. 22 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbustivo.

En cuanto a las especies de mayor importancia para el SA, están *Crossopetalum gaumeri, Quadrella incana* y *Hamelia patens*; para el AI están *Sideroxylon americanum*, *Pithecellobium keyense* y *Tara vesicaria*, y para el área del proyecto están *Leucaena leucocephala*, *Sideroxylon americanum* y *Tara vesicaria*. Como se puede observar, se comparten tres especies con los mayores valores de importancia relativa entre el AI y el predio.

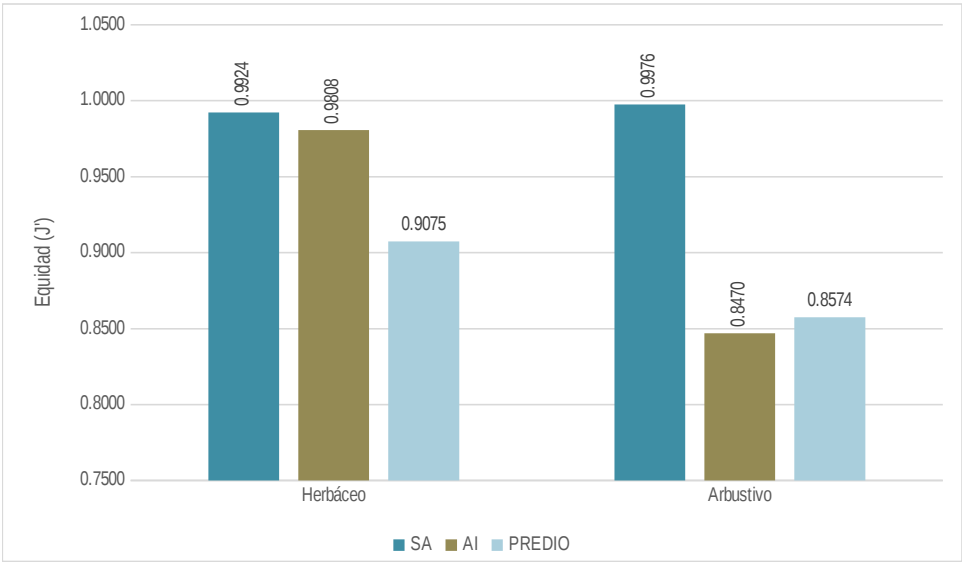
De acuerdo con los datos analizados, se puede inferir que la composición florística del área del proyecto se encuentra bien representada en todos los estratos del SA y el AI, es importante mencionar que en los estratos todas las especies presentes en el área del proyecto también fueron encontradas tanto en el SA como en el AI. De manera general, la zona ha sido afectada por la actividad antropogénica por lo que las condiciones en las unidades de muestreo son similares, lo cual se ve reflejado en la composición de la flora, siendo esta ligeramente más diversa en el AI y aún más diversa en el SA que en el área del proyecto.

A continuación, se presentan las proyecciones esquemáticas comparativas de los parámetros de composición, estructura y diversidad por estratos en el SA y el área del proyecto:



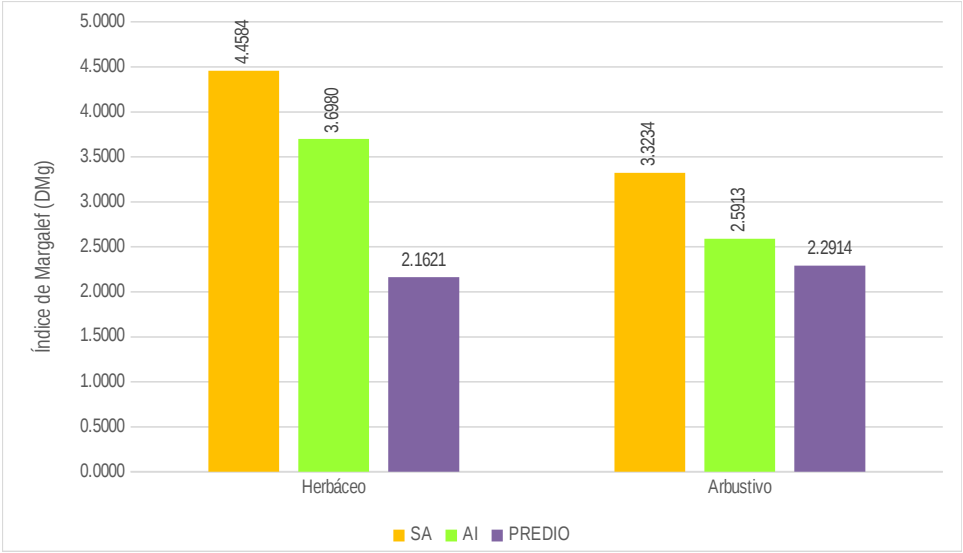
Gráfica IV. 23 Comparación del índice de Shannon-Wiener por estratos de la vegetación en el SA, AI y el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron de medios a altos en los estratos tanto del SA, el AI y el área del proyecto. De acuerdo con lo obtenido en el índice de diversidad, en el SA el estrato herbáceo presentó el valor más alto de diversidad (H'= 3.1116), seguido del estrato arbustivo (H'= 2.9372) cuya diversidad también fue alta. En el AI, el estrato más diverso fue el herbáceo (H'=2.8879), seguido del arbustivo (H'=2.2936). En cuanto al área del proyecto, todos los estratos presentaron valores de diversidad medios: herbáceo (H'=2.2550) y arbustivo (H'= 2.2627) y arbóreo (H'= 2.4853). Es importante destacar que tanto en el SA como en el AI se obtuvieron valores de diversidad mayores que en el área del proyecto.



Gráfica IV. 24 Comparación del índice de equidad de Pielou por estratos de la vegetación en el SA, el AI y el área del proyecto.

En cuanto al índice de equidad de Pielou, en el SA los estratos se encontraron más cercanos a la unidad: herbáceo (J´= 0.9924) y arbustivo (J´= 0.9976), lo cual refleja una distribución homogénea de los individuos entre las especies y una alta diversidad. En el AI, se obtuvo un valor alto en el estrato herbáceo (J'=0.9808), mientras que fue menor en el arbustivo (J'=0.8470). En el caso del área del proyecto, el estrato herbáceo (J'=0.9075) y en el estrato arbustivo (J'=0.8574) se presentaron valores más bajo que en los dos anteriores. De este análisis se puede inferir que la distribución entre las especies del SA y en el AI es más homogénea comparada a la del área del proyecto.

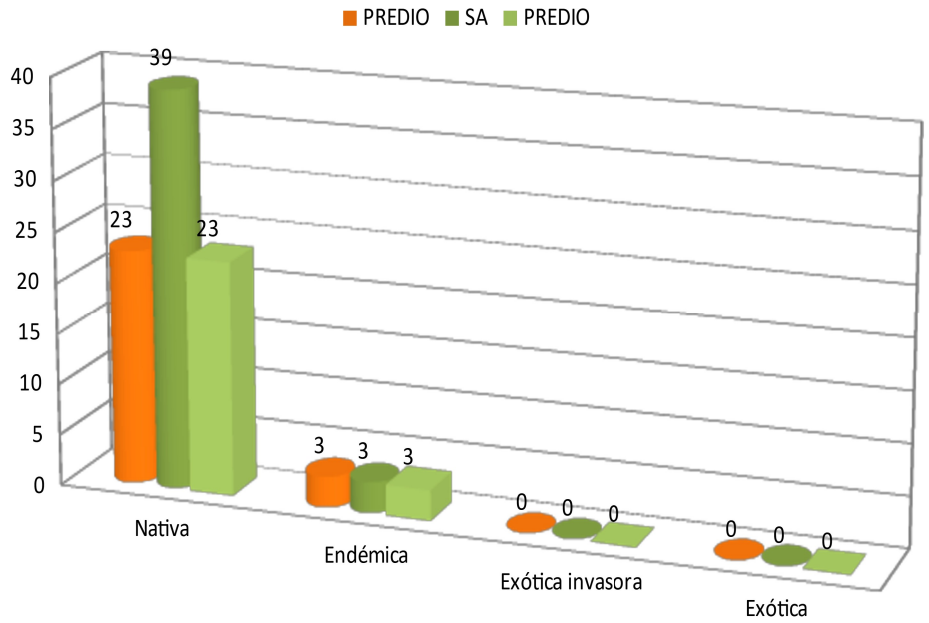


Gráfica IV. 25 Comparación del índice de Margalef por estratos de la vegetación en el SA, el AI y el área del proyecto.

En cuanto al índice de Margalef, en el SA se obtuvieron valores que mostraron una diversidad de media a alta en todos los estratos. En el **estrato herbáceo**, el índice de Margalef indica que el SA es más diverso (DMg= 4.4584) que el AI (DMg= 3.6980) y el área del proyecto (DMg= 2.1621), lo que confirma los valores de diversidad obtenidos con el índice de Shannon-Wiener, que el SA es más diverso, seguido del AI, que el área del proyecto.

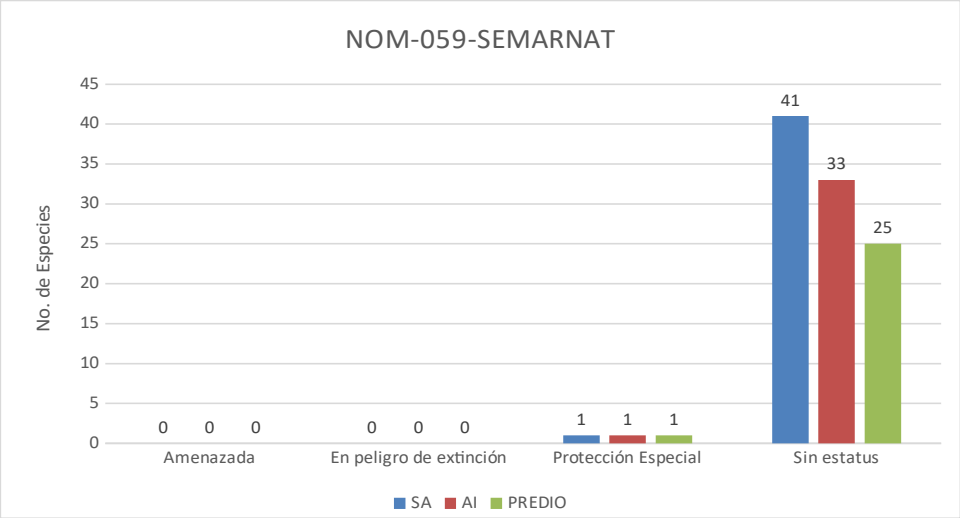
En el **estrato arbustivo** los valores del índice del Margalef indican que el SA tiene una mayor diversidad (DMg= 3.3234) que el AI (DMg= 0.2.5913) y el área del proyecto (DMg=2.2914), lo que confirma los valores de diversidad obtenidos con el índice de Shannon-Wiener, que el SA y el AI son más diversos que el área del proyecto.

De manera general, se puede indicar que la composición, estructura y diversidad de la vegetación encontrada en el SA y el AI presentan una mayor riqueza específica, una estructura de vegetación más desarrollada y con la representación de todas las especies que se encuentran dentro del predio donde se desarrollará el proyecto.



Gráfica IV. 26 Distribución de las especies en el SA, AI y el área del proyecto.

En cuanto a la distribución de las especies, tanto en el SA, como el AI y el área del proyecto, se registraron 3 especies de flora endémica: *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.



Gráfica IV. 27 Estatus de protección de las especies registradas en el SA, AI y en el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, tanto en el SA, en el AI y en el área del proyecto se encontró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Gossypium hirsutum*, bajo la categoría de Protección Especial (Pr).

Conclusión del muestreo de Flora

- De acuerdo con lo observado durante los muestreos de flora, el SA y el AI son más rica, diversas y equitativas que el área del proyecto.
- En los 3 sitios, se registró una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Gossypium hirsutum* como En Peligro de Extinción (Pr).
- Se registraron las siguientes especies endémicas en los 3 sitios: *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*. Las cuales son de amplia distribución y comunes en la zona de la costa.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación; sin embargo, se implementará un **Programa de Rescate y Reubicación de Especies Forestales** para la conservación de las especies ecológicamente importantes o que se encuentren en alguna categoría de riesgo.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la **vegetación secundaria derivada de la vegetación de duna costera**, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas antropogénicamente. Por consiguiente, se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades vegetales del área en donde se establecerá.

IV.3.1.2.2 Fauna

México es un país de megadiversidad, estatus que comparte con países como Brasil, Perú, Colombia, Indonesia, Madagascar, entre otros. Ocupa el primer lugar en la riqueza reptiles, el cuarto en anfibios, el segundo en mamíferos y el onceavo en aves (Rodríguez et al, 2003). Además de su riqueza en especies, México tiene un alto porcentaje de especies endémicas, colocándolo en tercer lugar después de Indonesia y Australia.

La diversidad de especies se encuentra distribuida heterogéneamente. En muchos grupos, el número de especies disminuye al aumentar la latitud o la altitud (Pianka 1966, Kucera 1978, Humphrey y Bonaccorso 1979, Graham 1983). También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernandez-Huerta 2001).

Además, entre los mecanismos que promueven los patrones de distribución se mencionan el cambio de parámetros abióticos (temperatura, humedad, precipitación y altitud), la reducción del área efectiva, la complejidad y la productividad biológica de los hábitats, entre otros factores bióticos correlacionados (Graham 1983, Rosenzweig 1992, Sánchez-Cordero 2001). Sin embargo, los estudios sobre este tema son aún incipientes en México.

Como se ha mencionado, dentro del área del proyecto bajo estudio se cuenta con una cobertura de matorral de duna costera. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre. Esto es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo ecosistema.

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional y local.

Tabla IV. 29 Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	MÉXICO	PENÍNSULA	YUCATÁN
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87
Aves	1,100	550	456
Mamíferos	550	151	129
TOTAL	**2,712**	**883**	**662**

Por último, para determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el área del proyecto bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes.

Metodología de muestreo para cada grupo de fauna

Trabajo de Campo

Con el fin de determinar los valores de riqueza y abundancia de las especies de fauna terrestre presentes en área del proyecto, se realizaron muestreos en los fragmentos de vegetación con el propósito de conocer la diversidad de fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). El trabajo en campo fue desarrollado en un período de 3 días, un día para el área del proyecto, otro para el área de influencia y el último día para el sistema ambiental.

Las metodologías empleadas consisten en el registro directo de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y la auditiva (para el caso de aves). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos. Todo esto enfatizado de manera especial sobre las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área del proyecto.

Anfibios y Reptiles

La verificación en campo de anfibios y reptiles se realiza mediante el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia total de los tres transectos fue de 300 m para ambos grupos (100 m cada uno).

Para el grupo de anfibios, se considerarán los registros únicamente en las primeras horas del día (07:00 a 10:00 hrs. Para el caso de los reptiles se establecieron transectos diurnos (día y tarde) entre los horarios de 11:00 hrs a 14:00 hrs y de 15:00 hrs a 17:00 hrs. Que son los horarios en que presentan mayor actividad estos grupos.

Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, de bajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al*. (1995) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

Aves

Para el caso de aves se siguió el mismo transecto de los otros grupos de fauna. La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1994) y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2003). La nomenclatura empleada fue la propuesta por la Unión Ornitológica Americana (2002) (AOU, por sus siglas en ingles). Los muestreos se realizaron durante los horarios de mayor actividad de las aves, por las mañanas de las 06:00 a 10:00 hrs y en las tardes de 17:00 a 19:00 hrs.

Mamíferos medianos

La presencia de los mamíferos se registró mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos). La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande fue registrada mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2000). Durante el presente estudio se trazaron cuatro transectos con una longitud de 100 m, se definió un ancho de banda de 4 m por cada lado para con ello poder estimar las densidades de las especies observadas. Los recorridos se realizaron de día (07:00 a 11:00 hrs y 13:00 a las 19:00 hrs).

Material y Equipo

Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin ETREX 22x), cámaras para la obtención de fotos, binoculares, vara herpetológica, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

Análisis de Datos

Riqueza de especies
Número total de especies presentes obtenidas durante el muestreo.

Abundancia
Expresada como el número total de individuos encontrados en un área determinada.

Densidad e índice de abundancia relativa

La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área. Para el presente estudio se empleará la hectárea como unidad de medición para anfibios, reptiles y aves, y para mamíferos medianos se empleará el km^2. Para obtener este valor se consideró el promedio de las abundancias totales por cada grupo, la superficie total muestreado por grupo y el valor del factor de conversión de metros a hectáreas (10,000 m^2) y de metros a kilómetros (1,000,000 m^2)

Para la metodología de **transecto en franja** se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(L)(2*w)} * (fc)$$

D = densidad
n = promedio del número de individuos registrados dentro del transecto.
L = largo total de los transectos en metros
w = ancho del transecto en metros
fc = factor de conversión.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\Sigma Pi * Ln\ Pi$$

Dónde:
H' = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
Ln = Logaritmo natural.

Índice de Equidad de Pielou (J)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H'\ máx$$

Dónde:
J = Índice de equidad de Pielou
H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' máx = Ln (S).

S = número de especies

RESULTADOS OBTENIDOS

Con la finalidad de comparar el estado de la vegetación del área del proyecto con respecto al mismo ecosistema encontrado en el SA, se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología de muestreo para que sean comparables.

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL SA

Ubicación de los sitios de Muestreo

Tabla IV. 30 Vértices de los transectos lineales trazados en el SA (UTM, zona 16Q).

TRANSECTO	PUNTO	X	Y
T-1	INICIO	255376.7582	2360686.6302
	FINAL	255392.1059	2360587.8535
T-2	INICIO	257321.8745	2360959.6973
	FINAL	257334.1036	2360859.5513
T-3	INICIO	257793.4662	2361041.6408
	FINAL	257772.9387	2361139.3459
T-4	INICIO	257999.5366	2360972.0847
	FINAL	258011.2739	2360887.4929

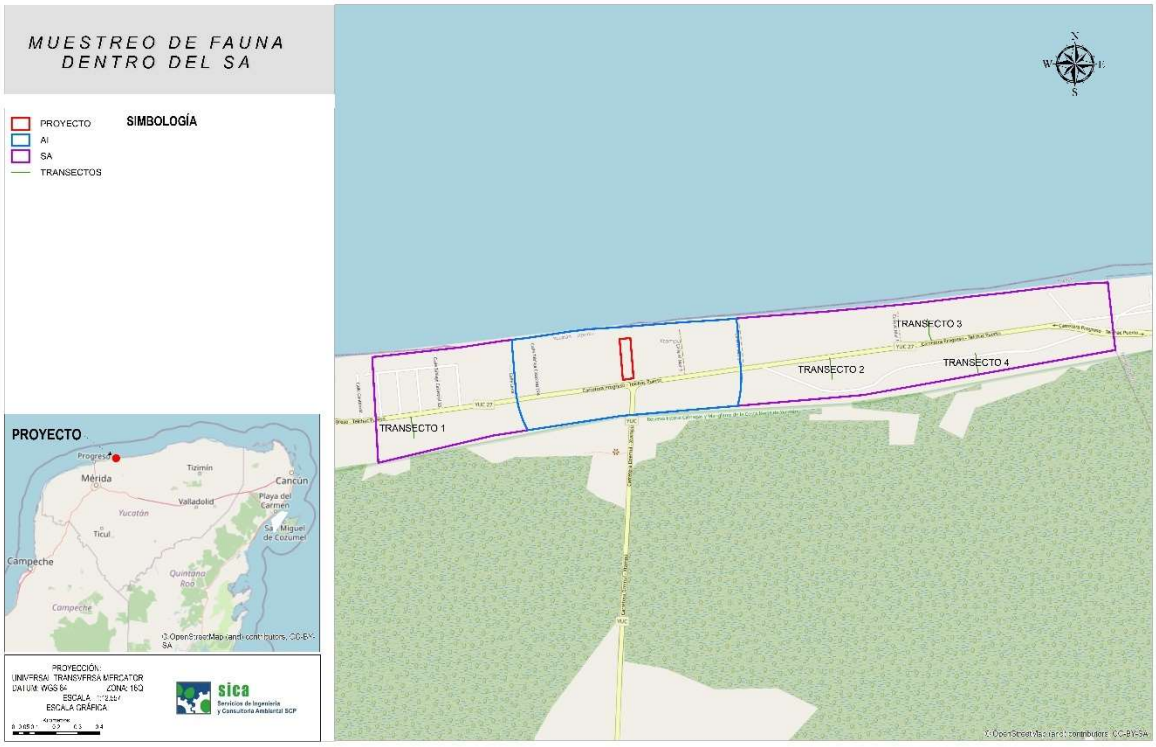
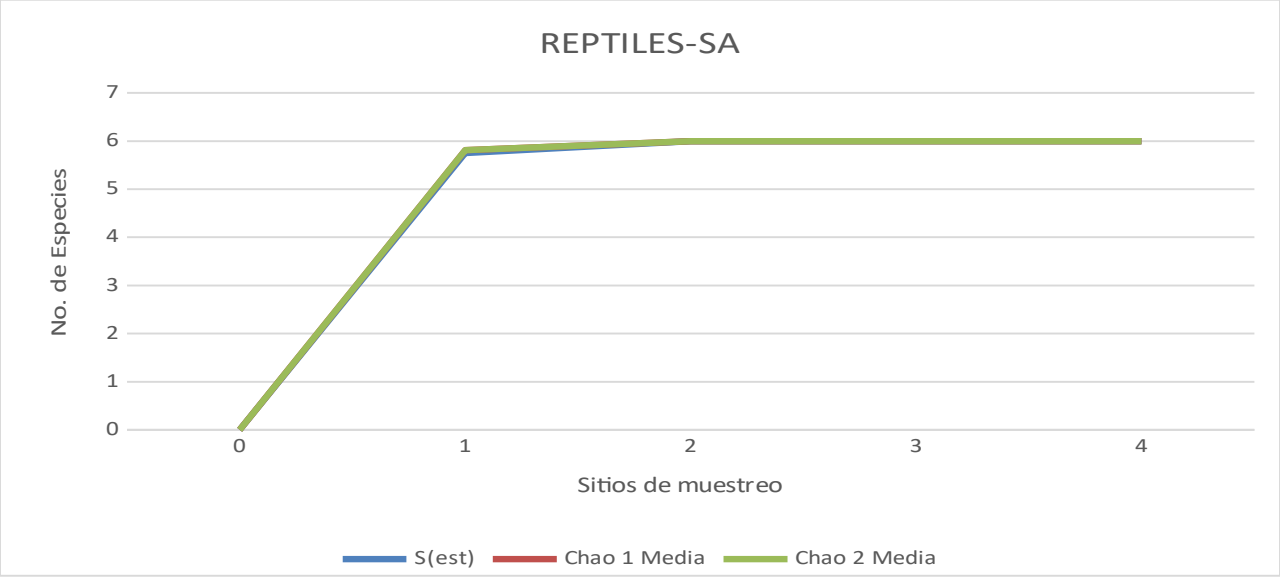


Figura IV. 19 Ubicación de los transectos en el SA.

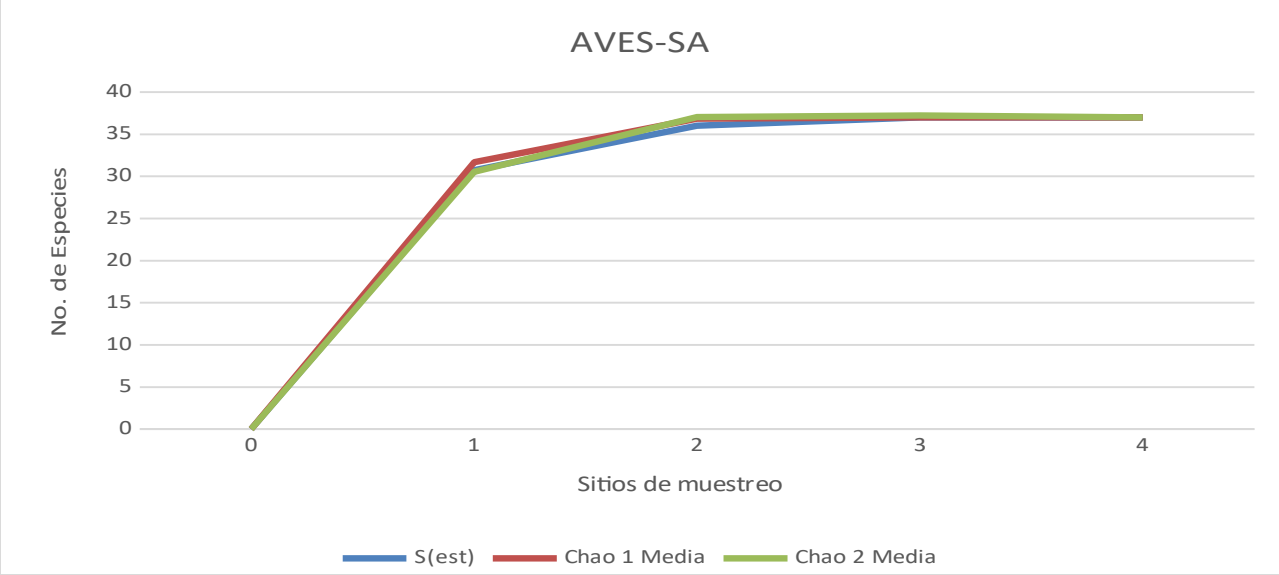
Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.



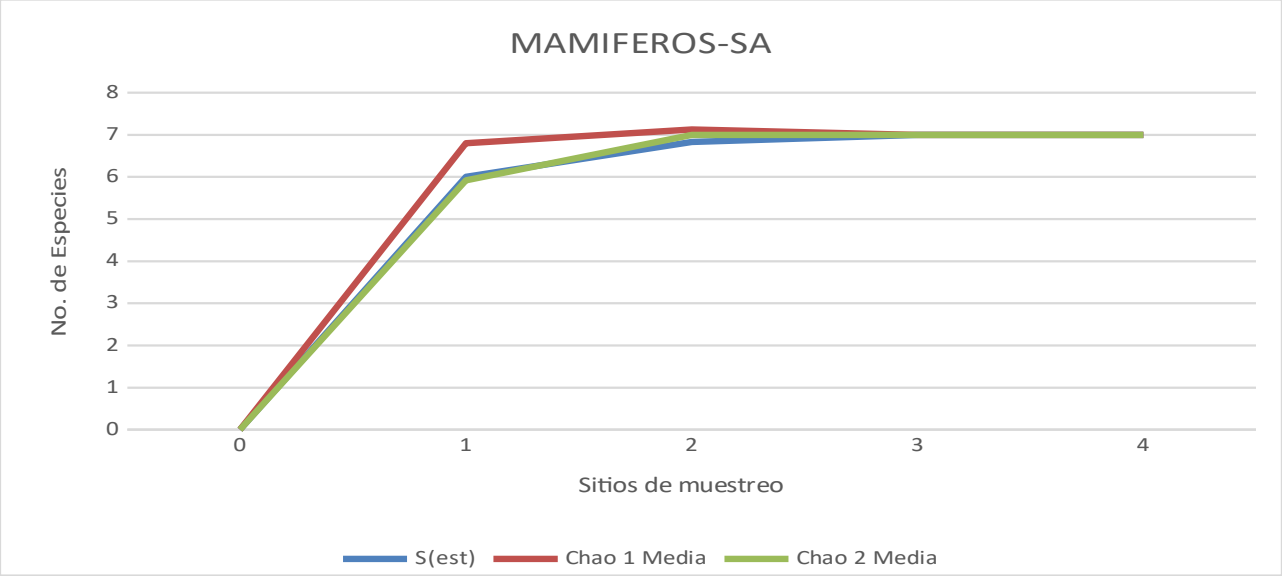
Gráfica IV. 28 Curva de acumulación para el grupo de reptiles muestreados en el SA.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.



Gráfica IV. 29 Curva de acumulación para el grupo de aves en el SA.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.



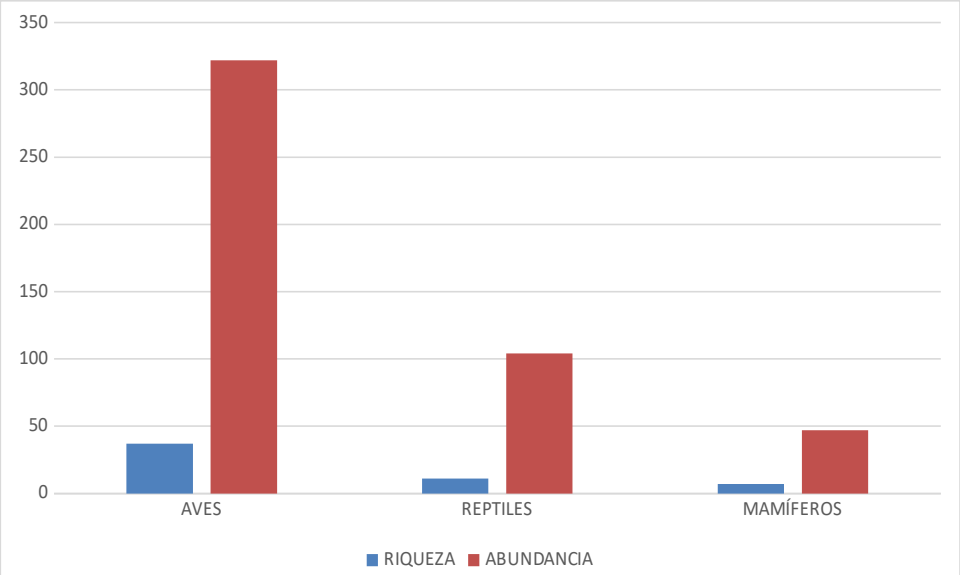
Gráfica IV. 30 Curva de acumulación para el grupo de mamíferos en el SA.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.

- **Especies verificadas en campo**

Composición faunística

Con base a los muestreos registraron 55 especies de vertebrados terrestres, siendo de igual forma el grupo de las aves el de mayor riqueza con 37 especies, seguido del grupo de los reptiles con 11 especies, y por último para el grupo de los mamíferos con 7 especies. Se observó un total de 473 individuos en el SA. En la siguiente gráfica se observa la comparación de la riqueza de especies encontrada por grupo faunístico:



Gráfica IV. 31 Representatividad de los grupos faunísticos en el SA.

Tabla IV. 31 Listado faunístico registrado dentro del área del SA.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
AVES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Amazilia canela	R
AVES	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	R
AVES	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R
AVES	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	Endémica; R
AVES	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	R
AVES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	R
AVES	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	R
AVES	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	Endémica; R
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	R
AVES	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul	R
AVES	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	R
AVES	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	R
AVES	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	R
AVES	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	Endémica; R
AVES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	M
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	R
AVES	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	R
AVES	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	R
AVES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	R
AVES	Polioptilidae	Polioptila albiventris	Perlita yucateca	Endémica

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
AVES	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R
AVES	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	M
AVES	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batara barrado	R
AVES	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Chivirin de carolina	R
AVES	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	R
AVES	Turdidae	*Turdus grayi*	Zorzal pardo	R
AVES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	R
AVES	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojo blanco	M
AVES	Thraupidae	Volatinia jacarina	Semillero brincador	R
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	R
AVES	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	Endémica
AVES	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	R
AVES	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de altamira	R
AVES	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	R
AVES	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	R
AVES	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	R
MAMÍFEROS	Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza	
MAMÍFEROS	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	
MAMÍFEROS	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	
MAMÍFEROS	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	
MAMÍFEROS	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	
MAMÍFEROS	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo espalda blanca	
MAMÍFEROS	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	Endémica
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Merech	
REPTILES	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	
REPTILES	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	
REPTILES	Anolidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café	
REPTILES	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Merech rayado	
REPTILES	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	
REPTILES	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	
REPTILES	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde	
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus serrifer*	Lagartija espinosa azul	
REPTILES	Scincidae	*Marisora lineola*	Eslizón Maya	

OBSERVACIONES

Temporalidad. R: Residente, M: Migratorio
NOM-059-SEMARNAT-2010. A: Amenazada. Pr: Protección especial. P: En Peligro
Endemismos. Endémica

A continuación, se presentan los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

No se registraron individuos de este grupo.

Reptiles

Se registró la presencia de 11 especies de reptiles dentro de los transectos de muestreo en el SA. A continuación, se presentan los resultados de la estimación de las abundancias, densidades y la diversidad de especies:

Tabla IV. 32 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos en el SA.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Sceloporus chrysostictus	14	21.9	0.1346	-2.0053	0.2699
Sceloporus lundelli	9	14.1	0.0865	-2.4472	0.2118
Coniophanes imperialis	7	10.9	0.0673	-2.6985	0.1816
Hemidactylus frenatus	15	23.4	0.1442	-1.9363	0.2793
Anolis sagrei	11	17.2	0.1058	-2.2465	0.2376
Aspidoscelis angusticeps	12	18.8	0.1154	-2.1595	0.2492
Anolis rodriguezii	9	14.1	0.0865	-2.4472	0.2118
Basiliscus vittatus	9	14.1	0.0865	-2.4472	0.2118
Oxybelis fulgidus	6	9.38	0.0577	-2.8526	0.1646
Sceloporus serrifer	6	9.38	0.0577	-2.8526	0.1646
Marisora lineola	6	9.38	0.0577	-2.8526	0.1646
TOTAL	**104**				**2.3467**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

Las especies con mayores valores de abundancia, densidad y diversidad dentro del área de estudio fueron *Hemidactylus frenatus* con 15 individuos registrados y *Sceloporus chrysostictus* con 14 individuos registrados.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.9867, con el cual se puede indicar que no hay especies dominantes. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 3.6109 y la H' calculada fue de 3.5629, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad media, además de ser cercana a una distribución de equiabundante de las especies.

Tabla IV. 33 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del SA.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	37
H' CALCULADA (SHANON)	3.5629
S MÁXIMA=Ln (S)	3.6109
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9867

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves

Dentro de los transectos trazados dentro del SA se registraron 37 especies de aves, tal como a continuación se puede observar:

Tabla IV. 34 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies de aves del área del proyecto bajo estudio.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Amazilia rutila	5	7.81	0.0155	-4.1651	0.0647

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Caracara plancus	14	21.88	0.0435	-3.1355	0.1363
Cathartes aura	10	15.63	0.0311	-3.4720	0.1078
Colinus nigrogularis	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Columbina talpacoti	13	20.31	0.0404	-3.2096	0.1296
Coragyps atratus	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Crotophaga sulcirostris	10	15.63	0.0311	-3.4720	0.1078
Cyanocorax yucatanicus	8	12.50	0.0248	-3.6951	0.0918
Dives dives	6	9.38	0.0186	-3.9828	0.0742
Eumomota superciliosa	10	15.63	0.0311	-3.4720	0.1078
Euphonia affinis	15	23.44	0.0466	-3.0665	0.1428
Geococcyx velox	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Icterus auratus	5	7.81	0.0155	-4.1651	0.0647
Icterus cucullatus	9	14.06	0.0280	-3.5773	0.1000
Melanerpes aurifrons	9	14.06	0.0280	-3.5773	0.1000
Mimus gilvus	10	15.63	0.0311	-3.4720	0.1078
Myiarchus tuberculifer	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Myiozetetes similis	11	17.19	0.0342	-3.3767	0.1154
Ortalis vetula	13	20.31	0.0404	-3.2096	0.1296
Pitangus sulphuratus	11	17.19	0.0342	-3.3767	0.1154
Polioptila albiventris	10	15.63	0.0311	-3.4720	0.1078
Quiscalus mexicanus	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Setophaga petechia	11	17.19	0.0342	-3.3767	0.1154
Thamnophilus doliatus	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Thryothorus ludovicianus	3	4.69	0.0093	-4.6759	0.0436
Trogon melanocephalus	5	7.81	0.0155	-4.1651	0.0647
Turdus grayi	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Tyrannus melancholicus	9	14.06	0.0280	-3.5773	0.1000

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Vireo griseus	8	12.50	0.0248	-3.6951	0.0918
Volatinia jacarina	8	12.50	0.0248	-3.6951	0.0918
Zenaida asiatica	12	18.75	0.0373	-3.2896	0.1226
Dumetella carolinensis	9	14.06	0.0280	-3.5773	0.1000
Megaceryle alcyon	11	17.19	0.0342	-3.3767	0.1154
Icterus gularis	9	14.06	0.0280	-3.5773	0.1000
Pachyramphus aglaiae	6	9.38	0.0186	-3.9828	0.0742
Pyrocephalus rubinus	7	10.94	0.0217	-3.8286	0.0832
Saltator grandis	6	9.38	0.0186	-3.9828	0.0742
TOTAL	**322**				3.5629

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

En total se contabilizaron 322 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: *Euphonia affinis* con 15 individuos, *Caracara plancus* con 14 individuos y *Columbina talpacoti* y *Ortalis vetula* con 9 individuos registrados.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.6109 y la H' calculada fue de 3.5629, lo que nos indica que el grupo faunístico de las aves presenta una diversidad alta en el SA. Este grupo poseen una distribución de J'=0.9867, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla IV. 35 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del SA.

AVES	
RIQUEZA (S)	37
H' CALCULADA (SHANON)	3.5629
S MÁXIMA=Ln (S)	3.6109
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9867

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación, en áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos medianos y grandes

En lo que refiere a la información obtenida en los transectos se registraron 47 individuos de siete especies. En la siguiente Tabla se presentan los valores de abundancia, densidad y diversidad del este grupo faunístico:

Tabla IV. 36 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos en el SA.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN PI	ÍNDICE DE SHANNON
Orthogeomys hispidus	12	37.50	0.2553	-1.3652	0.3486
Nasua narica	2	6.25	0.0426	-3.1570	0.1343
Procyon lotor	6	18.75	0.1277	-2.0584	0.2628
Didelphis virginiana	8	25.00	0.1702	-1.7707	0.3014
Sylvilagus floridanus	10	31.25	0.2128	-1.5476	0.3293
Conepatus semistriatus	6	18.75	0.1277	-2.0584	0.2628
Urocyon cinereoargenteus	3	9.38	0.0638	-2.7515	0.1756
TOTALES	**47**				**1.8148**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

En total se contabilizaron 47 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron *Orthogeomys hispidus* con 12 individuos y *Didelphis virginiana* con 10 individuos.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.9456 y la H´ calculada fue de 1.8148, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico tiene una diversidad media dentro del área estudiada. Este grupo posee una distribución de J´=0.9326, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla IV. 37 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el SA.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	7
H' CALCULADA (SHANON)	1.8148
S MÁXIMA=Ln (S)	1.9459
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9326

- **ESPECIES EXISTENTES EN EL SITIO EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM–059–SEMARNAT–2010, ENDÉMICAS O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA DE ESTE**

Para el área del sistema ambiental del proyecto, no se registraron especies enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, se registraron 6 especies endémicas de la región: *Colinus nigrogularis, Cyanocorax yucatanicus, Icterus cucullatus, Polioptila albiventris, Dumetella carolinensis* y *Sceloporus chrysostictus.*

Conclusiones del muestreo de fauna realizado en el SA

- La riqueza de especies registrada fue de 55 especies con una abundancia de 473 individuos. Los estimadores de diversidad indicaron que los grupos faunísticos presentaron una diversidad baja a media, siendo las aves el único grupo faunístico cuyo valor de diversidad fue alto.
- Las especies registradas son de amplia distribución en la región y la Península de Yucatán. La mayoría de estas especies son comunes de la región, e incluso suelen ser observadas en áreas impactadas.
- Se registraron seis especies endémicas: *Colinus nigrogularis, Cyanocorax yucatanicus, Icterus cucullatus, Polioptila albiventris, Dumetella carolinensis* y *Sceloporus chrysostictus.*

- No se considera que el proyecto afecte una zona importante para la reproducción de especies de fauna. Se implementará un **Programa de Acción para la Protección de Fauna Silvestre** para la conservación de las especies que puedan verse afectadas por el proyecto.

MUESTREOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Ubicación de los sitios de Muestreo

Tabla IV. 38 Coordenadas del punto centro de los transectos lineales trazados en el AI (UTM, zona 16Q).

TRANSECTOS	VÉRTICE	X	Y
T-1	Inicio	256524.4745	2360884.3763
	Final	256502.8082	2360980.8203
T-2	Inicio	256587.1979	2360891.2991
	Final	256576.9842	2360990.6364
T-3	Inicio	255978.3329	2360771.5003
	Final	255995.9776	2360673.5373
T-4	Inicio	256807.4724	2360885.2329
	Final	256814.9774	2360786.1466

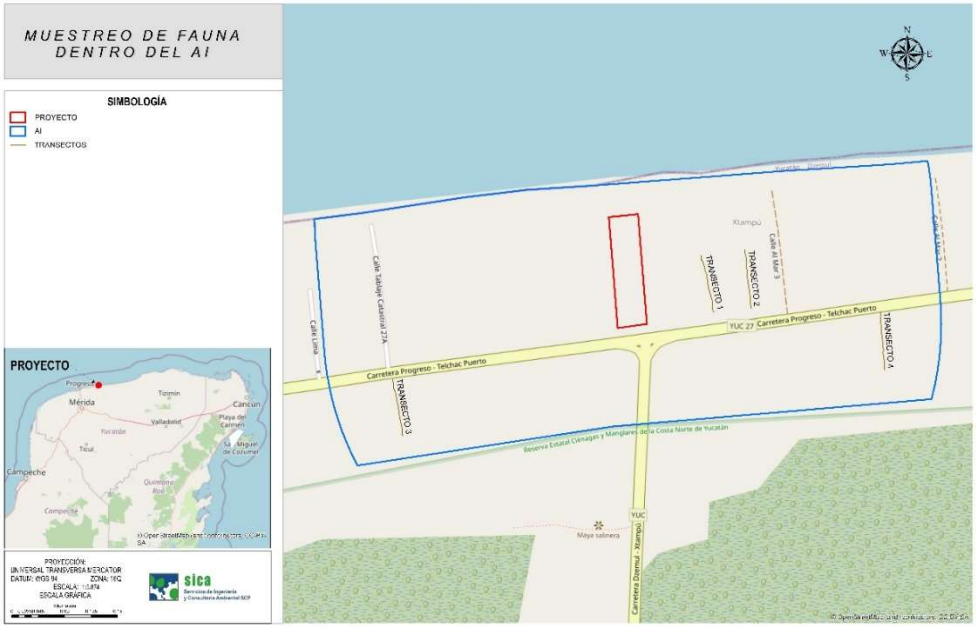
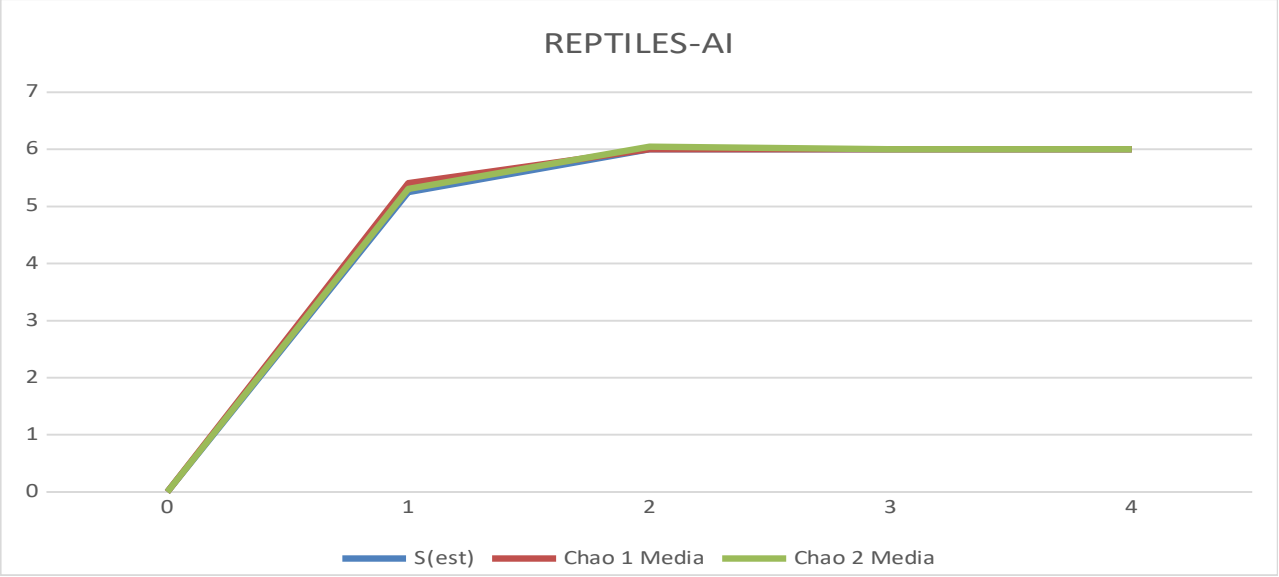


Figura IV. 20 Ubicación los transectos que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre del AI.

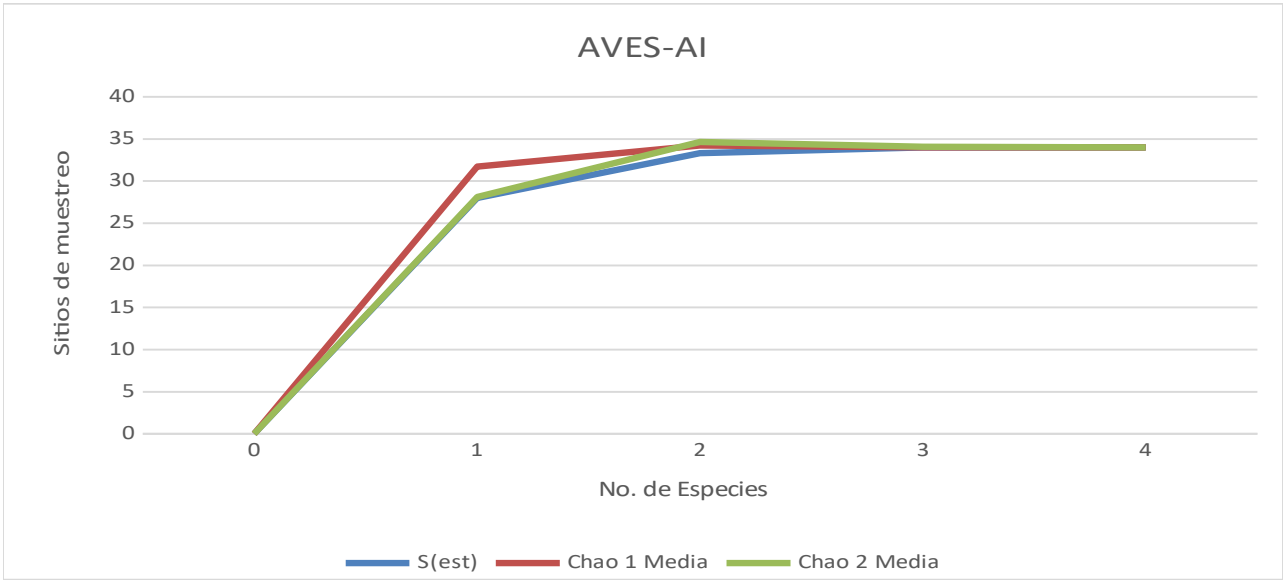
Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.



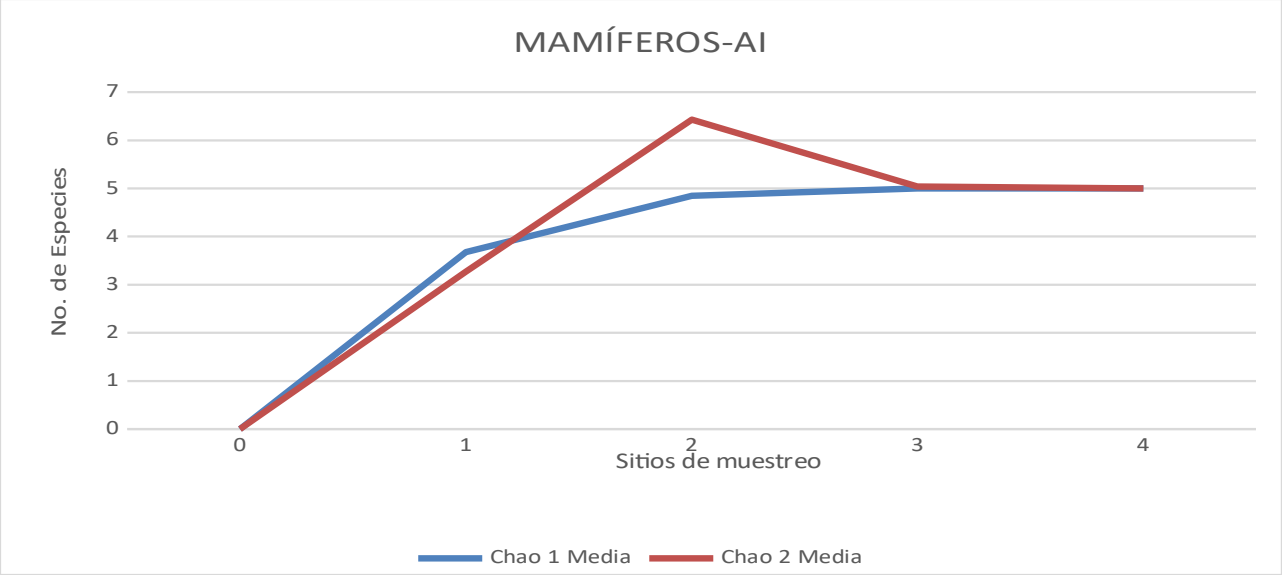
Gráfica IV. 32 Curva de acumulación para el grupo de reptiles muestreados en el AI.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.



Gráfica IV. 33 Curva de acumulación para el grupo de aves en el AI.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.



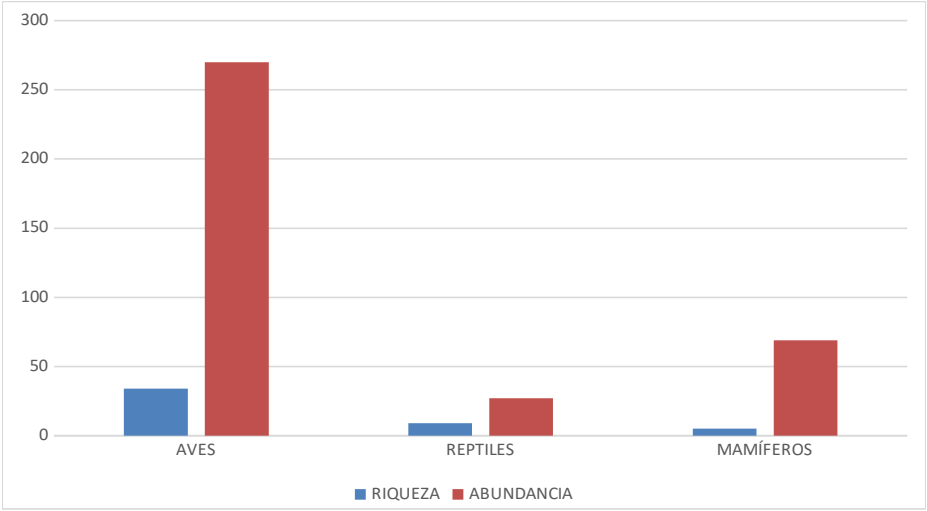
Gráfica IV. 34 Curva de acumulación para el grupo de mamíferos en el AI.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.

- **Especies verificadas en campo**

Composición faunística

Con base a los muestreos realizados en el AI, se logró verificar la presencia de 48 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 34 especies, seguida del grupo de reptiles con nueve especies registradas y mamíferos con cinco especies. Se registró un total de 366 individuos en el AI. En la siguiente gráfica se observa la comparación de la riqueza de especies encontrada por grupo faunístico:



Gráfica IV. 35 Representatividad de los grupos faunísticos en el AI.

Tabla IV. 39 Listado faunístico registrado dentro del AI

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
AVES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Amazilia canela	R
AVES	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	R
AVES	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R
AVES	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	Endémica; R
AVES	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	R
AVES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	R
AVES	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	R
AVES	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	Endémica; R
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	R
AVES	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul	R
AVES	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	R
AVES	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	R
AVES	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	R
AVES	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	Endémica; R
AVES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	M
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	R
AVES	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	R
AVES	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	R
AVES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	R
AVES	Polioptilidae	Polioptila albiventris	Perlita yucateca	Endémica
AVES	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R
AVES	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	M
AVES	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batara barrado	R
AVES	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Chivirin de carolina	R
AVES	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	R
AVES	Turdidae	*Turdus grayi*	Zorzal pardo	R
AVES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	R
AVES	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojo blanco	M
AVES	Thraupidae	Volatinia jacarina	Semillero brincador	R
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	R
AVES	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	Endémica
AVES	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	
AVES	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de altamira	
MAMÍFEROS	Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza	
MAMÍFEROS	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	
MAMÍFEROS	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	
MAMÍFEROS	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	
MAMÍFEROS	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	Endémica
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Merech	
REPTILES	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	
REPTILES	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	
REPTILES	Anolidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café	
REPTILES	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Merech rayado	
REPTILES	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	
REPTILES	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	
REPTILES	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde	

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
OBSERVACIONES				
Temporalidad. R: Residente, M: Migratorio **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A: Amenazada. Pr: Protección especial. P: En Peligro **Endemismos**. Endémica				

A continuación, se presentan los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

No hubo registros de individuos de este grupo dentro del AI.

Reptiles

Se registró la presencia de nueve especies de reptiles dentro de los sitios de muestreo en el AI. A continuación, se presentan los resultados de la estimación de las abundancias, densidades y la diversidad de especies:

Tabla IV. 40 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior del transecto.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN PI	ÍNDICE DE SHANNON
Sceloporus chrysostictus	13	20.3	0.1884	-1.6692	0.3145
Sceloporus lundelli	11	17.2	0.1594	-1.8362	0.2927
Coniophanes imperialis	6	9.38	0.0870	-2.4423	0.2124
Hemidactylus frenatus	11	17.2	0.1594	-1.8362	0.2927
Anolis sagrei	8	12.5	0.1159	-2.1547	0.2498
Aspidoscelis angusticeps	8	12.5	0.1159	-2.1547	0.2498
Anolis rodriguezii	5	7.81	0.0725	-2.6247	0.1902
Basiliscus vittatus	5	7.81	0.0725	-2.6247	0.1902
Oxybelis fulgidus	2	3.13	0.0290	-3.5410	0.1026
TOTAL	**69**				**2.0950**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

La especie con mayores valores de abundancia, densidad y diversidad dentro del AI fue *Sceloporus chrysostictus* con cinco individuos, así como *Sceloporus lundelli y Hemidactylus frenatus* con 11 individuos.

Este grupo faunístico posee una distribución de J´=0.9535, con el cual se puede decir que la presencia de especies fue homogénea entre sitios de muestreo. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en el AI es de 2.1972 y la H´ calculada fue de 2.0950, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente en el umbral de máxima diversidad esperada dentro del AI.

Tabla IV. 41 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del área del AI.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	9
H' CALCULADA (SHANON)	2.0950
S MÁXIMA=Ln (S)	2.1972
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9535

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves

Se registraron 34 especies de aves dentro de los transectos trazados al interior del AI.

Tabla IV. 42 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves del AI.

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Amazilia rutila	4	6.25	0.0148	-4.2121	0.0624
Caracara plancus	5	7.81	0.0185	-3.9890	0.0739
Cathartes aura	4	6.25	0.0148	-4.2121	0.0624
Colinus nigrogularis	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Columbina talpacoti	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Coragyps atratus	7	10.94	0.0259	-3.6525	0.0947
Crotophaga sulcirostris	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Cyanocorax yucatanicus	9	14.06	0.0333	-3.4012	0.1134
Dives dives	6	9.38	0.0222	-3.8067	0.0846
Eumomota superciliosa	10	15.63	0.0370	-3.2958	0.1221
Euphonia affinis	9	14.06	0.0333	-3.4012	0.1134
Geococcyx velox	6	9.38	0.0222	-3.8067	0.0846
Icterus auratus	5	7.81	0.0185	-3.9890	0.0739
Icterus cucullatus	9	14.06	0.0333	-3.4012	0.1134
Melanerpes aurifrons	9	14.06	0.0333	-3.4012	0.1134
Mimus gilvus	13	20.31	0.0481	-3.0335	0.1461
Myiarchus tuberculifer	10	15.63	0.0370	-3.2958	0.1221
Myiozetetes similis	14	21.88	0.0519	-2.9594	0.1534
Ortalis vetula	5	7.81	0.0185	-3.9890	0.0739
Pitangus sulphuratus	15	23.44	0.0556	-2.8904	0.1606
Polioptila albiventris	3	4.69	0.0111	-4.4998	0.0500
Quiscalus mexicanus	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Setophaga petechia	10	15.63	0.0370	-3.2958	0.1221

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Thamnophilus doliatus	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Thryothorus ludovicianus	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Trogon melanocephalus	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Turdus grayi	8	12.50	0.0296	-3.5190	0.1043
Tyrannus melancholicus	7	10.94	0.0259	-3.6525	0.0947
Vireo griseus	7	10.94	0.0259	-3.6525	0.0947
Volatinia jacarina	11	17.19	0.0407	-3.2005	0.1304
Zenaida asiatica	6	9.38	0.0222	-3.8067	0.0846
Dumetella carolinensis	6	9.38	0.0222	-3.8067	0.0846
Megaceryle alcyon	10	15.63	0.0370	-3.2958	0.1221
Icterus gularis	6	9.38	0.0222	-3.8067	0.0846
TOTAL	**270**				**2.9679**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

En total se contabilizaron 270 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: *Pitangus sulphuratus* con 15 individuos, *Myiozetetes similis* con 13 individuos y *Mimus gilvus* con 13 individuos.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.5264 y la H´ calculada fue de 3.4698, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad alta en el AI. Este grupo posee una distribución de J´=0.9840, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es casi nula.

Tabla IV. 43 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del área del proyecto bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	34
H' CALCULADA (SHANON)	3.4698
S MÁXIMA=Ln (S)	3.5264
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9840

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación, en áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos medianos y grandes

Se verificó la presencia de cinco especies de mamíferos, estos son de amplia distribución dentro de la Península de Yucatán. Se registraron 5 especies y 27 individuos. En la siguiente Tabla se presentan los valores de abundancia, densidad y diversidad del este grupo faunístico en el AI:

Tabla IV. 44 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN PI	ÍNDICE DE SHANNON
Orthogeomys hispidus	9	28.13	0.3333	-1.0986	0.3662
Nasua narica	3	9.38	0.1111	-2.1972	0.2441
Procyon lotor	2	6.25	0.0741	-2.6027	0.1928
Didelphis virginiana	7	21.88	0.2593	-1.3499	0.3500
Sylvilagus floridanus	6	18.75	0.2222	-1.5041	0.3342
	27				**1.4874**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

Con base en la información obtenida en campo, la especie con mayor abundancia fue *Orthogeomys hispidus* con nueve individuos registrados y *Didelphis virginiana* con 6 individuos.

Tabla IV. 45 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el AI.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA (SHANON)	1.4874
S MÁXIMA=Ln (S)	1.6094
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9241

Este grupo faunístico presentó una equidad de J´=0.9241, este valor indica que la presencia de especies de mamíferos fue homogénea entre transectos de muestreo.

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.6094 y la H´ calculada fue de 1.4874, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una baja diversidad dentro del AI.

- **ESPECIES EXISTENTES EN EL SITIO EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM–059–SEMARNAT–2010, ENDÉMICAS O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA DE ESTE**

En el AI, no se registraron especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

También es importante mencionar que fueron registradas seis especies endémicas de la región: *Colinus nigrogularis*, *Cyanocorax yucatanicus*, *Icterus cucullatus*, *Polioptila albiventris*, *Dumetella carolinensis* y *Sceloporus chrysostictus*.

CONCLUSIONES DEL MUESTREO DE FAUNA REALIZADO EN EL AI

- La riqueza de especies registrada fue de 48 especies con una abundancia de 366 individuos. Los estimadores de diversidad indicaron que los grupos faunísticos presentaron una diversidad baja a media, siendo las aves el único grupo faunístico cuyo valor de diversidad fue alto.
- Se registraron seis especies endémicas: *Colinus nigrogularis, Cyanocorax yucatanicus, Icterus cucullatus, Polioptila albiventris, Dumetella carolinensis y Sceloporus chrysostictus.* Estas especies son comunes de la región, e incluso suelen ser observadas en áreas impactadas.

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Ubicación de los sitios de Muestreo

Tabla IV. 46 Coordenadas del punto centro de los transectos lineales trazados en el área del proyecto (UTM, zona 16Q).

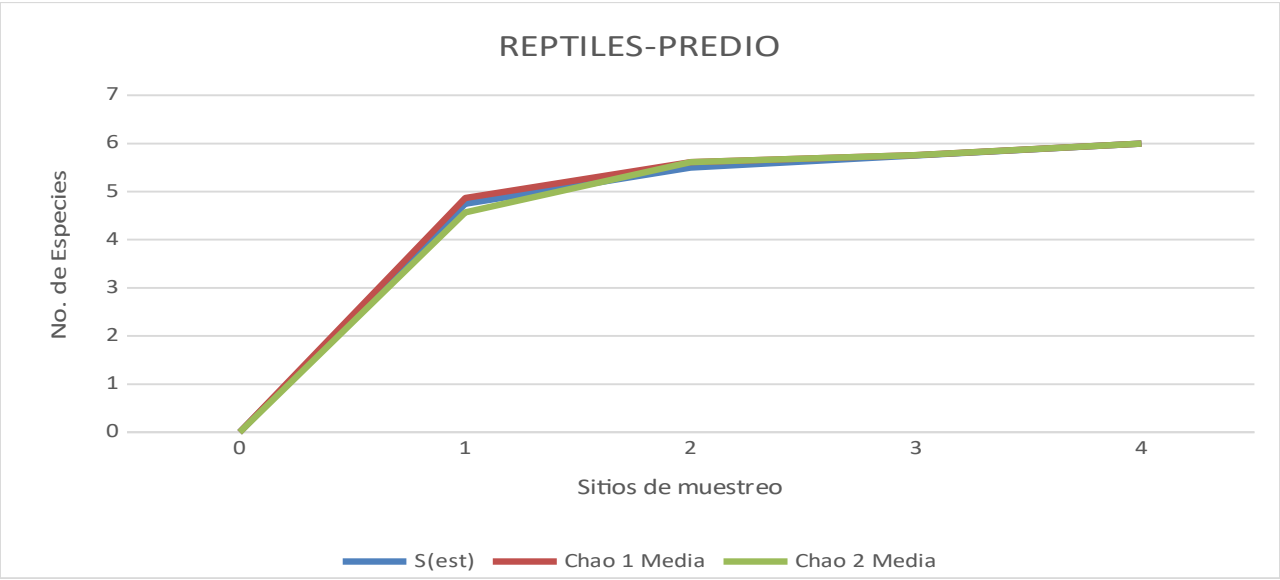
TRANSECTOS	VÉRTICE	X	Y
T-1	Inicio	256354.2677	2361044.6065
	Final	256364.8086	2360944.1548
T-2	Inicio	256372.5537	2361044.6675
	Final	256380.1089	2360944.7480
T-3	Inicio	256387.4557	2361046.4925
	Final	256390.4788	2360946.2458
T-4	Inicio	256405.3829	2360866.2055
	Final	256360.6629	2360927.2702



Figura IV. 21 Ubicación los transectos que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre del área del proyecto.

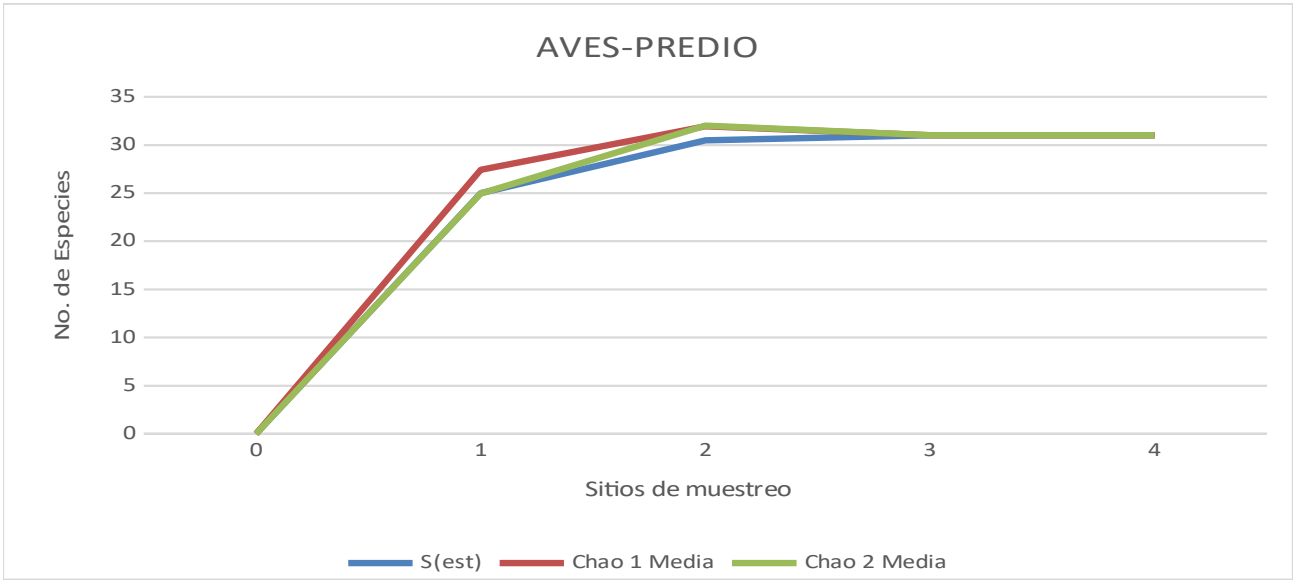
Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.



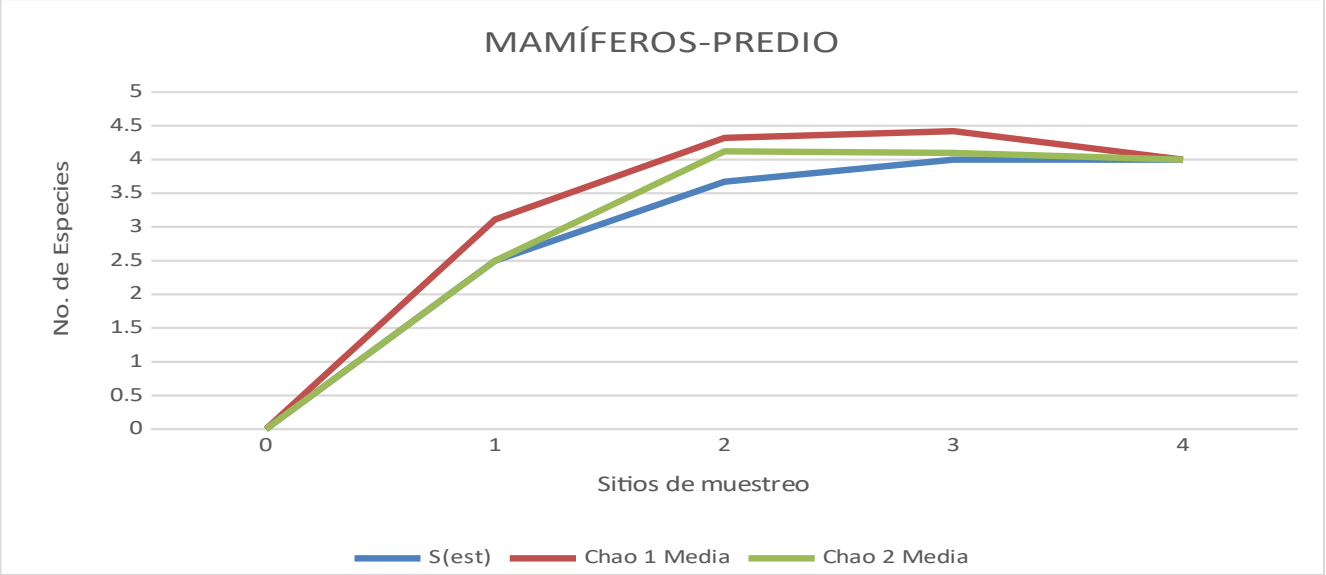
Gráfica IV. 36 Curva de acumulación para el grupo de reptiles muestreados en el predio.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.



Gráfica IV. 37 Curva de acumulación para el grupo de aves en el predio.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.



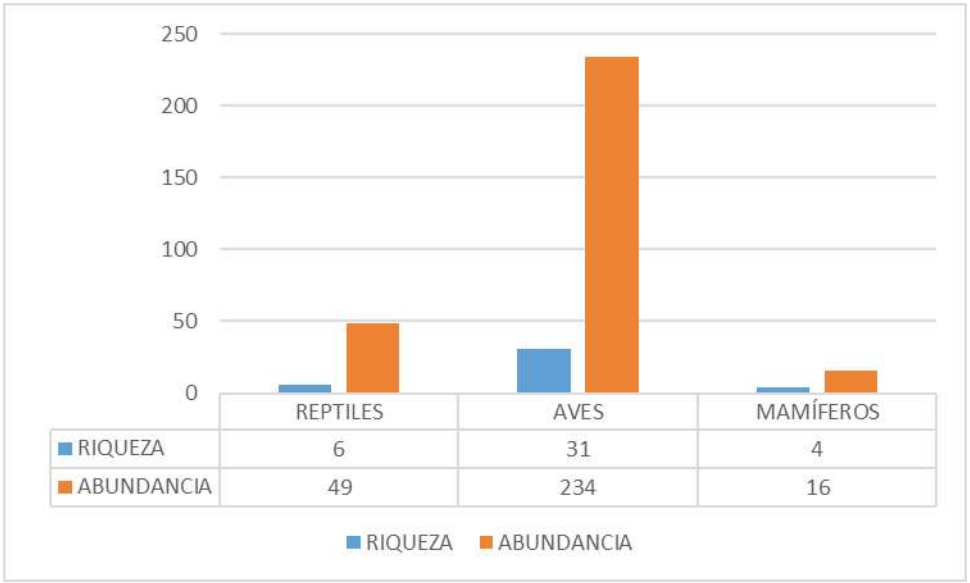
Gráfica IV. 38 Curva de acumulación para el grupo de mamíferos en el predio.

Como se observa en la Gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 2, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 3.

- **Especies verificadas en campo**

Composición faunística

Con base a los muestreos realizados en el área del proyecto, se logró verificar la presencia de 41 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 31 especies, seguida del grupo de reptiles con seis especies registradas y mamíferos con cuatro especies. Se registró un total de 299 individuos en el predio. En la siguiente gráfica se observa la comparación de la riqueza de especies encontrada por grupo faunístico:



Gráfica IV. 39 Representatividad de los grupos faunísticos en el área del proyecto.

Tabla IV. 47 Listado faunístico registrado dentro del área del proyecto.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
AVES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Amazilia canela	R
AVES	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	R
AVES	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R
AVES	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	Endémica; R
AVES	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	R
AVES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	R
AVES	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	R
AVES	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	Endémica; R
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	R
AVES	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul	R
AVES	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	R
AVES	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	R
AVES	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	R
AVES	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	Endémica; R
AVES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	M
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	R
AVES	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	R
AVES	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	R
AVES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	R
AVES	Polioptilidae	Polioptila albiventris	Perlita yucateca	Endémica
AVES	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R
AVES	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	M
AVES	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batara barrado	R
AVES	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Chivirin de carolina	R
AVES	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	R
AVES	Turdidae	*Turdus grayi*	Zorzal pardo	R
AVES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	R
AVES	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojo blanco	M
AVES	Thraupidae	Volatinia jacarina	Semillero brincador	R
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	R
AVES	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	Endémica
AVES	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	
AVES	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de altamira	
MAMÍFEROS	Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza	
MAMÍFEROS	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	
MAMÍFEROS	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	
MAMÍFEROS	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	
MAMÍFEROS	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	Endémica
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Merech	
REPTILES	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	
REPTILES	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	
REPTILES	Anolidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café	
REPTILES	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Merech rayado	
REPTILES	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	
REPTILES	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
REPTILES	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde	
OBSERVACIONES				
Temporalidad. R: Residente, M: Migratorio **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A: Amenazada. Pr: Protección especial. P: En Peligro **Endemismos**. Endémica				

A continuación, se presentan los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

No hubo registros de individuos de este grupo dentro del área del proyecto.

Reptiles

Se registró la presencia de seis especies de reptiles dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto. A continuación, se presentan los resultados de la estimación de las abundancias, densidades y la diversidad de especies:

Tabla IV. 48 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN PI	ÍNDICE DE SHANNON
Sceloporus chrysostictus	12	18.8	0.2449	-1.4069	0.3446
Sceloporus lundelli	10	15.6	0.2041	-1.5892	0.3243
Hemidactylus frenatus	8	12.5	0.1633	-1.8124	0.2959
Anolis sagrei	8	12.5	0.1633	-1.8124	0.2959
Aspidoscelis angusticeps	7	10.9	0.1429	-1.9459	0.2780
Coniophanes imperialis	4	6.25	0.0816	-2.5055	0.2045
TOTAL	**49**				**1.7432**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

La especie con mayores valores de abundancia, densidad y diversidad dentro del área del proyecto fue *Sceloporus chrysostictus* con 12 individuos, así como *Sceloporus lundelli* con 10 individuos.

Este grupo faunístico posee una distribución de J´=0.9729, con el cual se puede decir que la presencia de especies fue homogénea entre sitios de muestreo. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en el predio es de 1.7918 y la H´ calculada fue de 1.7432, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente en el umbral de máxima diversidad esperada dentro del área del proyecto.

Tabla IV. 49 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del área del proyecto bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	6
H' CALCULADA (SHANON)	1.7432
S MÁXIMA=Ln (S)	1.7918
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9729

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves

Se registraron 31 especies de aves dentro de los transectos trazados al interior del área del proyecto.

Tabla IV. 50 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves del área del proyecto.

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener**.**

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
Amazilia rutila	5	7.81	0.0214	-3.8459	0.0822
Caracara plancus	5	7.81	0.0214	-3.8459	0.0822
Cathartes aura	9	14.06	0.0385	-3.2581	0.1253
Colinus nigrogularis	7	10.94	0.0299	-3.5094	0.1050
Columbina talpacoti	11	17.19	0.0470	-3.0574	0.1437
Coragyps atratus	6	9.38	0.0256	-3.6636	0.0939
Crotophaga sulcirostris	9	14.06	0.0385	-3.2581	0.1253
Cyanocorax yucatanicus	6	9.38	0.0256	-3.6636	0.0939
Dives dives	10	15.63	0.0427	-3.1527	0.1347
Eumomota superciliosa	2	3.13	0.0085	-4.7622	0.0407
Euphonia affinis	3	4.69	0.0128	-4.3567	0.0559
Geococcyx velox	10	15.63	0.0427	-3.1527	0.1347
Icterus auratus	9	14.06	0.0385	-3.2581	0.1253
Icterus cucullatus	9	14.06	0.0385	-3.2581	0.1253
Melanerpes aurifrons	5	7.81	0.0214	-3.8459	0.0822
Mimus gilvus	12	18.75	0.0513	-2.9704	0.1523
Myiarchus tuberculifer	7	10.94	0.0299	-3.5094	0.1050
Myiozetetes similis	12	18.75	0.0513	-2.9704	0.1523
Ortalis vetula	5	7.81	0.0214	-3.8459	0.0822
Pitangus sulphuratus	13	20.31	0.0556	-2.8904	0.1606
Polioptila albiventris	6	9.38	0.0256	-3.6636	0.0939
Quiscalus mexicanus	10	15.63	0.0427	-3.1527	0.1347
Setophaga petechia	14	21.88	0.0598	-2.8163	0.1685
Thamnophilus doliatus	6	9.38	0.0256	-3.6636	0.0939
Thryothorus ludovicianus	5	7.81	0.0214	-	0.0822

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN(PI)	ÍNDICE DE SHANNON
				3.8459	
Trogon melanocephalus	5	7.81	0.0214	-3.8459	0.0822
Turdus grayi	8	12.50	0.0342	-3.3759	0.1154
Tyrannus melancholicus	5	7.81	0.0214	-3.8459	0.0822
Vireo griseus	6	9.38	0.0256	-3.6636	0.0939
Volatinia jacarina	3	4.69	0.0128	-4.3567	0.0559
Zenaida asiatica	11	17.19	0.0470	-3.0574	0.1437
TOTAL	**234**				**3.3493**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

En total se contabilizaron 234 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: *Pitangus sulphuratus* con 15 individuos, *Myiozetetes similis* con 13 individuos y *Mimus gilvus* con 13 individuos.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.4340 y la H´ calculada fue de 3.3493, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad alta en el área del proyecto. Este grupo posee una distribución de J´=0.9754, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es casi nula.

Tabla IV. 51 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del área del proyecto bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	31
H' CALCULADA (SHANON)	3.3493
S MÁXIMA=Ln (S)	3.4340
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9754

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación, en áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos medianos y grandes

Se verificó la presencia de cuatro especies de mamíferos, estos son de amplia distribución dentro de la Península de Yucatán. Se registraron 4 especies y 16 individuos. En la siguiente Tabla se presentan los valores de abundancia, densidad y diversidad del este grupo faunístico en el área del proyecto:

Tabla IV. 52 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos.

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN PI	ÍNDICE DE SHANNON
Orthogeomys hispidus	6	18.75	0.3750	-0.9808	0.3678

ESPECIE	ABT	DEN	PI	LN PI	ÍNDICE DE SHANNON
Nasua narica	2	6.25	0.1250	-2.0794	0.2599
Procyon lotor	2	6.25	0.1250	-2.0794	0.2599
Didelphis virginiana	6	18.75	0.3750	-0.9808	0.3678
	16				**1.2555**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (P_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; Índice de Shannon Wiener: H'=-(pi) x Ln (pi) .

Con base en la información obtenida en campo, la especie con mayor abundancia fue *Orthogeomys hispidus* y *Didelphis virginiana* con seis individuos respectivamente.

Tabla IV. 53 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el área del proyecto.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	4
H' CALCULADA (SHANON)	1.2555
S MÁXIMA=Ln (S)	1.3863
EQUIDAD (J´)=H / H MAX	0.9056

Este grupo faunístico presentó una equidad de J´=0.9056, este valor indica que la presencia de especies de mamíferos fue homogénea entre transectos de muestreo.

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.3863 y la H´ calculada fue de 1.2555, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una baja diversidad dentro del predio.

Por otra parte, es importante mencionar que la presencia de ciertas especies como *Zenaida asiatica, Cyanocorax yucatanicus, Crotophaga sulcirostris* y *Quiscalus mexicanus* son en muchas ocasiones consideradas indicadoras de áreas impactadas; por lo que, la presencia de dichas especies puede estar confirmando la condición de afectación del área del proyecto por las actividades humanas practicadas en los alrededores. Por otra parte, es importante mencionar que la ausencia de especies como los trepatroncos, las tángaras y algunas especies de mosqueros con requerimientos específicos como los trogones (*T. melanocephalus* y *T. violaceus*) podrían estar indicando que el estado del fragmento de vegetación se encuentra impactado por la influencia de las actividades que se realizan en las áreas de influencia del sitio proyecto.

Usos de la fauna

Desde épocas prehispánicas los pueblos han utilizado la fauna silvestre como un elemento indispensable de la alimentación y el vestido, al igual que para la elaboración de diversas herramientas y objetos artesanales e incluso como producto de intercambio y venta. Actualmente en el sureste mexicano, el aprovechamiento de vida silvestre continúa y en los casos donde se presenta sin regulación, representa un problema de manejo y conservación de recursos naturales sobre todo en zonas de influencia de áreas naturales protegidas (Challenger, 1998; Montiel *et al*., 1999).

En la Península de Yucatán el uso de la fauna silvestre es principalmente de dos tipos: el tradicional, practicado por las comunidades rurales, y el turístico; cada uno con características propias de acceso y manejo. Pero también existe un uso comercial no turístico, es el caso de los criaderos y de la extracción de fauna para ornato, mascota o pie de cría, ambos tienen poca representación en el estado.

El uso tradicional de la fauna silvestre se extiende a toda la superficie de la entidad y, como en el resto de la república, es marcadamente una cuestión de género. Así, los hombres hacen uso de ella por medio de la cacería, que practican por lo general como una actividad complementaria a la agricultura (Jorgenson, 1993; Ramírez-Barajas y colaboradores, 2001). Es en estos casos, una actividad oportunista, ya que se realiza tanto para proteger los cultivos de los daños ocasionados por los animales

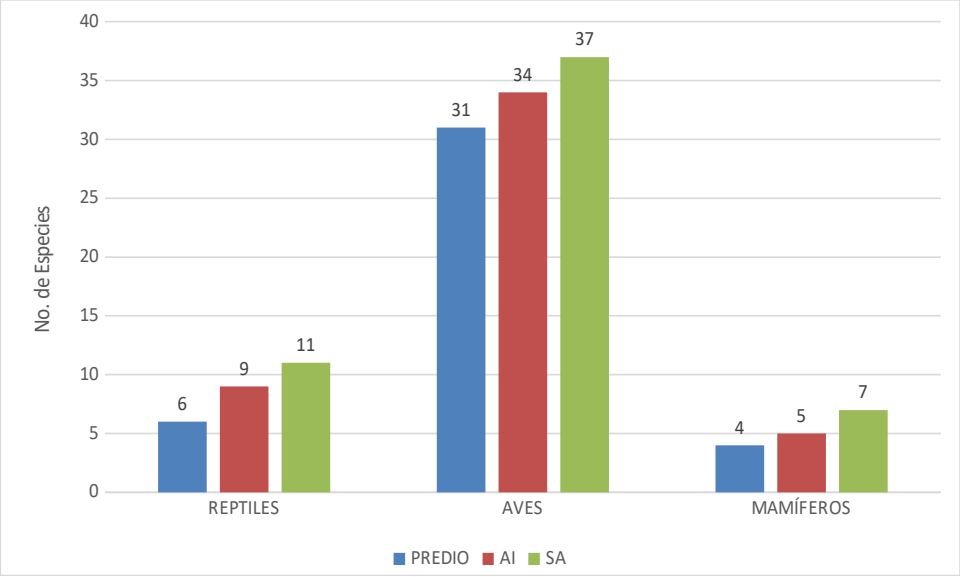
como para obtener alimento (Quijano-Hernández y Calmé, 2002). Se trata, así, de una actividad de subsistencia, que se desarrolla en la parcela o camino a ella.

CONCLUSIONES DEL MUESTREO DE FAUNA REALIZADO EN EL PREDIO

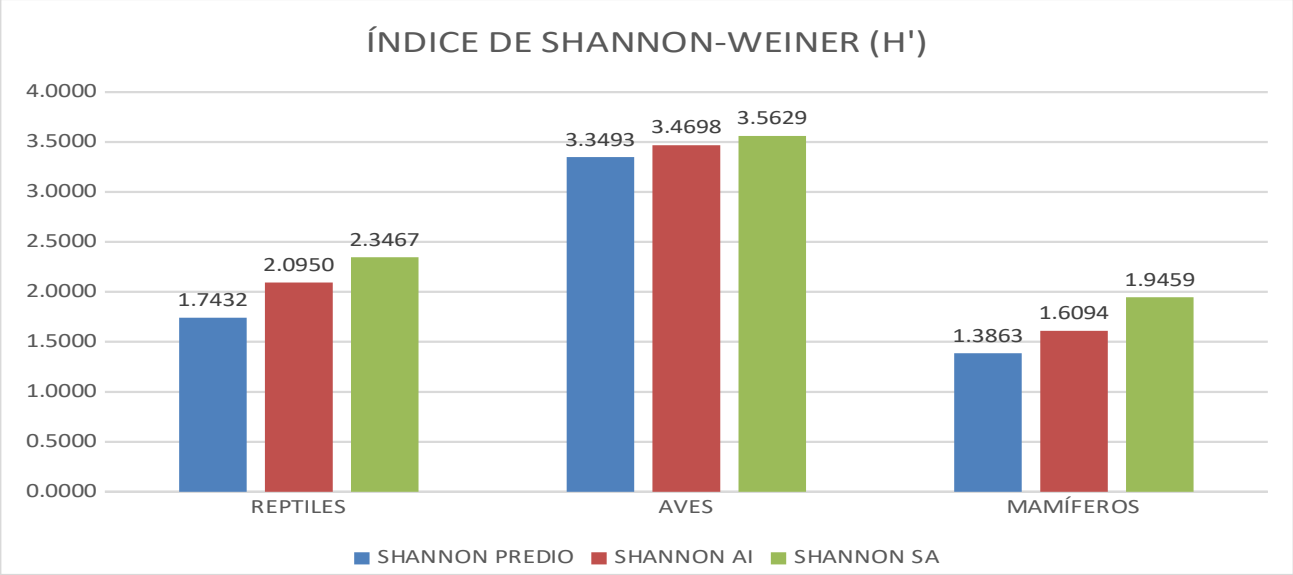
- La riqueza de especies registrada fue de 41 especies con una abundancia de 299 individuos. Los estimadores de diversidad indicaron que los grupos faunísticos presentaron una diversidad baja a media, siendo las aves el único grupo faunístico cuyo valor de diversidad fue alto.
- Se registraron cinco especies endémicas: *Sceloporus chrysostictus, Colinus nigrogularis, Cyanocorax yucatanicus, Icterus cucullatus* y *Polioptila albiventris*. Estas especies son comunes de la región, e incluso suelen ser observadas en áreas impactadas.
- No se considera que el proyecto afecte una zona importante para la reproducción de especies de fauna. Se implementará un **Programa de Acción para la Protección de Fauna Silvestre** para la conservación de las especies que puedan verse afectadas por el proyecto, enfocándose en las especies endémicas de la región.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA ENTRE EL SISTEMA AMBIENTAL, EL ÁREA DE INFLUENCIA Y EL PREDIO

Los muestreos realizados en el SA dieron como resultado un total de 55 especies y en el AI se registraron 48 especies, mientras que dentro del predio se registraron 41 especies. Estos resultados indican que la composición faunística del SA presentó una mayor riqueza a comparación del área del proyecto. Como se observa en la siguiente gráfica, la riqueza faunística de cada grupo fue mayor en el SA y en el AI que en el área sujeta a CUSTF:

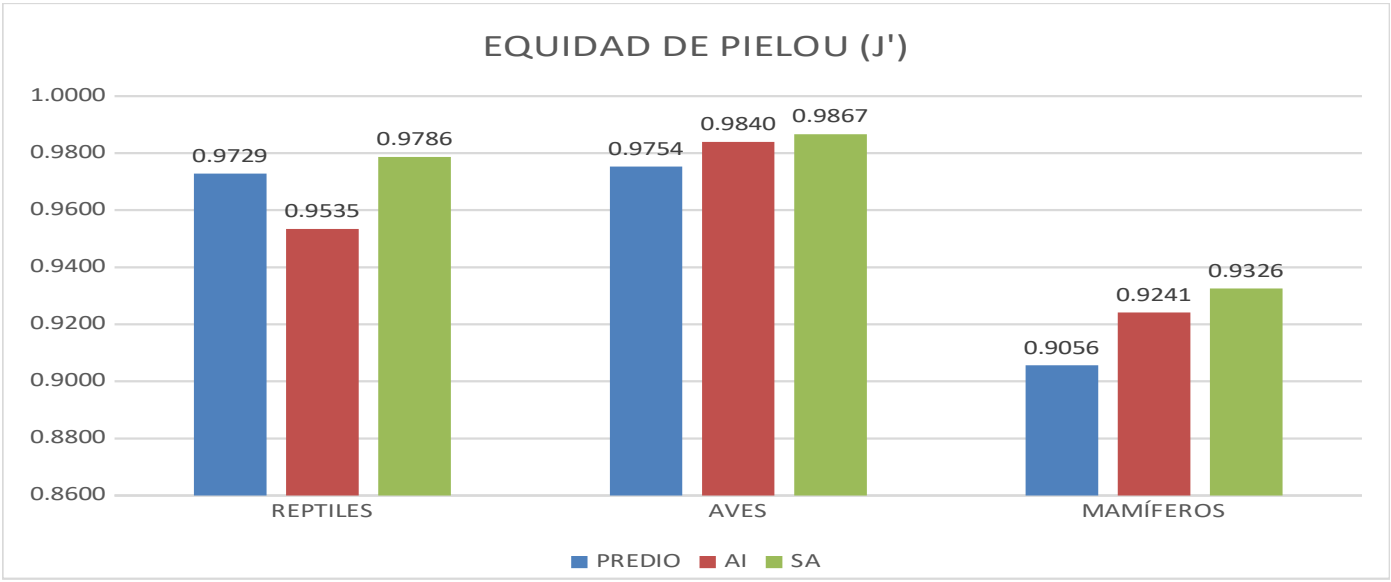


Gráfica IV. 40 Riqueza de cada grupo faunístico entre el SA, el AI y el predio.



Gráfica IV. 41 Comparación del índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en el SA y el área del proyecto.

De acuerdo con los valores obtenidos de la estimación del índice de Shannon-Wiener para los muestreos del SA, las aves presentan lo valores más altos de diversidad (H'= 3.5629), mientras que los mamíferos mantienen una diversidad media (H'= 1.9459) al igual que los reptiles (H'= 2.3467). Con respecto al área de influencia, se registró una mayor diversidad en el grupo de las aves (H'= 3.4698), media en reptiles (H'= 2.0950) y más baja en reptiles (H'=1.6094). En cuanto a los muestreos realizados dentro del área de CUSTF, las aves también presentaron un valor alto para el índice de diversidad (H'= 3.3493), mientras que los reptiles (H'= 1.7432) y mamíferos (H'= 1.3863) obtuvieron valores bajos de diversidad. A manera de comparación, se observa que todos los grupos faunísticos presentaron una diversidad mayor en el SA y en el AI en comparación al área del proyecto.



Gráfica IV. 42 Comparación del índice de equidad de Pielou en el SA, el AI y el área del proyecto.

El índice de equidad de Pielou (J´) resultó ser alto para todos los grupos de fauna en la SA, ya que todos los grupos obtuvieron valores cercanos a la unidad: aves (J´= 0.9867), reptiles (J´= 0.9786) y mamíferos (J´= 0.9326). No obstante, se presentaron algunas especies cuyas abundancias fueron ligeramente mayores que las de las demás especies. Con respecto al área de influencia, se obtuvieron valores ligeramente más bajos al SA, siendo el mayor en las aves (J'=0.9840), seguido de reptiles (J'=0.9535) y mamíferos (J'=0.9241). En el caso del área destinada al proyecto, los grupos faunísticos presentaron los siguientes valores de equidad: aves (J´= 0.9754), reptiles (J´= 0.9729), y mamíferos (J´= 0.9241). Como se observa, los valores obtenidos

estuvieron cercanos a la unidad, de esto se interpreta que la distribución de individuos entre especies es relativamente homogénea. No obstante, algunas especies resultaron ser ligeramente más dominantes sobre las demás.

En función de lo antes presentado se puede indicar que la composición, estructura y diversidad faunística del sistema ambiental y el área de influencia presentan una mayor riqueza específica que la del predio, una gran representación de todas las especies faunísticas que se podrían ver afectadas por motivo del proyecto. Asimismo, dentro de la microcuenca se encuentra una mayor diversidad faunística en comparación al presente en el predio.

Todo lo anterior indica que la afectación de la fauna por motivo del proyecto en el área del sistema ambiental será mínima, aunado a esto, el proyecto aplicará una serie de medidas de compensación tales como la aplicación de un programa de rescate y reubicación de la fauna que será afectada por la construcción y la permanencia de áreas verdes con suelo natural y vegetación nativa de la región que servirán como corredores y áreas de conectividad para la fauna típica de la zona de estudio.

En función de la información presentada se puede indicar que la composición, estructura y diversidad faunística del SA y el AI presentan una mayor riqueza específica, diversidad y equitatividad; asimismo, todas las especies que se encuentran en el área del proyecto están representadas en el SA y en el AI.

Conclusiones finales del muestreo de fauna realizado

- Dentro del área del proyecto, la riqueza de especies registrada fue de 41 especies, en el AI de 48 especies y en el SA de 55 especies. Los estimadores de diversidad indicaron que los grupos faunísticos presentaron una diversidad mayor en el SA y en el AI, además de que las especies presentes en el área del proyecto se encuentran representadas tanto en el SA como en el AI.
- No se considera que el proyecto afecte una zona crítica para la reproducción de las especies de fauna. Se implementará un **Programa de Acción para la Protección de Fauna Silvestre** para la conservación de las especies que puedan verse afectadas por el proyecto.

IV.3.1.3 Medio socioeconómico

El municipio de Dzemul se localiza entre los paralelos 21° 21" y 21° 17"de latitud norte y los meridianos 89° 16’ y 89° 25’ de longitud oeste, tiene una altitud de entre 0 y 100 m. Colinda con los siguientes municipios: al norte con el Golfo de México y el municipio de Telchac Puerto; al este con los municipios de Telchac Puerto y Telchac Pueblo; al sur con los municipios de Telchac Pueblo y Motul y al oeste con los municipios de Motul, Ixil y el Golfo de México. Cuenta con una población total de 3,622 habitantes.

A continuación, se realiza una caracterización general del estado poblacional del municipio donde se pretende la realización del proyecto:

a) **DEMOGRAFÍA**. El Municipio de Dzemul cuenta con una población de 3,622 personas, de las cuales 1,825 son mujeres y 1,797 son hombres, esto de acuerdo con los datos arrojados en el Conteo de Población y Vivienda, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2020.

b) **FACTORES SOCIOCULTURALES**:

EDUCACIÓN. En la actualidad el municipio de Dzemul cuenta con 6 instituciones educativas públicas, dos de preescolar, dos de primaria, una de secundaria y una de educación media superior. En 2020 había 827 alumnos inscritos en estas instituciones educativas, 55% alumnas y 45% alumnos.

SALUD. En 2023 el municipio de Dzemul contaba con una sola unidad médica de consulta pública, de acuerdo con datos de la Secretaría de Salud.

VIVIENDA. Para el municipio de Dzemul, se tiene que existen, al 2020, un total de 1,091 viviendas habitadas. En estas viviendas, se tiene un promedio de ocupantes de 3.32 personas por vivienda.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA. La población económicamente activa del municipio asciende a 1,534 personas, de las cuales 1,507 se encuentran ocupadas (INEGI 2020) y se presenta de la siguiente manera:

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La construcción y operación del Club de Vela en el municipio de Dzemul, Yucatán, representa una oportunidad significativa para fomentar el desarrollo económico, social y turístico de la región, al integrar actividades recreativas y deportivas sostenibles en la zona costera del municipio.

El proyecto contribuye al fortalecimiento del sector turístico mediante la diversificación de la oferta recreativa y deportiva de la zona. La práctica de la vela es una actividad náutica de bajo impacto ambiental que promueve el turismo especializado y responsable. Este tipo de turismo genera una derrama económica local directa, al incrementar la demanda de servicios de hospedaje, alimentación, transporte, mantenimiento de embarcaciones, así como la contratación de personal para la operación y mantenimiento del club.

Desde el punto de vista social, el proyecto impulsará la creación de empleos temporales y permanentes. Durante la fase de construcción se generarán fuentes de trabajo locales relacionadas con la obra civil, servicios generales y suministro de materiales, mientras que en la etapa de operación se requerirá personal administrativo, de mantenimiento, limpieza, instructores náuticos y personal de atención al público. Este aspecto representa un beneficio directo para los pobladores del municipio de Dzemul y comunidades cercanas, quienes podrán acceder a oportunidades de empleo y capacitación en el sector turístico y deportivo. Asimismo, el Club de Vela fomentará la integración comunitaria y el desarrollo social, al ofrecer espacios para la práctica de actividades deportivas, educativas y de convivencia familiar. Con ello, el proyecto se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible del municipio y del estado de Yucatán, integrando crecimiento económico, bienestar social y respeto al medio ambiente.

IV.3.1.4 Paisaje

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

La inclusión del componente paisaje en un estudio de impacto ambiental alcanza importancia sustantiva en aquellas áreas donde la calidad escénica pudiera alterarse de manera significativa con el desarrollo del proyecto. En este sentido, el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente y su valoración debe sustentar en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento perceptual, aglutinador de toda una serie de características del medio físico y el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto determinado.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- **La visibilidad:** se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

- **La calidad paisajística:** incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico. Las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.
- **La fragilidad del paisaje:** es la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante por considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta. El inventario del paisaje se complemente con la inclusión de las singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial. Por último, se suelen incluir en el inventario del paisaje los elementos que contienen recursos de carácter científico, cultural e histórico. Además, se consideraron otros dos criterios:

- **Frecuencia de la presencia humana:** no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- **Singularidades paisajísticas:** o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003)[1], se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla IV. 54 Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Visibilidad	Baja	Se prevé que el impacto ocasionado por el desarrollo del proyecto sobre la visibilidad del paisaje será bajo debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
Calidad paisajística	Baja	En la zona de encuentran otras obras de carácter similar o diferentes, por lo que no se cambiará mucho la calidad paisajística.
Fragilidad del paisaje	Media	La vegetación es susceptible a los cambios, debido a la presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de importancia ecológica, sin embargo, estas serán prioritarias para su rescate y reubicación.
Frecuencia de la presencia humana	Baja	En el área de estudio no es frecuente la presencia humana debido a la distancia con la zona de asentamientos humanos del municipio de Dzemul, sin embargo, hay otras casas de playa en la zona. También se encuentra sobre la carretera Progreso-Telchac Puerto por lo que hay un tránsito de coches medio.
Singularidades paisajísticas	Media	No existen singularidades paisajísticas naturales a excepción de la presencia de vegetación costera, la cual se verá mediadamente susceptible a los cambios. Por otra parte, en el área de influencia existen singularidades paisajísticas de origen artificial, por lo que el establecimiento del proyecto ocasionará un impacto medio sobre las singularidades paisajísticas.

Conclusiones del análisis del paisaje

El desarrollo del proyecto causará impactos negativos sobre la calidad y singularidades paisajísticas, además de la fragilidad del paisaje. Estos impactos serán ocasionados principalmente por la construcción, sin embargo, se implementarán

1 Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R. 2003: "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", GeoFocus (Artículos), nº 3, p. 1-21. ISSN: 1578-5157

medidas de prevención y mitigación para minimizar o evitar los efectos derivados de los impactos ocasionados por las actividades realizadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Otro factor por considerar es la frecuencia de la presencia humana, que no será frecuente debido a que se encuentra alejado de la zona de asentamientos humanos principal de Dzemul y al ubicarse frente a la carretera Progreso-Telchac Puerto.

IV.4 Diagnóstico ambiental

INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO

Antecedentes

El Sistema Ambiental (SA) y el Área de Influencia (AI), están conformados por un ecosistema terrestre históricamente modificado por la actividad humana. Las dimensiones del SA, el área de influencia y el área del proyecto es el siguiente:

Tabla IV. 55 Superficie del SA y de la poligonal del Proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE EN ha	PORCENTAJE
Sistema Ambiental	7,947.62	100.0%
Área de Influencia	183.40	2.3%
Área del proyecto	18.03	0.2%

La integración del SA se llevó a cabo partiendo de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII y las UGAs del POETCY. Determinándose que la extensión de los impactos abarcará la superficie de la UGA UGA007-APROV-DZE

Por la extensión del SA y los biomas que incluye, se realizó un análisis específico para la Flora y Fauna del área del proyecto del Proyecto y que derivado de los trabajos de campo realizados, se observó que cuentan con su propia Área de Influencia, la cual se describe y analiza en forma específica.

La descripción del Proyecto bajo evaluación se incluye en el **Capítulo II** de la MIA-P. Una adecuada interacción entre el sistema abiótico, biótico y socioeconómico que conforman el SA, el AI y el área del proyecto, dará como resultado la conservación de funcionalidad e integridad de sus componentes.

SISTEMA ABIÓTICO

Clima

Se han determinado las características del clima en la región, por lo que, de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1988), se ha definido que en la zona costera del norte de Yucatán predomina el tipo climático BS1 (h´)w (x´), se trata del clima Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual (Orellana, 1999).

Geología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte, de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (González y otros, 1999).

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactas recristalizadas, de ambiente marino en facies de banco y litoral de textura fina a media, dispuesta en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como

miliólidos indeterminados. La unidad presenta algunos horizontes calcáreo-arcillosos friables y margas blancas; se encuentran rocas del Cuaternario principalmente (coquinas, suelos residuales, arenas, arcillas y turbas); y comprende playas de barrera y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina.

La zona costera está constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a crema del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno.

Pendiente y curvas de nivel

El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta en su mayor parte una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 5 y los 10 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones.

Edafología

En el SA no se presenta una gran diversidad de suelos (principalmente Leptosoles).

Los **Leptosoles** (del griego leptos, delgado) son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial con alrededor de 1 655 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México, los Leptosoles cubren 54.3 millones de hectáreas y son particularmente comunes en las Sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur, las penínsulas de Yucatán y Baja California, y una vasta región del Desierto Chihuahuense.

Hidrología

Debido a la gran permeabilidad y a su morfología se presenta un acuífero calizo con un nivel cercano a la superficie en casi toda la zona. El acuífero formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral tiene un espesor medio de 150 m; está limitado inferiormente por rocas arcillosas de baja permeabilidad como margas y lutitas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de una franja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

El flujo de agua subterránea en la península es a través de fracturas y conductos de disolución que se encuentran a diferentes profundidades del subsuelo. El flujo de agua subterránea en la península es del centro de la península hacia las costas presentando un comportamiento radial hacia las costas. Generalizando, se puede decir que la dirección es de sur a norte, noreste y noroeste.

El proyecto y su área de influencia se encuentran dentro del **Semicírculo de Cenotes**, el SA abarca una porción de las Regiones Costeras, sin embargo, no se prevé la modificación o generación de impactos en esa zona específica.

No obstante, aunque el área de estudio se encuentra dentro del semicírculo de cenotes no se registró cenote alguno en su área de influencia según datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo.

SISTEMA BIÓTICO

Flora

En el SA existen varios ecosistemas, el mejor representado es la vegetación de duna costera (VU), sin embargo, en el área de influencia y en el área del proyecto se encuentra en vegetación secundaria **de Vegetación de Duna Costera (VU).**

En el paisaje del área del proyecto se observa vegetación secundaria derivada de la vegetación de duna costera, que contempla una mezcla de comunidades vegetales de herbáceas y arbustivas.

Es importante mencionar que actualmente en toda el área del proyecto bajo estudio se observa el desplazamiento de la vegetación original debido al cambio de uso de suelo para actividades diferentes como afectaciones urbanas de la zona.

Para determinar el estado de la vegetación, se realizó un recorrido físico en el área del proyecto. Dadas las condiciones en el área del proyecto, con los resultados del trabajo de campo realizado, se encontró que la vegetación dominante en la zona de interés corresponde a una vegetación secundaria de vegetación de duna costera, misma que manifiesta un desarrollo secundario. Por ello, se reconoce que la mayoría de los árboles presentan características correspondientes a individuos jóvenes y en pleno desarrollo.

La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, corresponde a una zona anteriormente impactada principalmente por fenómenos naturales, actividades antropogénicas y por la influencia del derecho de vía de la carretera Progreso-Telchac Puerto.

Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona. El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona. No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

Fauna

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo a lo anterior y a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del proyecto es probable experimente movimientos de un lado hacia el otro por la vegetación en plena recuperación y otras áreas con vocación forestal.

En el área del proyecto se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria derivada de vegetación de duna costera. El área presenta un nivel medio de perturbación antropocéntrica mediante la creación de brechas de muy diferentes amplitudes. No obstante, a lo anterior, contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna. Lo anterior es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo de vegetación. Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin eTREX), cámaras fotográficas, binoculares, varas herpetológicas, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

Anfibios
Para el caso de los anfibios no se registraron en el área del proyecto.

Reptiles
Para el caso de los reptiles se registraron seis especies.

Aves

Este grupo fue el que tuvo la mayor riqueza específica, en total se verificaron 31 especies.

Mamíferos
En el área solamente se registraron cuatro especies de este grupo

Aspectos Socioeconómicos

El municipio de Dzemul se localiza entre los paralelos 21° 21" y 21° 17"de latitud norte y los meridianos 89° 16' y 89° 25' de longitud oeste, tiene una altitud de entre 0 y 100 m. Colinda con los siguientes municipios: al norte con el Golfo de México y el municipio de Telchac Puerto; al este con los municipios de Telchac Puerto y Telchac Pueblo; al sur con los municipios de Telchac Pueblo y Motul y al oeste con los municipios de Motul, Ixil y el Golfo de México. Cuenta con una población total de 3,622 habitantes.

Demografía

El Municipio de Dzemul cuenta con una población de 3,622 personas, de las cuales 1,825 son mujeres y 1,797 son hombres, esto de acuerdo con los datos arrojados en el Conteo de Población y Vivienda, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2020.

Aspectos Laborales

La población económicamente activa del municipio asciende a 1,534 personas, de las cuales 1,507 se encuentran ocupadas (INEGI 2020) y se presenta de la siguiente manera:

Paisaje

En la actualidad y desde un punto de vista ecológico, el ecosistema ha sido perturbado por lo que ha perdido parte de su importancia ambiental original.

La calidad visual del área del proyecto, en general, es baja debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área, la calidad paisajística es media ya que en el área existen zonas de vegetación secundaria de duna costera.

Estructura por componentes del ecosistema

Suelo

El suelo juega un importante papel en el ecosistema ya que incorpora y almacenan nutrientes por medio de procesos vegetales, además de que sirven de soporte físico para la flora y regulan el flujo de agua al subsuelo.

Los suelos que se presentan en el área del proyecto predominan el tipo Regosol.

Agua superficial y subterránea

El proyecto y su área de influencia se encuentran del **Semicírculo de Cenotes**, el SA abarca una porción de las Regiones Costeras, sin embargo, no se prevé la modificación o generación de impactos en esa zona específica.

No obstante, aunque el área de estudio se encuentra dentro del semicírculo de cenotes no se registró cenote alguno en su área de influencia según datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo.

Es importante considerar que el proyecto consiste en la construcción el proyecto en donde se generarán aguas residuales de manera temporal, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Biodiversidad de la flora y fauna terrestre

La importancia de la diversidad biológica radica en que tanto la productividad primaria, la mineralización de materia orgánica y otras funciones del ecosistema son controladas por orgánicos vivos (Vila, 2001; en Martínez, 2009).

La función de la cobertura vegetal es la de proteger el suelo de la intemperización por el viento, lluvia, energía solar, etc, y evita su erosión, manteniendo así el almacenamiento de nutrientes (Constanza et al, 1997, en Martínez, 2003), Favorece la retención del agua al suelo ser fuente principal de alimento de otros organismos (Daily, 1997, en Martínez, 2003).

El área del proyecto cuenta con **vegetación secundaria de Duna Costera**.

Dentro del estrato herbáceo del área de CUSTF existen 3 especies con mayores valores de VIR son *Opuntia stricta* (67.38), *Agave angustifolia* (60.29) y *Flaveria linearis* (32.85). En el estrato arbustivo sobresale la especie *Leucaena leucocephala* (64.73), *Sideroxylon americanum* (46.55), y *Tara vesicaria* (44.05).

El grupo faunístico de los reptiles posee una distribución de J´=0.9729, con el cual se puede decir que la presencia de especies fue homogénea entre sitios de muestreo. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en el AI es de 1.7918 y la H´ calculada fue de 1.7432, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente en el umbral de máxima diversidad esperada dentro del área del proyecto. La especie con mayores valores de abundancia, densidad y diversidad dentro del área del proyecto fue *Sceloporus chrysostictus* con 12 individuos, así como *Sceloporus lundelli* con 10 individuos.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo faunístico de las aves en nuestra área de estudio es de 3.4340 y la H´ calculada fue de 3.3493, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad alta en el área del proyecto. Este grupo posee una distribución de J´=0.9754, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es casi nula. En total se contabilizaron 234 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: *Pitangus sulphuratus* con 15 individuos, *Myiozetetes similis* con 13 individuos y *Mimus gilvus* con 13 individuos.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo faunístico de los mamíferos en nuestra área de estudio es de 1.3863 y la H´ calculada fue de 1.2555, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una baja diversidad dentro del AI. Este grupo faunístico presentó una equidad de J´=0.9056, este valor indica que la presencia de especies de mamíferos fue homogénea entre transectos de muestreo. Con base en la información obtenida en campo, la especie con mayor abundancia fue *Orthogeomys hispidus* con seis individuos registrados *Didelphis virginiana* con seis individuos.

Funcionalidad del ecosistema

Es considerado como un ecosistema al sistema de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos (Maass *et al*, 1995)[2]. Los ecosistemas realizan funciones tales como el ciclado de nutrientes que dependen no sólo de organismos individuales sino de una serie de factores involucrados como la estructura física del suelo y microorganismos que allí habitan, disponibilidad de agua, el tipo de vegetación y más factores bióticos y abióticos (Christensen y Franklin, 1997)[3].

En Área de Influencia para Flora solo afectará vegetación secundaria derivada de la **Vegetación de Duna Costera (VU)**.

Modelo Ecológico Conceptual (MEC)

2 Maass, J.M., Vose, J.M., Swank, W.T., & Martínez-Yrizar, A. 1995. Seasonal changes of leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico. Forest Ecology and Management, 74, 171-180.

3 Christensen, N. L. and J. F. Franklin. 1997. Ecosystem function and ecosystem management. In: R. D. Simpson and N. L. Christensen (eds.), Ecosystem function and human activities. Reconciling economics and ecology. New York: Chapman and Hall. Pp. 1-23.

Principios básicos

Los Modelos Ecológicos Conceptuales (MEC) constituyen el principio organizativo fundamental en una estrategia para la planeación e implementación de programas de conservación y restauración. A través de los MEC se sistematiza la información existente en un modelo conceptual que permite identificar y valorar las interacciones entre factores de diferente naturaleza, identificar la falta de información críticos y elaborar hipótesis de trabajo que expliquen las fuentes y efectos de los cambios fundamentales (presentes y potenciales) inducidos por la actividad humana.

Los MEC describen la forma en que se relacionan sus componentes, indican las vías generales por las cuales los factores controladores afectan los atributos claves del ecosistema que son importantes para el funcionamiento del mismo y aquellos que son vistos por las comunidades humanas como valiosas e importantes de mantener. Estos modelos han sido desarrollados y aplicados con éxito en el caso de la restauración de los Everglades, al sur de la Florida, EUA (Barnes, 2005; Browder *et al*., 2005; Crigger *et al*., 2005; Davis *et al*., 2005a, 2005b; Duever, 2005; Havens y Gawlik, 2005; Ogden, 2005; Rudnick *et al*., 2005; Sime, 2005; VanArman *et al*., 2005)[4], los componentes principales de los MEC son cuatro:

I. Factores controladores: Fuerzas externas al sistema natural que tienen influencia de gran escala sobre el sistema. Pueden ser fuerzas naturales (p.e. acción permanente del viento) o antropogénicas (p.e. manejo del agua).

II. Agentes estresantes: Cambios físicos o químicos que ocurren dentro de los sistemas naturales, inducidos por los factores controladores y causan alteraciones significativas en los componentes y procesos biológicos.

III. Efectos ecológicos: Respuestas físicas, químicas y biológicas causadas por los agentes estresantes.

IV. Atributos: Subconjunto mínimo indispensable de todos los elementos o componentes biológicos potenciales que son representativos de la condición ecológica general del sistema natural. Los atributos son, típicamente, poblaciones, especies, gremios tróficos, comunidades o procesos. Los atributos, también conocidos como indicadores, son seleccionados para representar efectos conocidos o hipotéticos de los agentes estresantes (p.e. número de fauna silvestre) y elementos de los sistemas que tienen valor humano (p.e. pesca deportiva, ecoturismo).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo.

4 Graves, G., Gottlieb, A., Marley, D., Sharfstein, B., & Sime, P. B, y Chuirazzi, K. 2009. Chapter 7B: RECOVER Activities Update South Florida environment. South Florida Environmental Report – Volume I. p. 1-19.

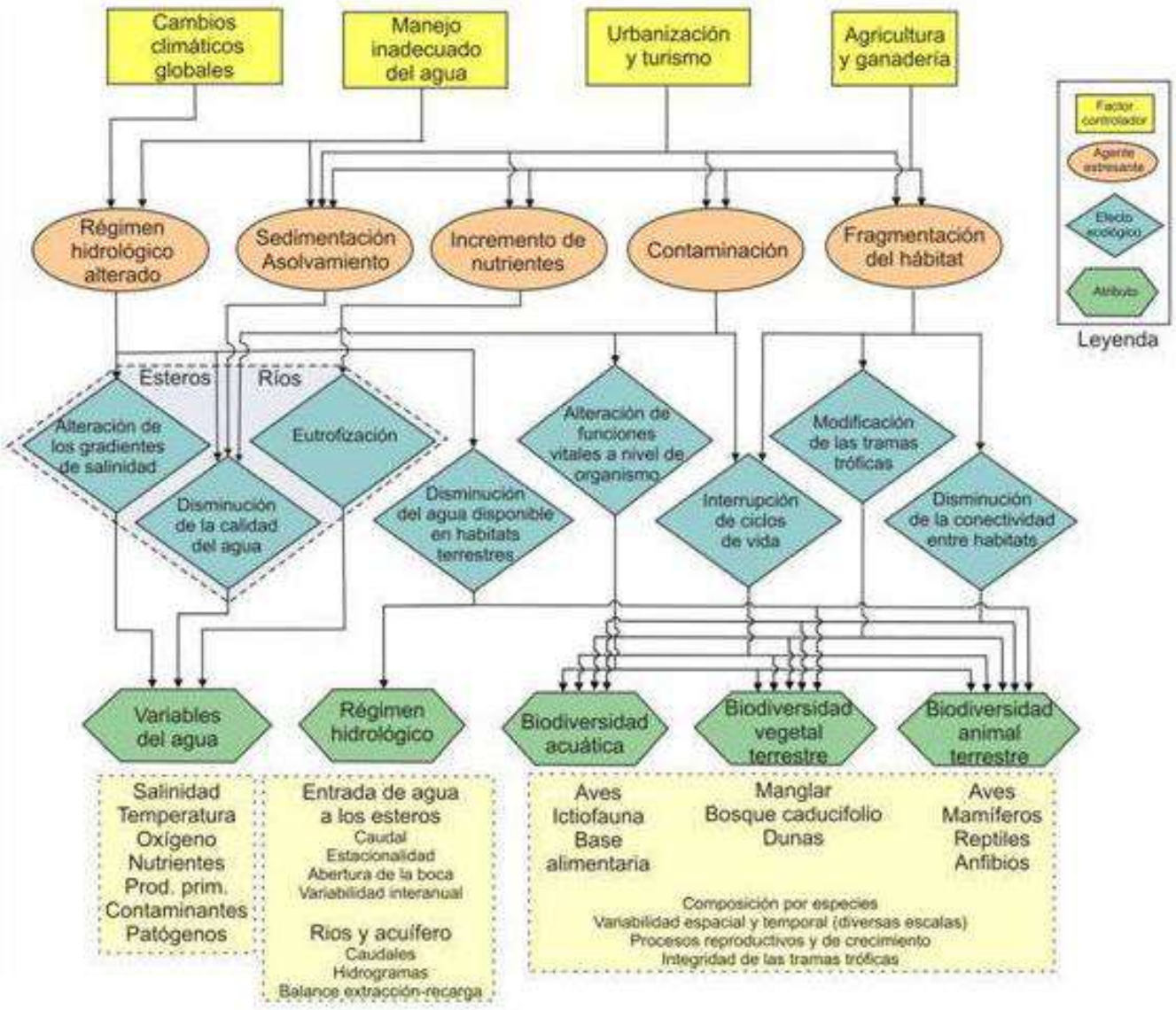


Figura IV. 22 Ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo.

Factores controladores identificados en el SA

Son aquellos que actúan a gran escala sobre el sistema:

I. Deforestación.
II. En incremento sostenido en el número de habitantes de los núcleos urbanos.
III. Crecimiento de la industria turística.

Agentes estresantes

Los siguientes agentes estresantes producto de los factores antes mencionados se enumeran a continuación:

I. Erosión del suelo. Incremento de la erosión del suelo por la deforestación sin medidas preventivas o de mitigación.
II. Incremento de nutrientes. Alteración del balance de nutrientes (aumento de los niveles de compuestos de nitrógeno y fósforo sobre suelo natural) por el uso de fertilizantes en la agricultura y el arrastre incrementado por la deforestación.

III. Contaminación. Por el uso no controlado y posiblemente excesivo de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, etc.) y la utilización de detergentes y sustancias de otra índole, así como la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos.
IV. Alteración en la estructura del suelo por la actividad humana, los núcleos poblacionales del SA.
V. Fragmentación del hábitat. Creación de parches y corredores por la eliminación de vegetación debido a actividades antropogénicas como la agricultura, urbanización o infraestructuras. En casos extremos, la desaparición de áreas de un hábitat determinado, acuático o terrestre, afecta de forma irreversible a algunas especies.

Efectos ecológicos

La modificación antropogénica de los componentes y procesos ecológicos, incluyendo propiedades muy importantes como la resiliencia, los servicios ambientales y la integridad de las tramas tróficas es compleja.

A continuación, se presenta un modelo simplificado para la determinación de la magnitud de los efectos ecológicos provocados por los agentes estresantes.

I. Modificación de la calidad del agua. Tienen especial importancia la presencia de sustancias contaminantes que pueden afectar la fisiología de los organismos, repercutiendo en su supervivencia, tasas de crecimiento y éxito reproductivo; así como la modificación en la estructura de las unidades edafológicas.
II. Eutrofización. Es un proceso natural, que se ve acelerado por el incremento en la carga de nutrientes convirtiéndolo en un agente estresante que repercute de forma muy marcada en la calidad del agua, produciendo eventualmente zona anóxicas temporales o permanentes.
III. Régimen de lluvia y viento sobre los hábitats terrestres. Los cambios naturales en el volumen de agua pueden ser amplios y llevar al ecosistema a situaciones limitantes en la capacidad de carga del ecosistema. Si en estas condiciones actúan simultáneamente otros agentes estresantes, se puede dar una situación de estrés permanente sobre los ecosistemas.
IV. Alteración de funciones vitales a nivel de organismo. La contaminación tiene con mucha frecuencia efectos subletales que afectan los procesos de crecimiento y reproducción sin matar a los individuos, pero disminuyen la capacidad de autorrenovación de las poblaciones, comunidades y por lo tanto del ecosistema. Todo el ecosistema funciona si los individuos de las especies que lo integran pueden realizar normalmente sus funciones biológicas.
V. Interrupción de ciclos de vida. Se ven impactados severamente por la fragmentación del hábitat y la contaminación.
VI. Modificación de las tramas tróficas. Para que se mantengan cerca de su estado natural es necesario garantizar la salud de varios componentes clave y analizar estos de forma integral, en sus interacciones del flujo de energía y el ciclo de materia.
VII. Disminución de la conectividad entre hábitats. Los elementos esenciales de conectividad dentro del sistema terrestre son destruidos por actividades de deforestación, agricultura, urbanización y desplante de infraestructura. Mismos que afectan de forma notable la resiliencia de todo el sistema y aumenta su vulnerabilidad ante nuevos impactos.

La aplicación de las condiciones anteriormente descritas sobre el área del Proyecto y su entorno ecológico, dieron como resultante el escenario que se muestra en el **Capítulo VII**.

Atributos

A continuación, se presentan los diferentes atributos:

I. Estado natural: periodo anterior a las modificaciones producidas por la actividad directa del hombre o los cambios climáticos.
II. Estado presente: la relevancia ecológica tiene que evaluarse por comparación con la situación natural que existía en el pasado.

III. Evolución espacial y temporal de los valores: como consecuencia de intervenciones humanas significativas que se den en el futuro. Esto implica el seguimiento o monitoreo.

El análisis de los atributos críticos debe ser incluido en una valoración del estado actual del SA y su capacidad para recibir un impacto adicional en el marco de un desarrollo sustentable.

Se consideran cinco categorías principales de atributos o indicadores ecológicos para su análisis individual y análisis final integrada a partir del modelo conceptual ya descrito.

I. Variables del agua. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar, de forma adecuada y periódica, los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:

- Aporte de nutrientes y contaminantes (biológicos y fisicoquímicos): en momentos relevantes del día (hay mínimos y máximos críticos en función de la hora del día y la noche).
- En momentos relevantes de su ciclo anual (alternancia entre lluvia y estiaje).
- En la escala de series de tiempo (para poder aseverar que se está en presencia de valores anormales, es necesario confirmar que ello no responde a fluctuaciones naturales en la escala temporal superior al año).

II. Variables del suelo. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar en forma adecuada los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:

- Presencia de agentes que pueden disolver o fragmentar la estructura de las unidades edafológicas actuales debido a su origen fisicoquímico o biológico.

III. Biodiversidad del ecosistema terrestre. Se trata como un conjunto por razones metodológicas. Los indicadores principales son:

- Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad (p.e. Índice de Shannon).
- Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
- Procesos reproductivos y de crecimiento en especie(s) clave o modelo (utilizadas como indicadores de alteración de procesos o por estar bajo algún estatus de protección especial).
- Integridad de las tramas tróficas. Especies clave o protegidas, es su alimento.

IV. Biodiversidad de animales terrestres. Como indicadores a diferentes niveles de organización biológica deben considerarse las siguientes ramas de monitoreo:

- Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad total.
- Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
- Procesos reproductivos y de crecimiento en especies clave o protegidas (utilizadas como indicadores de alteración de procesos).
- Integridad de las tramas tróficas. Elementos bióticos de un ecosistema es su alimento.
- Conservación de los corredores biológicos. Un corredor biológico es un espacio geográfico limitado que constituye un pasaje continuo entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, que asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos, mediante la facilitación, tanto de la migración, como de la dispersión de especies de flora y fauna, asegurando de esta manera la conservación de las mismas, a largo plazo.

Los atributos identificados anteriormente deben constituir la base para un Programa de monitoreo ambiental que se pueda producir como consecuencia de un incremento en las actividades humanas.

Determinación del estado de conservación instantáneo del ecosistema

La determinación del estado de conservación instantánea parte de una metodología anterior (Dinerstein, *et al*. 1995)[5] en la que se evalúa por separado el potencial de conservación y el estado de amenaza de las eco-regiones.

Esta metodología en conjunto con bases de datos digitales y la tecnología de los Sistemas de Información Geográfico pueden medir con precisión los parámetros utilizados en la evaluación del estado de conservación.

Criterios Utilizados

Se emplearon datos tales como el porcentaje de hábitat original perdido, la presencia de bloques grandes de hábitat original intacto, el grado de fragmentación y degradación del hábitat, las tasas de conversación y el grado de protección, entre otros, debido a que la pérdida de biodiversidad y la alteración de los procesos ecológicos (tanto la presente como la proyectada), son difíciles de medir directamente, dependiendo cada vez más de parámetros a nivel de paisaje como indicadores.

Variables de predicción de:

i. La habilidad de un ecosistema para mantener los procesos ecológicos (por ejemplo, dinámica de poblaciones de predadores y presas, variando dentro de límites naturales, polinizando y dispersión de semillas, ciclos de nutrientes, migración, dispersión y flujo genético); y
ii. Los componentes de la biodiversidad (por ejemplo), predadores superiores u otras especies clave o con bajo estatus de protección, que influyen en la cantidad y tipo de biodiversidad que persistirá a largo plazo.

Método de determinación del estado de conservación instantáneo

El índice del estado de conservación se indica en un intervalo de puntos que va desde 0 hasta 100, donde los valores más grandes indican niveles altos de peligro.

Los parámetros del nivel de paisaje considerados de mayor importancia para la determinación del índice del estado de conservación instantáneo, son los siguientes:

- Pérdida total de hábitat.
- Bloques hábitat.
- Fragmentación del hábitat.
- Conversión del hábitat.
- Grado de protección.

La determinación de la importancia relativa de los diferentes parámetros se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 56 Parámetros para la determinación del índice de conservación.

IMPORTANCIA	PARÁMETRO
40%	Pérdida total de hábitat
20%	Bloques de hábitat

5 Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Web-ster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P., & Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América latina y el Caribe. Washington D.C.: WWF - World Bank. Pp.: 135.

IMPORTANCIA	PARÁMETRO
20%	Fragmentación de hábitat
10%	Conversión del hábitat
10%	Grado de Protección

A partir del cálculo de los puntos umbrales para las diferentes categorías de los estados de conservación se clasifican de acuerdo con la evaluación de la siguiente tabla:

Tabla IV. 57 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Critico

- Criterios de evaluación

Pérdida total del hábitat

Este criterio enfatiza la rápida pérdida de especies esperada en los ecosistemas, cuando el área total de hábitat remanente cae por debajo de niveles críticos mínimos. A pesar de que no hay un acuerdo acerca de los mecanismos o umbrales precisos que determinan la pérdida de especies en diferentes ecosistemas, estudios empíricos y teóricos indican que existe una correlación general entre la pérdida de hábitat y la pérdida de especies.

La pérdida de hábitat reduce la biodiversidad debido a:

- La eliminación de especies o comunidades que están limitadas a determinadas localidades geográficas.
- La disminución del área original de hábitat por debajo del tamaño mínimo para mantener la dinámica ecológica crítica a gran escala a nivel de ecosistemas.
- La degradación y fragmentación de hábitat remanente que se hace tan pequeño o aislado que los fragmentos individuales o su conjunto, pierden la habilidad de mantener poblaciones viables o procesos ecológicos importantes.

La pérdida total de hábitat, medida a una escala eco-regional en la siguiente tabla, refleja todas estas consecuencias, pero subvalora la primera y segunda. Asimismo, es especialmente importante la pérdida de especies causada por la eliminación o interrupción de hábitats.

Tabla IV. 58 Clasificación de la pérdida total del hábitat.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Critico

Bloques de Hábitat

Como parte de la evaluación del estado de conservación se considera importante el número y tamaño de bloques contiguos de hábitat. La dinámica de poblaciones y ecosistemas, tienen requerimientos específicos de área mínima para poder

funcionar naturalmente. Por lo tanto, los bloques de hábitat deben ser lo suficientemente grandes para poder mantener dicha dinámica en funcionamiento. Grandes bloques de hábitat mantienen poblaciones de especies más grandes y viables; además, permiten la persistencia de una gama mayor de especies y dinámica ecosistémica. El cubrimiento geográfico de varios bloques grandes, también conserva una gama mayor de hábitats, gradientes ambientales y especies. Un ecosistema insular suele ser un único bloque en función del tamaño del territorio, su topografía y relieve.

El número de bloques grandes de hábitat presente en las diferentes categorías de tamaño, es un componente de este criterio. La teoría de la redundancia sugiere que la presencia de tres o más ejemplos de un ecosistema incrementa significativamente la probabilidad de que éste persista a largo plazo. Factores tales como el fuego, enfermedades, polución, deforestación, o degradación, pueden eliminar las especies o hábitats naturales dentro de los bloques. La presencia de varios bloques con comunidades similares permite la recolonización y persistencia de especies y tipos de hábitat particulares. En eco-regiones caracterizadas por un alto grado de diversidad beta (renovación de especies a lo largo de gradientes ambientales), es especialmente importante la presencia de múltiples bloques de hábitat que se encuentran bien distribuidos a lo largo del paisaje para conservar especies y hábitats.

El umbral de tamaño para mantener bloques viables de hábitat se ajusta ampliamente a la escala que es importante para la dinámica de los ecosistemas. Para evitar conclusiones desorientadoras al aplicar umbrales de tamaño continental a eco-regiones de islas (o ecosistemas continentales muy pequeños o sistemas naturalmente dispersos), se empleó para cada categoría de tamaño de eco-región un grupo diferente de tamaño de umbral.

Tabla IV. 59 Análisis de bloques de hábitats.

PUNTOS	RANGOS
2	> 500
5	> 250
10	≥ 3 bloques > 100
15	> 100
20	Ninguno > 100

Fragmentación del Hábitat

La fragmentación de hábitat coloca en peligro demográfico a muchas especies que presentan bajas densidades poblacionales (Berger 1990; Laurance 1991; Newmark 1991; Wilcove et al. 1986; en Dinerstein, *et al*. 1995)[6]. Un porcentaje relativamente grande del área intacta de los ecosistemas fragmentados se encuentra bajo presión de cacería, fuegos causados por la acción humana en sus alrededores, cambios en el microclima y la invasión de especies exóticas (Lovejoy 1980; Saunders *et a*l. 1991; Skole y Tucker 1993; en Dinerstein, *et al*. 1995)[7]. A medida que la fragmentación aumenta, la cantidad de área de hábitat central crítico disminuye. Se considera que fragmentos inferiores a los 100 km^2 no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de vertebrados grandes. Algunas especies de aves, árboles y mariposas, que se encuentran típicamente en densidades muy bajas o que tienen distribuciones en parches, también pueden perderse si se encuentran en fragmentos pequeños. En la siguiente tabla se observa el grado de fragmentación del hábitat.

Tabla IV. 60 Grado de fragmentación del hábitat.

PUNTOS	GRADO DE FRAGMENTACIÓN
0	Relativamente contiguo: alta conectividad; baja fragmentación; la dispersión a grandes distancias es aún posible a lo largo de gradientes altitudinales y climáticos.
5	Bajo: la conectividad es más alta; más de la mitad de todos los fragmentos se agrupan en cierto grado (es decir, hay cierto grado de interacción con otros bloques de hábitats intacto).
12	Medio: la conectividad es intermedia; los fragmentos están algo agrupados; el paisaje intervenido permite la

6 [7] Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Web-ster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P., & Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América latina y el Caribe. Washington D.C.: WWF - World Bank. Pp.: 135.

7

	dispersión de muchos taxas a través de algunas partes de la ecorregión.
16	Avanzado: baja conectividad; fragmentos más grandes que en la categoría Alta; los fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.
20	Alto. La mayoría de los fragmentos son pequeños y/o no circulares; poco hábitat central debido al efecto de borde (por ejemplo, se considera una extensión de 0.75-1.0 km para efectos de borde físicos y de 40 km para presiones de cacería); la mayoría de los fragmentos individuales y de los grupos de fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.

Conversión del Hábitat

Las tasas de conversión son estimadores menos poderosos del estado de conservación que las características del paisaje a gran escala, debido a:

a) Los efectos ecológicos asociados con las tasas de conversión varían considerablemente, dependiendo del tamaño original de la eco-región, la cantidad de hábitat remanente, y el momento en que fueron estimadas las tasas y los patrones espaciales de conversión;
b) La gran incertidumbre asociada con la estimación de las tasas de conversión actuales (Whitmore y Sayer 1992 en Dinerstein, *et al*. 1995).
c) La sensibilidad de las tasas de conversión a cambios relativamente pequeños en el comportamiento humano.
d) La pérdida real de hábitat asociada con estimaciones recientes de conversión del hábitat -aún para tasas altas es típicamente pequeña en relación con la gran alteración del paisaje durante los últimos siglos, que se reflejan mejor en los tres primeros criterios.

Las tasas de conversión recientes, proporciona alguna información acerca de las trayectorias de pérdida de hábitat y fragmentación a corto plazo y son utilizadas para mejorar la precisión de las evaluaciones del estado de conservación y no para estimar las amenazas a largo plazo.

El análisis final del estado de conservación, hace una proyección de las tendencias de pérdida de hábitat, fragmentación y tamaño de los parches a futuro y considera eventos propuestos o que se prevén (por ejemplo, proyectos de expansión urbana, turística, vialidades, canales, desplante de infraestructura de apoyo, etc) ver la siguiente tabla.

Tabla IV. 61 Conversión anual.

PUNTOS	RANGOS
0	< 0.5 %
6	0.5 - 2.0 %
8	2.1 – 3 %
9	3.1 – 4 %
10	> 4 %

Grado de Protección

El grado de protección evalúa que tan bien los humanos han conservado bloques de hábitat intacto suficientemente grandes. En este criterio se enfatizan áreas protegidas, manejadas principalmente para la conservación de la biodiversidad o que de cualquier manera protegen efectivamente hábitats intactos.

Las áreas protegidas no son utilizadas como los principales indicadores del estado de conservación de una eco-región porque ya que la distribución de áreas protegidas no refleja necesariamente la extensión y la configuración del hábitat original que aún existe o la integridad de los ecosistemas en todo el paisaje, muchas áreas protegidas contienen hábitats que no serían considerados intactos y la mayoría de áreas protegidas son actualmente tan escasas y pequeñas, que no pueden incluir

efectivamente ecosistemas completos y solamente serán efectivas si el paisaje que las rodea es manejado adecuadamente para la conservación de la biodiversidad.

En el análisis de amenazas (con miras al estado de conservación final), se podría enfatizar una falta de áreas formalmente protegidas, en lugar de considerar su presencia como un predictor del estado de conservación instantáneo.

En un análisis completo de áreas protegidas se deben considerar los siguientes aspectos:

- Grado en que se preservan adecuadamente bloques grandes de hábitat dentro de un sistema de áreas protegidas.
- Nivel de redundancia de áreas protegidas necesario para ayudar a garantizar la persistencia a largo plazo de los tipos de hábitat, las comunidades, las especies en peligro, o los hábitats críticos para especies o procesos ecológicos.
- Grado en que se encuentran contenidos en un sistema de áreas protegidas: tipos de hábitat representativos, comunidades, gradientes ecológicos, especies en peligro, hábitats críticos para especies residentes o migratorias, o los procesos ecológicos.
- Grado de conectividad entre reservas para la dispersión de especies y la continuidad de los procesos ecológicos de gran escala.
- Efectividad en el manejo de áreas protegidas y la habilidad de aquellos a cargo de su manejo para defenderlas, basándose en la configuración de sus paisajes.

Las dos primeras consideraciones se abordaron en el criterio del grado de protección que se utiliza aquí (ver siguiente tabla), mientras que las tres últimas se consideraron en un análisis más detallado a nivel intra eco-regional.

Tabla IV. 62 Análisis del grado de Protección.

PUNTOS	CONVERSIÓN ANUAL
1	> 50% del área total.
4	40-50 % del área total.
6	20-40 % del área total.
8	1-20 % del área total.
10	No existen áreas protegidas.

Los valores de porcentajes se refieren a la porción de hábitat remanente intacto que está incorporado dentro de un sistema de áreas protegidas.

Resultados del Estado de Conservación Instantáneo

En la siguiente tabla se aplican los criterios técnicos anteriormente descritos al área del Proyecto.

Tabla IV. 63 Estado de conservación instantáneo.

CRITERIOS TÉCNICOS	IMPORTANCIA (%)	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
1. Pérdida Total del Hábitat.	40	Relativamente intacto	0-6		
		Relativamente estable	7-36		
		Vulnerable	37-64		
		En peligro	65-88	La vegetación del sitio es claramente secundaria, en la que se presenta dominancia de algunas especies de rápido crecimiento, además la zona ha sido impactada por otras actividades antropogénicas en el	65

CRITERIOS TÉCNICOS	IMPORTANCIA (%)	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
				pasado y debido a la cercanía de la carretera e instalaciones vecinas.	
		Critico	89-100		
2. Bloques de Hábitat.	20	> 500	2		
		> 250	5		
		≥ 3 bloques > 100	10		
		> 100	15		
		Ninguno > 100	20	El proyecto se desarrollará en una Vegetación Secundaria de Vegetación de Duna Costera (VU), en los alrededores se observar un incremento del desarrollo urbano.	20
3. Fragmentación del Hábitat	20	Relativamente contiguo.	0		
		Bajo	5		
		Medio	12	En el área del proyecto la vegetación es heterogénea dando un panorama de zonas más bajas que otras y por lo tanto zonas de con mayor y menor tiempo de recuperación, no obstante, en la zona la fragmentación por las actividades agropecuarias se ha detenido para el desarrollo de otras actividades productivas.	12
		Avanzado	16		
		Alto	20		
4. Conversión del Hábitat.	10	< 0.5 %	0		
		0.5 - 2.0 %	6		
		2.1 – 3 %	8	En la zona la tasa de conversión es mediana debido al incremento lento de los distintos proyectos en las cercanías de la zona urbana y en las colindancias de la carretera.	8
		3.1 – 4 %	9		
		> 4 %	10		
5. Grado de Protección.	10	> 50% del área total.	1		
		40-50 % del área total.	4		
		20-40 % del área total.	6		
		1-20 % del área total.	8		
		No existen áreas protegidas.	10	El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna ANP.	10
TOTAL					**115**

Una vez calculados los puntos umbrales para las diferentes categorías ya indicadas anteriormente y con un total de 115, en la siguiente tabla se muestra la jerarquización del estado de conservación.

Tabla IV. 64 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente Estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100 y mas	Crítico

Con base en lo anterior, se considera que el Estado actual de conservación del SA, previo a la construcción del Proyecto, tiene una valoración crítica.

Análisis de amenazas

Se aplicó la siguiente metodología para el Análisis de Amenazas, empleando el índice de 0-100 puntos. Los puntos fueron asignados a tres tipos principales de amenazas:

- Amenaza de conversión (máximo 50 puntos).
- Amenaza de degradación (máximo 30 puntos).
- Amenaza de explotación de la vida silvestre (máximo 20 puntos).

Calificación del puntaje:

Amenaza Alta 100 - 70 puntos
Amenaza Media 69 – 20 puntos
Amenaza Baja 19 – 0 puntos.

En la tabla a continuación se describe la asignación del puntaje

Tabla IV. 65 Análisis de amenazas.

PUNTOS	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS
Amenaza de conversión		
0	No existen amenazas reconocidas para la eco-región.	Dentro del SA la amenaza de conversión es significativa, derivado del incremento de los desarrollos de distintas índoles y agropecuarias presentes (actividad que está decayendo en la zona). Con el incremento de la mancha urbana se podría dar el caso de extracción de flora y fauna, además de la contaminación de los cuerpos de agua y acuíferos
10	Las amenazas pueden alterar significativamente entre 5% y 9% del hábitat remanente dentro de los próximos 20 años.	
20	Las amenazas pueden alterar significativamente entre un 10% y 24% la eco-región remanente dentro de los próximos 20 años.	
50	Las amenazas pueden alterar significativamente un 25% o más de la eco-región remanente dentro de los próximos 20 años.	
Amenaza de degradación		
0	No existen amenazas reconocidas para la ecorregión.	Dentro del SA se encontrará que el crecimiento urbano-industrial ocasionará la eliminación de una parte de la vegetación, aunque cada proyecto debe contemplar medidas para evitar el daño a la flora, en cuanto a la fauna, se provocará el desplazamiento temporal de algunas especies de fauna, la contaminación será más evidente en las áreas por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos, de
15	Las poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad significativa y un Reclutamiento pobre debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido modificados. Algunas especies han dejado de utilizar la eco-región para su movimiento estacional, Migratorio, y de reproducción. Es muy común encontrar contaminantes y sus efectos	

PUNTOS	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS
	Asociados en especies o en ensamblajes.	manejo especial y los peligrosos
30	Muchas poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad alta y un reclutamiento Bajo debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido alterados. La calidad del hábitat es baja para especies sensibles. Algunas especies han dejado de utilizar la ecorregión para sus movimientos estacional, migratorio, y de reproducción. Los contaminantes y sus efectos asociados están ampliamente distribuidos en el ecosistema (es decir, se registran en varios niveles tróficos).	
Explotación de vida silvestre		
0	No existe una explotación de la vida silvestre	Extracción no sostenible de la fauna y flora silvestre como productos comerciales. Hostigamiento y desplazamiento producto del crecimiento de la mancha urbana
10	Niveles moderados de explotación de la vida silvestre; las poblaciones de especies de caza y comerciales persisten, pero en números reducidos.	
20	Alta intensidad de explotación de la vida silvestre en la región con la inminente o competa eliminación de las poblaciones locales.	

A partir de la clasificación anterior, se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla IV. 66 Clasificación de las amenazas.

CLASIFICACIÓN DE AMENAZA	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS	PUNTOS
Amenaza de conversión	Las amenazas pueden alterar significativamente entre 5% y 9% del hábitat remanente dentro de los próximos 20 años.	Expansión urbana-industrial, agrícola, y deforestación para desarrollo. Extracción de flora y fauna. Contaminación, sin embargo, en algunas zonas es frenada por la cercanía de una ANP de competencia estatal.	10
Amenaza de degradación	Las poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad significativa y un Reclutamiento pobre debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido modificados. Algunas especies han dejado de utilizar la eco-región para su movimiento estacional, Migratorio, y de reproducción. Es muy común encontrar contaminantes y sus efectos Asociados en especies o en ensamblajes.	Extracción de flora y fauna. Incremento de la frontera urbana-industrial. Construcción de carreteras y áreas agropecuarias.	15
Explotación de vida silvestre	Niveles moderados de explotación de la vida silvestre; las poblaciones de especies de caza y comerciales persisten pero en números reducidos.	Extracción no sostenible de la fauna y flora silvestre como productos comerciales.	10

CLASIFICACIÓN DE AMENAZA	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS	PUNTOS
		Hostigamiento y desplazamiento producto del crecimiento de la mancha urbana e industrial.	
TOTAL			**35**

Con base a lo anterior se concluye que el SA, previo a la construcción del proyecto, tiene un nivel de **amenaza media.**

Por lo tanto, con la adecuada ejecución de las medidas preventivas y de mitigación que se exponen en el **Capítulo VI**, el proyecto es ambientalmente viable.

De manera general presentan un suelo seriamente impactado, por los usos implementados. El área en general presenta un estado de conservación medio y una amenaza media, en resumen, se destaca lo siguiente:

- En el SA se observaron actividades de la misma naturaleza del proyecto, ya que se pueden encontrar desarrollos inmobiliarios.
- En cuanto a flora, no se registraron especies enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010-
- Con respecto a la fauna, las especies registradas son de amplia distribución en la región y en la Península de Yucatán. De estas especies, ninguna se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por el contrario, se observaron cuatro especies endémicas. Estas especies son comunes en la región, e incluso suelen ser observadas en áreas impactadas.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación, sin embargo, se implementará un **Programa de Rescate y Reubicación de Especies Forestales** y un **Programa de Acción para la Protección de la Fauna Silvestre** (**Anexo 6**) para la conservación de las especies ecológicamente importantes.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la Vegetación Secundaria de Vegetación de Duna Costera (VU), principalmente, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas antropogénicamente por actividades antropogénicas pasadas e influencia de la carretera. Por consiguiente, se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades vegetales del área en donde se establecerá.

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
V.1 Metodología para Identificar y evaluar los impactos ambientales 1
V.1.1 Identificación de impactos 1
V.2 Caracterización de los impactos 2
V.2.1 Indicadores de impacto 5
V.3 Valoración de los impactos 8
V.4 Conclusiones 15

TABLAS

Tabla V. 1 Acciones de la obra....4
Tabla V. 2 Factores ambientales considerados por el desarrollo de la obra....5
Tabla V. 3 Impactos ambientales generados por el proyecto....7
Tabla V. 4 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Clase e Intensidad (en unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental)....8
Tabla V. 5 Clasificación de Impactos de acuerdo a clase e intensidad....10
Tabla V. 6 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Capacidad de Recuperación y Extensión (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental)....11
Tabla V. 7 Relación entre los impactos según su capacidad de recuperación y extensión....12
Tabla V. 8 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Permanencia y Tipo (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental)....13
Tabla V. 9 Relación entre los impactos según su permanencia y tipo....15

GRÁFICAS

Gráfica V. 1 Clase e intensidad de los impactos ambientales generados por el proyecto carretero bajo estudio....11
Gráfica V. 2 Extensión y Capacidad de recuperación de los impactos ambientales generados por el proyecto carretero bajo estudio. 13
Gráfica V. 3 Permanencia y Tipo de impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio....15

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para Identificar y evaluar los impactos ambientales

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

Por lo tanto, las metodologías utilizadas para la evaluación de los impactos ambientales que se generan por este proyecto son:

- Técnica de Listado Simple o Check List
- Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente

V.1.1 Identificación de impactos

Para el proyecto derivado de las observaciones realizadas en la prevención se identificaron los impactos ambientales correspondientes al aire, agua, suelo y residuos durante las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y la operación del mismo.

Las actividades del proyecto que se consideraron para el análisis de impactos en esta etapa, fueron:

- Para la Preparación del Sitio (cambio de uso de suelo): Desmonte y Despalme, Remoción de la primera capa de suelo.
- Para la Construcción: Excavaciones, cimentación sellamiento del acceso
- Para la Operación y Mantenimiento: mantenimiento de las áreas verdes y camino.

Se identificaron los siguientes factores abióticos, bióticos y socioeconómicos del sistema actual que serán afectados por las actividades del proyecto:

- Factores abióticos: Calidad del agua subterránea, características físico-químicas del suelo, uso del suelo, calidad del aire, y ruido perimetral.
- Factores bióticos: Cobertura vegetal, fauna terrestre y paisaje.
  Factores Socioeconómicos: Generación de empleo, requerimientos de servicios, tránsito vehicular.

V.2 Caracterización de los impactos

Etapa de preparación del sitio y construcción:

Los impactos potenciales que se van a generar durante la preparación y construcción son los siguientes:

- La pérdida de la cobertura vegetal.
- La impermeabilización del suelo
- El consumo de agua
- La emisión de contaminantes a la atmósfera producida por el uso de maquinaria y equipo que cuentan con motores de combustión interna.
- La emisión de ruido provocada por dicha maquinaria y equipo.
- Los lubricantes y grasas gastados que generan la maquinaria y equipo por falta de mantenimiento.
- La generación de basura por parte de los trabajadores.
- Los residuos de materiales de construcción durante la preparación del sitio y construcción.
- Las descargas de aguas de los sanitarios provisionales que usarán los empleados

- **Impactos en el suelo.** La pérdida de suelo por la construcción de las vialidades, área vendible y otras obras propuestas. La disposición inadecuada de residuos sólidos como basura de los trabajadores en el predio del proyecto.
- **Impacto a la flora y fauna.** Se generarán impactos potenciales a la flora y fauna silvestres presentes en predio, debido a la construcción de las vialidades otras obras propuestas. Sin embargo, se contará áreas verdes y de conservación con suelo natural.
- **Impacto a la atmósfera.** La generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, producidos por los escapes de vehículos utilitarios y equipo durante la preparación del sitio y construcción. Este impacto será mayormente temporal, ya que una vez que concluyan las actividades de construcción la maquinaria y equipo serán retirados.
- **Impactos al agua (manto acuífero).** Para las actividades de construcción se usará agua de los sistemas locales y/o tanques de agua cercanas al proyecto, que se trasladará mediante pipas al área de construcción, el agua se infiltrará nuevamente. El consumo de agua potable para los trabajadores se efectúa mediante garrafones de 15 litros. En lo que se refiere a la disposición de excretas y residuos sanitarios de los trabajadores; su disposición se realizará en letrinas sanitarias portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.
- **Impactos socioeconómicos. Empleo:** Este factor será impactado de manera favorable, derivado de los empleos directos que se generan en la etapa de construcción. También se efectuará el requerimiento de insumos y servicios para el personal que realice la obra; aunque se considera como un impacto benéfico de corta duración.

Etapa de operación

En el área del proyecto actualmente no se realizan actividades, por lo que los principales impactos son:

- **Impactos en el suelo.** Al tener personal en la obra, por lo que es importante la promoción de su manejo adecuado.
- **Impactos a la flora y fauna.** Al transitar se podría resultar con el atropello de alguna especie de fauna, en cuanto a la flora, no se espera impactos, solamente la inadecuada disposición de residuos y la falta de mantenimiento de las áreas verdes, podrían ocasionar el daño a este factor.
- **Impactos a la atmósfera.** El impacto a la atmosfera será poco significativa, ya que las únicas emisiones serán de manera temporal por el tránsito de vehículos.
- **Empleo.** Este factor será impactado de manera favorable por que se promoverá la contratación de personal de esta zona del estado para el mantenimiento de las vialidades y otras obras propuestas.

Factores ambientales:

a) **Calidad del Aire:** El impacto a la calidad del aire será poco afectado debido a que el proyecto corresponde a la construcción de vialidades y limpieza del área donde se instalarán las otras obras propuestas y por lo tanto solamente se utiliza una maquinaria al remover la vegetación, los vehículos utilitarios será para trasladar a los trabajadores y proveer de insumos y materiales de construcción los cuales serán esporádicos.

b) **Calidad del Suelo:** Los impactos que se generaran serán en su mayoría negativos y permanentes, ya que las acciones de construcción, no permitirán la renovación del suelo que fue removido desde la etapa de preparación del sitio. Dadas las características propias de la obra, no serán de manera temporal; sino permanente.
c) **Calidad del Agua Subterránea (hidrología):** La calidad del agua subterránea, no recibirá mayor impacto por el proyecto, que el que recibe en la actualidad; ya que, durante la etapa de construcción no se llegaran a niveles freáticos, no se observaron cuerpos de agua dentro del área del proyecto ni dentro del área de influencia, es importante destacar que el proyecto corresponde a vialidades, estacionamiento, y otras obras propuestas (ver **Capítulo II**), y la generación de aguas residuales será en la etapa de preparación del sitio y de construcción, en la operación se contempla un sistema de tratamiento, en cuanto a las áreas vendibles, los compradores diseñarán el sistema de acuerdo a sus requerimientos.
d) **Contaminación Acústica (Ruido):** Los impactos se generaran de forma negativa y temporal, ya que serán solamente durante la implementación del proyecto. Este impacto será producto de la manipulación de la maquinaria necesaria durante la etapa de preparación del sitio, en la construcción el ruido constante será el de los trabajadores y maquinas revolvedoras de concreto. Dichos impactos serán puntuales y sinérgicos. Durante la operación del mismo, los impactos serán primarios en su gran mayoría.
e) **Cobertura vegetal:** Los impactos que se producirán serán en su totalidad negativos y permanentes, debido a la remoción de la vegetación durante el desmonte y el despalme. Sin embargo, se implementaran áreas verdes y de conservación en el proyecto.
f) **Fauna terrestre:** Los impactos serán negativos y temporales, ya que, durante la etapa de preparación del sitio, éstos serán ahuyentados de sus nichos naturales hacia nuevos hábitats para resguardo.
g) **Estructura del paisaje:** Durante la etapa de preparación del sitio, se producirán impactos negativos, temporales y permanentes, ya que serán ocasionados por la eliminación de la vegetación. Sin embargo, estos mejoraran durante la etapa de operación, ya que, el paisaje se verá sustituido por una vista libre de basura y de desechos, y con una restauración parcial de la vegetación (con el establecimiento de áreas verdes) que se encontraba en el sitio previo al proyecto.
h) **Oferta de Empleos:** Los empleos que generara el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que vendrán habitantes para los trabajos de mantenimiento.
i) **Requerimiento de Servicios:** En cuanto a los servicios, estos serán requeridos según las necesidades del proyecto. En las cercanías del área se localizan centros de distribución de combustibles, así como de energía eléctrica. En cuanto a los servicios de salud, estos se localizan en las localidades más cercanas del proyecto.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

Por lo tanto, las metodologías utilizadas para la evaluación de los impactos ambientales que se generan por este proyecto son:

- Técnica de Listado Simple o Check List
- Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente

Cuyos criterios de operación son los siguientes:

Técnica de Listado Simple

Esta técnica consiste en realizar una identificación general de los impactos esperados del proyecto de acuerdo con los factores ambientales involucrados y con las actividades que se desarrollarán durante la ejecución de la obra. De esta manera se pueden analizar cada una de las acciones del proyecto que permitan determinar los impactos potenciales (positivos y negativos) a los diferentes factores ambientales.

Esta técnica consiste en la construcción de las siguientes tablas:

En la siguiente tabla se indican las acciones que la obra requiere para su desarrollo y enlace con los factores ambientales.

- En la primera columna se indican las diferentes etapas en las que se subdivide el proyecto.
- En la segunda columna se colocan las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto, las cuales se agrupan de acuerdo con las etapas que le corresponda, a fin de hacer manejable la tabla sin que pierda su representatividad y objetividad.
- En la tercera columna, se evalúan si las actividades impactarán o no algún componente ambiental.

Tabla V. 1 Acciones de la obra.

ETAPA	ACTIVIDAD	AFECTACIÓN
Preparación del sitio	Trazo	⇩
	Rescate y reubicación de flora y fauna	⇧
	Desmonte (cambio de uso de suelo)	⇩
	Despalme (cambio de uso de suelo)	⇩
Construcción e Instalación	Manipulación de los insumos de construcción	⇩
	Excavaciones, compactaciones y rellenos	⇩
	Obras de albañilería	⇩
Operación y mantenimiento	Mantenimiento de áreas verdes	⇧
	Mantenimiento preventivo y correctivo	⇧

⇩: Afectación negativa
⇧: Afectación positiva
🖫: Sin afectación

En la siguiente tabla analizan los factores ambientales:

- En la primera columna se listan los factores ambientales que pudieran ser modificados.
- En la segunda columna se colocan los componentes de cada uno de los factores arriba seleccionados, que puedan sufrir alteración.
- En la tercera columna se determina si los componentes ambientales tienen o no, relación con la obra.

Tabla V. 2 Factores ambientales considerados por el desarrollo de la obra.

FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE	AFECTACIÓN
Agua	Calidad del agua subterránea	⇩

FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE	AFECTACIÓN
Suelo	Características fisicoquímicas	⇩
	Uso del suelo	⇩
Aire	Calidad del aire	⇩
Estado natural del sonido	Ruido perimetral	⇩
Flora	Cobertura vegetal	⇩
Fauna	Aves	⇩
	Reptiles	⇩
	Mamíferos	⇩
Paisaje	Calidad escénica	⇩
Factores socioeconómicos	Generación de empleos	⇧
	Requerimientos de servicios	⇧
	Calidad de vida de los pobladores	⇧
	Generación de residuos	⇩

⇩: Afectación negativa
⇧: Afectación positiva
🖫: Sin afectación

Las acciones de la obra que afectarán y los factores ambientales afectados identificados a partir de esta técnica, se emplean para la segunda evaluación (Matriz de interacción).

V.2.1 Indicadores de impacto

Criterios de evaluación en la matriz de interacción

Los criterios de valoración de los impactos identificados aplicados a la evaluación del proyecto, fueron clasificados cualitativamente según la metodología recomendada por Canter (1998), Treweek (2001) y García Leyton (2004).

Se creó una matriz para determinar la intensidad de los efectos que se ocasionarían por los impactos ambientales en base a los siguientes razonamientos:

Por su magnitud:

- Sin impacto ambiental. Cuando las actividades no afectan a los factores ambientales antes mencionados.
- Impacto ambiental Bajo. Cuando el efecto del impacto ambiental se expresa como una afectación mínima a las variables ambientales.
- Impacto ambiental Moderado. Cuando el efecto del impacto ambiental se expresa como una alteración amortiguada sobre las variables ambientales.
- Impacto ambiental Alto. Cuando el efecto del impacto ambiental se expresa de manera total en los aspectos ambientales.

De igual manera, los impactos ambientales se evaluaron de acuerdo a su tipo y extensión.

Por Tipo:

- Impactos Primarios: aquellos impactos ambientales que serán generados en consecuencia de la implementación del proyecto.

- Impactos Sinérgicos: aquellos impactos que serán generados de manera indirecta de la construcción u operación del proyecto.
- Impactos Acumulativos: aquellos impactos cuyos efectos individuales repetitivos podrán favorecer la manifestación de impactos de mayor importancia.

Por su extensión (concepto relativo al área de influencia directa sobre la que actuará el impacto ambiental):

- Impacto Puntual: aquella situación cuyo efecto será restringido al área del proyecto.
- Impacto Extenso: cuando se determina que el alcance de la afectación abarcara más allá de las colindantes al proyecto.

Los impactos ambientales también fueron evaluados de acuerdo a la permanencia o duración de los efectos en el sistema ambiental en base a lo siguiente:

- Impactos Temporales: cuando el efecto del impacto ambiental tiene una manifestación determinada en el tiempo.
- Impacto Reincidente: cuando el efecto del impacto se manifiesta de manera recurrente en el tiempo.
- Impacto Permanente: cuando el efecto del impacto se manifiesta siempre una vez que ha ocurrido.

En relación a la clase o naturaleza, se clasificó a los impactos ambientales como Benéficos o Adversos según lo siguiente:

- Impacto ambiental Positivo (benéfico), Cuando el impacto generado por el proyecto será favorable para los aspectos ambientales.
- Impacto ambiental Negativo (adverso), Cuando las actividades del proyecto tienen un efecto desfavorable sobre los aspectos ambientales.

Los efectos anteriores se relacionaron con la posible capacidad de recuperación del sistema ambiental en base a los siguientes criterios:

- Impacto ambiental Reversible: Cuando los efectos en los aspectos ambientales pueden ser mitigados de forma tal que se restablezcan las condiciones previas a la acción.
- Impacto ambiental Irreversible: Cuando el impacto no permita el restablecimiento de las condiciones originales de la variable ambiental.

En el caso de la Técnica de Listado Simple, consiste como se explicó anteriormente en realizar una identificación general de los impactos esperados del proyecto de acuerdo con los factores ambientales involucrados y con las actividades que se desarrollarán durante la ejecución de la obra. De esta manera se pueden analizar cada una de las acciones del proyecto que permitan determinar los impactos potenciales (positivos y negativos) a los diferentes factores ambientales.

Las acciones de la obra que afectarán y los factores ambientales afectados identificados a partir de esta técnica (expuestas a través de las 2 tablas que maneja esta técnica), se emplean para la segunda evaluación (Matriz de interacción).

Por otro lado, tanto las actividades como los factores ambientales identificados a través de la técnica anterior se arreglaron en una matriz para representar la magnitud de los efectos en las variables ambientales conforme la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas. Dichos efectos fueron considerados como una modificación (impacto ambiental) a las características naturales de los factores mencionados (Canter, 1998, Treweek, 2001, García Leyton, 2004).

Los resultados de la aplicación de la Matriz de interacción proyecto- ambiente, se realizó con objeto de que sean cuantificables los impactos identificados, se catalogaron como Unidades Ponderadas de Impacto Ambiental, las cuales de acuerdo a las dimensiones de los valores que adquirieron permiten conocer la magnitud de los impactos ambientales sobre el sistema ambiental (a mayor valor, mayor efecto del impacto sobre los elementos ambientales, y viceversa).

Los efectos de las actividades propias del desarrollo de la obra en relación al criterio Clase (Positivo ó Negativo) e Intensidad (Impacto ambiental bajo, moderado o alto), se representa en el arreglo matricial denominado como número uno. Los criterios Extensión del impacto (impacto ambiental extenso o puntual) y capacidad de recuperación (impacto ambiental reversible o irreversible) se representa en el arreglo matricial número dos. Por último, los criterios Tipo (impacto ambiental primario, sinérgico o acumulativo) y la Permanencia del impacto Ambiental (impacto ambiental temporal, reincidente o permanente) se presenta en el arreglo matricial número tres (ver **Anexo 8**).

En cuanto a los factores socioeconómicos, se consideró la misma lógica de evaluación que para los factores bióticos y abióticos. Es decir, se consideró el efecto del desarrollo de la obra en cuanto a la generación de empleos, requerimientos de bienes y servicios, y tráfico vial en las inmediaciones a la zona del proyecto.

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO

El proyecto consiste en Club de Vela.

Actualmente el escenario donde será llevado a cabo el proyecto está constituido por una **vegetación secundaria de duna costera** en diferentes etapas sucesionales; pero con parches cuya vocación de terreno es forestal por las medidas diamétricas de sus elementos arbustivos y arbóreos. La modificación del escenario comenzará con un cambio uso a través de la remoción de la vegetación, y posteriormente la construcción de las obras propuestas y desmonte de las áreas propuestas que modificara la percepción visual del paisaje en esta zona, pero que es congruente con lo que actualmente se realiza en la zona y con la vocación potencial del uso del suelo.

IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Tabla V. 3 Impactos ambientales generados por el proyecto

MEDIO FÍSICO	**MEDIO FÍSICO**	▪ Generación de ruido y emisiones a la atmosfera ▪ Afectación en la calidad del agua ▪ Pérdida de suelo ▪ Impermeabilización del suelo
	MEDIO BIÓTICO	▪ Perdida de cobertura vegetal ▪ Afectación de la fauna
	MEDIO PERCEPTUAL	▪ Modificación del paisaje
MEDIO SOCIOECONÓMICO	**MEDIO SOCIAL**	▪ Generación de empleos

V.3 Valoración de los impactos

Con base a la matriz propuesta en el anterior se destaca el resultado de la interacción entre las diferentes actividades de la obra y los componentes evaluados (abióticos, bióticos y socioeconómicos).

En general es posible observar que, en la etapa de preparación del sitio y construcción, para todos los componentes, se manifestará la mayor proporción de ocurrencias de impactos ambientales derivado de la interacción de las actividades propias de la etapa para con los componentes evaluados (ver matriz de interacción en el **Anexo 8**). En la etapa de operación y mantenimiento se destacan los impactos benéficos (positivos) para el componente socioeconómico y la ocurrencia de impactos ambientales significativos.

La mayor afectación se considera respecto a los componentes bióticos, suelo y atmósfera, los subcomponentes que serán afectados manera adversa permanente serán la cobertura vegetal en el área del proyecto, las especies de flora, la microfauna, la macrofauna, las interacciones ecológicas ya que se considera la perdida de la cobertura vegetal en el predio, y esto permitirá la interrupción de la continuidad vegetal en las porciones de la zona de influencia donde se cuenta con vegetación.

En cuanto a los subcomponentes abióticos los más representativos serán las características físico-químicas y la estructura del suelo, partículas suspendidas, calidad del aire y ruido desde la perspectiva de una afectación adversa y significativa por la impermeabilización del suelo y el uso de maquinaria, mientras que los subcomponentes calidad del agua y conformación del terreno serán afectados por la generación de residuales. No obstante, se tomarán medidas de mitigación y compensación, ya que se proporcionarán áreas de conservación con una superficie total de **3,092.64 m²** distribuidos en los bordes del predio, para asegurar la conexión con otros parches de vegetación de duna costera.

En el apartado de anexos, se presenta el arreglo matricial que relaciona los efectos de las diferentes etapas del proyecto con los factores abióticos, bióticos y los socioeconómicos, considerando los diferentes criterios como, por ejemplo: Clase (Positivo o Negativo) e Intensidad (Impacto ambiental bajo, moderado o alto), etc.

En el **Anexo 8** de este estudio, se presenta la matriz de interacción en la que se destaca la **Clase e Intensidad** de los efectos de los impactos ambiéntales.

Tabla V. 4 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Clase e Intensidad (en unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental).

FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL (COMO BLOQUE) SEGÚN EL CRITERIO CLASE, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO								
		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
		SEGÚN CRITERIO INTENSIDAD, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL								
		BAJO	MODERADO	ALTO	BAJO	MODERADO	ALTO	BAJO	MODERADO	ALTO
Abióticos	Positivo	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Negativo	7	1	1	6	0	0	1	0	0
Bióticos	Positivo	3	1	1	0	0	0	5	0	0
	Negativo	8	2	1	1	0	0	1	0	0
Socio-económicos	Positivo	4	0	0	4	0	0	9	0	0
	Negativo	1	0	0	3	0	0	2	0	0

Para la **ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO** y el bloque de **factores abióticos**, se destaca que el 70% de los efectos que se manifestarán serán negativos bajos, mientras que el 10% serán negativos moderados. En cuanto a los efectos negativos bajos se debe a que en el cambio de uso de suelo y preparación del suelo es probable se pequeños accidentes y malos manejos de los residuos sólidos y líquidos que definitivamente tendrían un impacto al alterar las características fisicoquímicas del suelo y posteriormente la calidad del agua subterránea de la zona. Por otro lado, en cuanto a los impactos negativos moderados se harán presentes ya que la las actividades de desmonte y despalme (cambio de uso de suelo) con el apoyo de maquinaria traería una serie de repercusiones tales como el dejar de percibir servicios ambientales como la filtración de agua, no oxigenación del suelo, posibles derrames de aceites sobre el suelo que traerían otras consecuencias como el establecimiento de otros usos, alteración de las características fisicoquímicas del suelo y la calidad del agua subterránea de la zona. En esta etapa se espera que el 10% de los impactos sean positivos derivado de la contratación de personal.

En relación a los **factores bióticos**, se manifestará un 50 % de impactos negativos bajos, 13 % negativos moderados y 6 % impactos negativos altos. En cuanto a los impactos negativos bajos se espera se presente por el desmonte y despalme con maquinaria que definitivamente restaría refugio para la fauna silvestre de la zona (aves, reptiles y mamíferos). Así mismo, durante esta etapa se generaran residuos sólidos y líquidos que al no dársele los manejos adecuados propiciara el acercamiento de fauna nociva. Todo lo anterior tiene que ver con la conversión de un paisaje de **vegetación de duna costera** a un área sin vegetación con fauna nociva. Los impactos negativos moderados se espera se hagan presentes precisamente por la pérdida de vegetación por el desmonte y despalme, y por ende refugio para las especies de fauna, especialmente mamíferos que tendrán que migrar a otras áreas para refugiarse. Por último, en el caso de los impactos negativos altos se presentarán por el cambio de uso del suelo

por el desmonte y despalme que traerá como consecuencia la perdida de especies de flora silvestre, la afectación y migración de la fauna silvestre y el cambio del paisaje de una **vegetación de duna costera** a las obras propuestas. Se espera un 19% y 6% de impactos positivos bajos y altos respectivamente derivados de las acciones de rescate y reubicación de fauna y flora.

En cuanto al bloque de **factores socioeconómicos**, se manifestará un 80% de impactos positivos bajos y 20% de impactos negativos bajos. Los impactos positivos bajos se presentaran por la generación de empleos y la contratación de personal para las diferentes actividades de la etapa de preparación del sitio. Los impactos positivos moderados se presentaran por la contratación del personal del municipio, por la demanda de insumos y servicios por el personal contratado para el proyecto y que traerá como consecuencia una mejora en la calidad de vida de los pobladores y familias del municipio, pero particularmente a los habitantes de la localidad de **Progreso**. Por último, los impactos negativos bajos se presentaran por la generación de residuos en caso de que no exista un control adecuado en su manejo.

En la **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN** se destaca para el bloque de **indicadores abióticos**, que el 100% de los impactos será negativos bajos. Los impactos negativos bajos se presentaran por la el uso de maquinaria y equipo, la presencia de personal en los frentes de trabajo que generaran residuos sólidos y líquidos que de no tomarse las previsiones necesarias alteraran el aire, ruido, las característica fisicoquímicas del suelo y la calidad del agua subterránea de la zona. Debido a las características constructivas del proyecto y a las dimensiones de este.

En cuanto a los **factores bióticos**, se manifestará un 100% de impactos negativos bajos. Los impactos negativos bajos se presentaran por la construcción que sellaran el suelo reduciendo áreas de oportunidad de hábitat y para el refugio de la fauna silvestre. El uso de maquinaria y equipo es mínimo por lo que el daño a la fauna sería el personal, para lo cual se realizará la supervisiones ambiental con pláticas sobre la importancia de no dañar a la flora y fauna.

Los **factores socioeconómicos** se manifestaran con el 57% de los impactos positivos moderados y 43% de los negativos moderados. Los impactos positivos moderados se manifestaran principalmente por la generación de empleos, demanda de insumos y servicios, y mejora en la calidad de vida de los pobladores y familias del municipio se enmarcan en la misma tendencia que en la etapa de preparación. Por otro lado, en el caso de los impactos negativos moderados se encuentran los generados por el aumento de generación de residuos en el área del proyecto.

En la **ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**, en cuanto al bloque de **indicadores abióticos**, se tiene que el 100% de los impactos serán negativos bajos. Los impactos negativos bajos serán las ocasionadas el mantenimiento del camino de acceso.

En cuanto a los **factores bióticos**, es destacable que el 83% de los impactos tendrán un efecto positivo bajo y 17% de negativo bajo. Los impactos positivos bajos se generará por el mantenimiento de las áreas verdes y establecimiento del área de conservación lo cual repercute en una generación continua de germoplasma de especies nativas y al ofrecer refugio y alimento a la fauna silvestre de la zona. En el caso de los impactos negativos bajos se generaran por el mayor tránsito de personas y de algunos vehículos y con la posibilidad de afectar a la fauna, tales como algunos reptiles, aves y mamíferos pequeños. Para la misma etapa, el bloque de **factores socioeconómicos** reflejará un 82% de impactos positivos bajos y 18% de negativos bajos. El impacto positivo bajo estará conformado la contratación de personal para por el mantenimiento de áreas verdes, y las obras del proyecto. En cuanto a los impactos negativos bajos se presentara por la generación de residuos.

De **MANERA GENERAL**, el proyecto en sus diferentes etapas producirá las siguientes los siguientes impactos de acuerdo a los criterios de: **Clase e intensidad de Impactos ambientales.**

Tabla V. 5 Clasificación de Impactos de acuerdo a clase e intensidad.

CLASE	**INTENSIDAD**		
	BAJO	**MODERADO**	**ALTO**
Negativo	30	3	2
Positivo	26	1	1

Como se puede observar en la figura siguiente el mayor número de impactos identificados 30 (47.6%) son negativos pero de intensidad baja. Le siguen los impactos negativos-moderados 3 (4.8%) y por último los negativos-altos con 2 (3.2%). Por otro lado, en cuanto los impactos positivos (Empleos principalmente), el positivo-bajo es el que generara mayor impactos con 26 unidades de impacto (41.3%). Estos impactos son los más importantes y que se observaran de manera global en el proyecto bajo estudio. En resumen, evidentemente se generará un gran número de impactos ambientales mismos que serán de intensidad baja. A si mismo se generará una cantidad importante de impactos positivos que corresponderá a la creación de fuentes de empleos temporales y demanda de bienes y servicios de para el desarrollo del proyecto.

Gráfica V. 1 Clase e intensidad de los impactos ambientales generados por el proyecto carretero bajo estudio.

En el **Anexo 8** se presenta la matriz de interacción en la que se destaca la **Capacidad de recuperación** y **Extensión de los efectos de los impactos ambiéntales**.

En la siguiente tabla se presenta un resumen para los criterios Capacidad de recuperación y Extensión.

Tabla V. 6 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Capacidad de Recuperación y Extensión (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental).

FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL (COMO BLOQUE) SEGÚN EL CRITERIO CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO					
		PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	
		SEGÚN CRITERIO EXTENSIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL					
		PUNTUAL	EXTENSO	PUNTUAL	EXTENSO	PUNTUAL	EXTENSO
Abióticos	Reversible	6	4	5	1	1	0
	Irreversible	0	0	0	0	0	0
Biótico	Reversible	16	0	1	0	6	0
	Irreversible	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico	Reversible	1	4	3	4	9	2
	Irreversible	0	0	0	0	0	0

Como puede observarse en la tabla anterior, se relacionó la extensión de impacto con la capacidad de recuperación de sistema. A continuación se presenta la caracterización de los impactos ambientales a través de las diferentes etapas del proyecto, tal como a continuación se puede observar:

Para la etapa de **PREPARACIÓN DEL SITIO** y el bloque de **factores abióticos**, el 60% de los impacto ambientales puntuales y 40% serán extensos; pero todos son reversibles. Los impactos que serán reversibles tienen que ver con la el empleo de maquinaria.

Por su parte los **factores bióticos**, se tiene que el 100% de los impactos ambientales serán puntuales y reversibles. Lo anterior debido a que en caso de que no se ejecute la etapa de construcción, los indicadores como la cobertura vegetal, fauna silvestre (reptiles, aves y mamíferos) podrán manifestarse en el área nuevamente. Lo mismo ocurrirá para la calidad escénica, sólo en caso de que se siembre ejemplares de flora y se cubra nuevamente lo excavado.

En cuanto al bloque de **factores socioeconómicos** el 80% de los impactos serán extensos y reversibles; ya que si bien, el proyecto en esta etapa generará fuentes de empleos, estos solo estarán vigentes mientras se desarrolla las obras.

Respecto a la **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**, para el bloque de **indicadores abióticos**, se tiene que el 83% serán impactos puntuales y reversibles, 17% extensos y reversibles. En general los impactos puntuales y reversibles tienen que ver con la alteración del suelo, la calidad del agua, calidad del aire por la generación de residuos sólidos y líquidos, y la presencia de

maquinaria-equipo. Mientras que los impactos extensos y reversibles están fuertemente relacionados con la alteración del ruido perimetral por el aumento de trabajadores.

Para esta misma etapa, en cuanto a los **indicadores bióticos**, se manifestarán 100% de impactos puntuales y reversibles. Por las actividades de transporte de materiales de construcción, en función de los indicadores aves, reptiles, mamíferos y calidad escénica, y las actividades de cimentación y edificación.

En cuanto al bloque de **factores socioeconómicos**, se destaca que el 43% será puntual y reversible, es decir, la misma situación respecto al empleo, que en la etapa de preparación. Sin embargo, la demanda de insumos, comercios o servicios, manifiesta marcada importancia por el suministro de insumos, lo cual a su vez se refleja en la calidad de vida de trabajadores de la obra, al recibir remuneraciones económicas por su participación laboral.

Para la etapa de **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**, el bloque de **indicadores abióticos**, manifestó un 100% de impactos ambientales puntuales y reversibles. Alteración de las características fisicoquímicas del suelo y la calidad del agua subterránea, calidad del aire, ruido perimetral ocasionados por la generación de residuos sólidos y líquidos.

Referente al bloque de **indicadores bióticos**, se manifestará un 100% de impactos puntuales y reversibles, lo anterior es debido a los efectos en aves, reptiles y mamíferos, y la calidad escénica, cesarán hasta cierto punto en ausencia de dichas actividades, lo que implicará ausencia de presencia de humanos que causan las perturbaciones mencionadas.

En cuanto a los **factores socioeconómicos**, se espera un 82% de impactos puntuales reversibles, 18% de extensos y reversibles. Los impactos puntuales reversibles son los referentes a la contratación de personal de mantenimiento y limpieza. Mientras que los impactos extensos y reversibles son los referentes al mantenimiento preventivo y correctivo, y la generación y manejo de residuos sólidos que indudablemente generaran fuentes de empleo, requerimientos de insumos y servicios y la mejora en la calidad de vida de los pobladores del municipio.

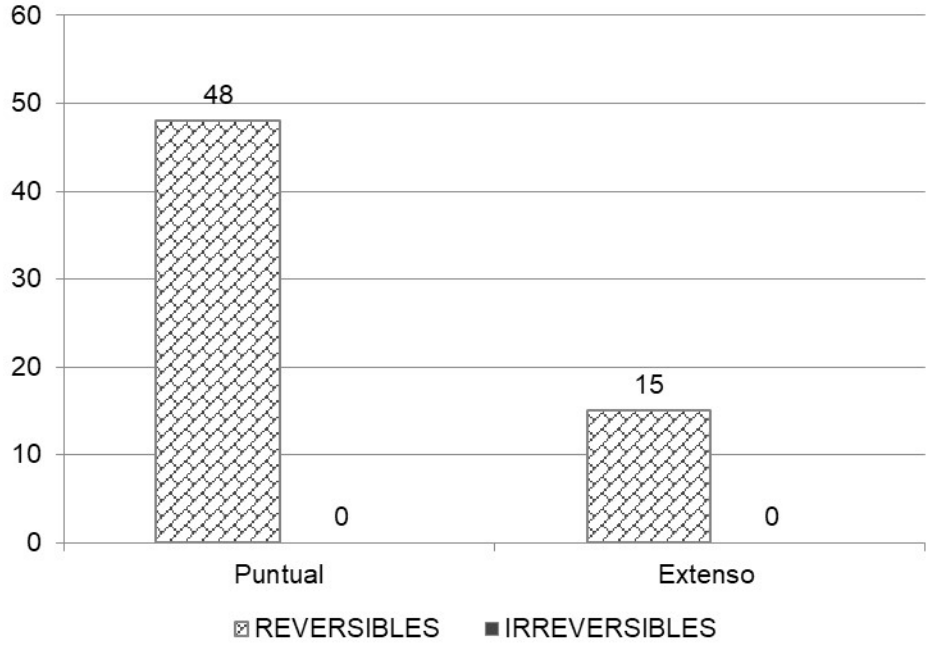
De **MANERA GENERAL**, el proyecto en sus diferentes etapas producirá las siguientes los siguientes impactos de acuerdo a los criterios de: **Capacidad de recuperación y extensión de Impactos ambientales.**

Tabla V. 7 Relación entre los impactos según su capacidad de recuperación y extensión.

EXTENSIÓN	**CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN**	
	REVERSIBLES	**IRREVERSIBLES**
Puntual	48	0
Extenso	15	0

En la siguiente figura se muestra que la mayor parte de los impactos serán puntuales y reversibles 48 (76.2%) y por último, los impactos extensos y reversibles representan el 23.8%. Esto indica que los impactos pueden ser minimizados o mitigados.

En base a lo anterior, se puede indicar que si bien existe un gran número de impactos ambientales que se generaran por el proyecto, en su gran mayoría serán reversibles con medidas y actividades destinadas a prevenir y mitigar dichos impactos.



Gráfica V. 2 Extensión y Capacidad de recuperación de los impactos ambientales generados por el proyecto carretero bajo estudio.

En el ver **Anexo 8** se presenta la matriz de interacción en la que se destacan los criterios de **permanencia** y **tipo de los efectos de los impactos ambiéntales**.

En la siguiente tabla se presenta un resumen para los criterios de Permanencia y Tipo.

Tabla V. 8 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Permanencia y Tipo (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental).

FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL (COMO BLOQUE) SEGÚN EL CRITERIO PERMANENCIA, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO								
		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
		SEGÚN CRITERIO TIPO, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL								
		* P	S	A	P	S	A	P	S	A
Abióticos	Temporal	8	2	0	6	0	0	0	0	0
	Reincidente	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Permanente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bióticos	Temporal	12	0	1	1	0	0	3	0	0
	Reincidente	3	0	0	0	0	0	2	0	1
	Permanente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socio-económicos	Temporal	2	0	0	2	0	0	0	0	0
	Reincidente	3	0	0	5	0	0	3	1	7
	Permanente	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* P= Primario, S= Sinérgico, A= Acumulativo

Como puede observarse en la tabla anterior, se relacionó la permanencia del impacto con el tipo de impacto. A continuación se presenta la caracterización de los impactos ambientales a través de las diferentes etapas del proyecto, tal como a continuación se puede observar:

Para la etapa de **PREPARACIÓN DEL SITIO** y el bloque de **factores abióticos**, el 80% de los impacto ambientales serán primarios, 20% sinérgicos; pero todos los impactos a generarse serán temporales. Los impactos primarios se le atribuyen a la generación de residuos sólidos y líquidos, y al empleo de maquinaria y equipos que llevaran a alterar las características fisicoquímicas del suelo, la calidad del agua subterránea de la zona y el ruido perimetral. En cuanto a los impactos sinérgicos se

atribuirán al empleo de agua para las diferentes labores de construcción y el uso de maquinaria y equipo que llevaran al uso y demanda del recurso agua y alteración de la calidad del aire en cuanto a la liberación de emisiones a la atmosfera.

Por su parte los **factores bióticos**, se tiene que el 75% de los impactos ambientales serán primario-temporal y 19% primario-reincidente. En el caso de los primeros se tiene que se presentarán por el desmonte y despalme y las repercusiones de esta sobre la fauna, serán temporales lo impactos principalmente sobre las áreas destinadas como verdes en donde se dejará vegetación que no interfiera con el diseño de proyecto.

En cuanto al bloque de **factores socioeconómicos** el 40% de los impactos serán primarios-temporales, 60% primarios reincidentes. Los impactos consisten en la contratación de personal, mayor demanda de insumos y servicios y mejora en la calidad de vida de esta región. Por otro lado, en cuanto a los impactos primarios-reincidentes se presentaran por la generación de empleos y contratación de personal para esta etapa del proyecto.

Respecto a la **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**, para el bloque de **indicadores abióticos**, se tiene que el 100% serán impactos primarios-temporales. Se presentaran por la generación de residuos sólidos y líquidos, y el uso de maquinaria y equipo que de no plantearse las medidas pertinentes conllevarían a la alteración de la calidad del agua y del ruido de la región, y aunque en algunas zonas se sellará el suelo, este podría ser retirado dando lugar a una posible regeneración de la vegetación de la zona.

Para esta misma etapa, en cuanto a los **indicadores bióticos**, se manifestarán 100% de impactos primario-temporal. Estos impactos se manifestaran por el uso de agua para las diferentes obras de construcción que definitivamente le restan áreas de oportunidad para la fauna, principalmente a los mamíferos y cambia la calidad escénica y de paisaje del área de interés. Y como se mencionó aunque habrá sellamiento del suelo y pérdida de vegetación disminuyendo áreas de oportunidad de la fauna silvestre, esta construcción de concreto asfaltico podría ser retirada dando lugar a una posible regeneración de la vegetación.

En cuanto al bloque de **factores socioeconómicos**, se destaca que el 29% de los impactos serán primario-temporales y 71% serán primario-reincidentes. En el primer tipo de impactos se presentaran por la contratación de personal y que demandaran a su vez servicios que permitirá mejorar la calidad de vida de la región. En el caso de los impactos primarios-reincidentes se presentara por la generación de empleos y la contratación de personal para esta etapa del proyecto.

Para la etapa de **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**, el bloque de **indicadores abióticos**, manifestó un 100% de impactos ambientales primarios -reincidentes. Se presentaran por la generación de residuos sólidos y líquidos que de no darse el adecuado manejo adecuado de los mismos traería como consecuencia la alteración de la calidad del agua subterránea de la región.

Referente al bloque de **indicadores bióticos**, se manifestará un 50% de impactos primaria temporal, 33% primario-reincidente y 17% acumulativo-reincidente. Estos impactos se enfocan principalmente a la presencia de especies de fauna, siendo el reincidente a posibles afectaciones a reptiles, y acumulativo para el mantenimiento de las áreas verdes.

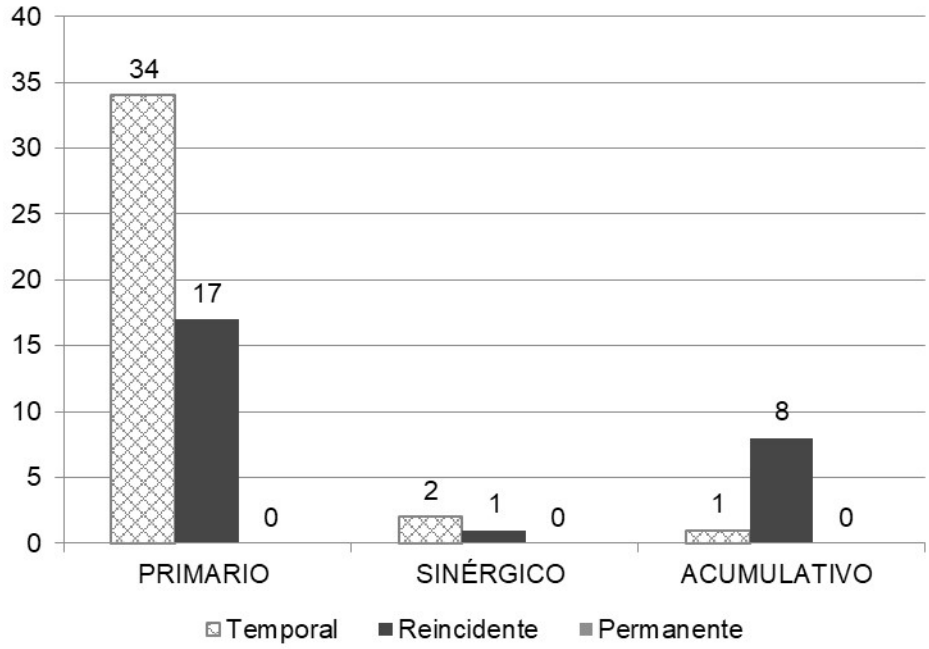
En cuanto a los **factores socioeconómicos**, se espera un 64% de impactos acumulativos-reincidentes y 27% de primarios reincidentes. Los primeros se producirán por la generación de residuos sólidos y líquidos, y por el mantenimiento preventivo y correctivo de la vivienda. Lo anterior generara fuentes de empleo, demandara mayores servicios y permitirá tener una mejor calidad de vida de la población. En lo que respecta a los primarios reincidentes se presentaran por el mantenimiento preventivo y correctivo de las áreas verdes que traerán como consecuencia la generación de empleos, demanda de servicios.

De **MANERA GENERAL**, el proyecto en sus diferentes etapas producirá las siguientes los siguientes impactos de acuerdo a los criterios de: **Permanencia y tipo de Impactos ambientales.**

Tabla V. 9 Relación entre los impactos según su permanencia y tipo.

	TIPO		
PERMANENCIA	**PRIMARIO**	**SINÉRGICO**	**ACUMULATIVO**
Temporal	34	2	1
Reincidente	17	1	8
Permanente	0	0	0

Como se puede observar en la figura siguiente la gran mayoría de los impactos serán tipo primario-temporal 34 (54.0%), seguidos por los impactos primario-reincidente 17 (27.0%). También se observaran impactos acumulativos como se observa en la figura siguiente.



Gráfica V. 3 Permanencia y Tipo de impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio.

V.4 Conclusiones

El sistema ambiental antes del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona.

Por lo que este sistema se encuentra en óptimas condiciones para el desarrollo de dicho proyecto. Durante la construcción del proyecto se considera que el sistema se encontrará en un ambiente moderado, como se mencionó en párrafos anteriores, hay interacciones cuyos impactos negativos moderados, sin embargo, también se identificaron impactos negativos irrelevantes, sin embargo los componentes socioeconómicos se verán impactados de manera positiva, ya que se crearán empleos temporales y se requerirá de servicios por lo que aumentara la derrama económica en la zona de influencia al proyecto. Durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución. Por lo mencionado anteriormente el proyecto se considera ambientalmente compatible y viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el **Capítulo VI**.

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas del componente ambiental 1
VI.2 Programa de vigilancia ambiental 13
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo) 15
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 15

TABLAS

Tabla VI. 1 Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.....15

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evita que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas del componente ambiental

A continuación, se presenta la relación de los impactos ambientales identificados, así como las medidas de mitigación aplicables a cada uno de ellos, y los resultados que se esperan de la aplicación de dichas medidas:

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A. MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA

Tipo de medida: Preventiva
Componente ambiental afectado (aire, suelo y agua)

El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor y revisiones periódicas que aseguren su funcionamiento adecuado.

Objetivo

1. Reducir las emisiones de gases contaminantes de los vehículos en el área del proyecto.
2. Minimizar el ruido en áreas colindantes
3. Evitar la contaminación del acuífero por hidrocarburos
4. Evitar la contaminación del suelo por hidrocarburos

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

Con esta medida se plantea reducir la cantidad de emisiones de los motores de los vehículos y con ello se mejorará el gasto de combustible y reparaciones que pudieran aparecer en la obra y atrasarla, también coadyuva a la reducción del ruido las áreas colindantes, con una buena maquinaria funcionando se reduce la posibilidad de alguna contingencia que puede llevar a un derrame al suelo y al freático. Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción los encargados de realizarla serán las empresas constructoras que se contraten para el desarrollo de las obras autorizadas, en tanto que durante la operación la responsabilidad recaerá en el promovente.

Especificaciones

1. Revisar toda la maquinaria que ingrese al predio y retirar la que presente escurrimientos de hidrocarburos.
2. En caso de detectar fallas en la maquinaria o equipo que pudiera dar lugar a escurrimientos durante su operación, trasladar la maquinaria o equipo para cualquier tipo de reparación y/o mantenimiento necesario, a un taller debidamente equipado y autorizado, en donde se cuente con la infraestructura requerida para el desarrollo de estas actividades, y sin riesgo para el ambiente.
3. En caso de no poder trasladar la maquinaria o equipo a un taller, se deberá impedir el escurrimiento de cualquier hidrocarburo al suelo, utilizando charolas y cubetas, cartón o aserrín que pueden ayudar a contener los posibles derrames y posteriormente entregar el material impregnado a la empresa autorizada para su manejo adecuado.

4. Las franelas, estopa y/o demás material impregnado con hidrocarburos o grasas deberá almacenarse en un contenedor etiquetado con tapa, el cual deberá ser entregado a una empresa autorizada en su manejo.

Momento de aplicación

Esta medida de prevención de impactos ambientales se llevará a cabo durante la etapa de preparación del sitio y de construcción.

Método de supervisión y evidencia

El encargado de obra será el responsable de vigilar el estado de los vehículos en la obra registrando en una bitácora su condición y los días de mantenimiento de la maquinaria. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente.

B. MEDIDAS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIAL PÉTREO

Tipo de medida: preventiva
Componente ambiental afectado: aire

Los vehículos que transporten material generador de polvos al sitio deberán disponer de una lona que los cubra para evitar su dispersión, o deberán humedecer el material previo a su traslado al predio.

Objetivo

1. Evitar la dispersión de polvos derivados del transporte de material pétreo.
2. Evitar la afectación de la calidad del aire.
3. Evitar afectar la salud de los trabajadores, la flora y la fauna.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

Previene la afectación de la calidad de aire al evitar la dispersión de polvos derivados del transporte de material pétreo hacia el área del proyecto.

Especificaciones

1. Revisar todos los vehículos de traslado de material que entren al predio.
2. Verificar que cuenten con lonas o el material se haya humedecido previo a su entrada al predio.

Momento de aplicación

Esta medida preventiva se aplicará durante la etapa de construcción del sitio, durante el traslado de material pétreo hacia el sitio.

Método de supervisión

El personal encargado del transporte de material pétreo será el responsable de vigilar que todos los vehículos de transporte que entren al predio tengan cubierto el material con lonas o que esté humedecido. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico.

C. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Tipo de medida: prevención
Componente ambiental afectado: suelo, agua, aire, flora, fauna, afectación a la seguridad y salud de los trabajadores.

Se le brindará capacitación al personal previo al inicio de actividades del proyecto sobre consideraciones para las etapas de preparación de sitio y construcción: las medidas de protección que se deben seguir para prevenir accidentes, manejo adecuado de las herramientas, uso obligatorio de equipos de protección personal, manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y peligrosos, prohibición de la extracción de especies de flora y fauna.

Objetivo

1. Prevenir accidentes laborales mediante el manejo adecuado de materiales y herramientas, y correcto uso del equipo de protección personal.
2. Prevenir la contaminación del suelo, agua y aire mediante la separación y manejo adecuados de los residuos sólidos urbanos y peligrosos.
3. Evitar la extracción ilegal de especies de flora y fauna.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

Previene la contaminación de los componentes ambientales por la inadecuada disposición de residuos, previene la extracción ilegal de las especies presentes en el predio o en las cercanías. Previene posibles accidentes laborales que afecten la salud de los trabajadores.

Especificaciones

1. Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores.
2. Se deberá proporcionar al personal el equipo de protección personal (botas, guantes, tapones auditivos, etc.) según los requerimientos de las actividades que se realicen para su uso permanente.
3. Durante la capacitación se deberán dar pláticas sobre el manejo y separación de residuos, y de la extracción ilegal de especies.

Momento de aplicación

La capacitación del personal se realizará previo al inicio de actividades de las etapas del proyecto, sin embargo, las medidas expuestas durante la capación deberán aplicarse en las etapas de preparación del sitio y construcción, a fin de cumplir con los objetivos propuestos.

Método de supervisión

Se tomará registro fotográfico de las actividades ejecutadas durante la capacitación. El encargado de obra será el responsable de verificar que los trabajadores dispongan del equipo de protección personal en todo momento y que se estén realizando las actividades de manera adecuada.

D. UTILIZACIÓN DE LETRINAS PORTÁTILES

Tipo de medida: Prevención

Componente ambiental afectado (aire, suelo y agua)

El empleo de letrinas portátiles es una estrategia para el predio en particular que se utilizará durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, posterior a estas etapas se retirarán las letrinas portátiles.

Objetivo

1. Evitar fecalismos al aire libre.
2. Evitar la contaminación del suelo, agua y atmósfera.
3. Evitar afectar la salud de los trabajadores.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por fecalismo al aire libre.

Especificaciones

1. Se debe rentar una letrina por cada 15 trabajadores. Considerando que la cantidad de personas por sanitario recomendada por la empresa es de 25 personas, se especifica la renta de una letrina por cada 15 trabajadores para la comodidad de estos.
2. Las letrinas deberán ubicarse en áreas de fácil acceso. En caso de no existir sombra natural deberá instalarse una techumbre.
3. Previo a la contratación de la empresa encargada de prestar este servicio se verificará que cuente con las autorizaciones correspondientes para realizar la limpieza y tratamiento de las aguas residuales generadas.
4. En los contratos que se establezcan con las diferentes empresas involucradas en el proceso de construcción de las obras, deberá especificarse la obligatoriedad por parte de la empresa de mantener limpias las letrinas y por parte de los trabajadores de utilizarlos, señalando las sanciones en caso de incumplimiento de las partes.

Momento de aplicación

Esta medida de prevención de impactos ambientales se llevará a cabo en las etapas de preparación del sitio y de construcción.

Método de supervisión

El encargado de obra será el responsable de vigilar el estado de las letrinas portátiles y que los trabajadores hagan uso de estas, registrando en una bitácora las contingencias que llegarán a ocurrir y la frecuencia en el aseo de las letrinas. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la etapa operativa se contempla el uso de una planta de tratamiento de aguas residuales.

E. MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Tipo de medida: Prevención
Componente ambiental afectado (aire, suelo y agua)

Se incluyeron procedimientos (**Anexo 5**) de manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen durante la preparación del sitio y construcción del proyecto. En él, se prevén las estrategias para reducir los volúmenes de generación, para el almacenamiento temporal y correcta disposición, dirigido a evitar la afectación al medio ambiente.

Objetivo

1. Establecer las estrategias más adecuadas para manejar correctamente los residuos que se generen durante las dos primeras etapas del proyecto.
2. Evitar afectaciones a los distintos factores del medio por una mala disposición y manejo de los residuos sólidos y líquidos.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

1. Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por la disposición inadecuada de residuos.
2. Reduce la proliferación de fauna nociva.
3. Evita el deterioro del paisaje.
4. Promueve la salud y calidad de vida de los trabajadores.

Especificaciones

1. El manejo de los residuos deberá sustentarse en un procedimiento, el cual deberá apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
2. Dicho procedimiento establece los procesos y procedimientos para el manejo de cada tipo de residuos sólidos, así como la infraestructura necesaria para su almacenamiento temporal y disposición.

Momento de aplicación

Los procedimientos son aplicables en las etapas de preparación del sitio y construcción, en la etapa de operación y mantenimiento es factible su aplicación.

Método de supervisión

Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará el seguimiento de medidas registrándolas en una bitácora y cuyas acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la operación será el promovente el encargado de dar seguimiento a la separación de residuos que en este caso serán excesivamente domésticos.

F. MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Tipo de medida: Prevención
Componente ambiental afectado (aire, suelo y agua)

Debido a las dimensiones del proyecto, no se prevé el uso de maquinaria pesada de manera prolongada, por lo que únicamente se utilizará para efectuar la remoción de la vegetación; debido a esto la generación de residuos peligrosos será muy escasa, no obstante, como medida de prevención y mitigación, se incluye un procedimiento de manejo de residuos peligrosos que se generen durante la preparación del sitio y construcción del proyecto. En él, se prevén las estrategias para reducir los volúmenes de generación, para el almacenamiento temporal y correcta disposición, dirigido a evitar la afectación al medio ambiente.

Objetivo

1. Establecer las estrategias más adecuadas para manejar correctamente los residuos que se generen durante las dos primeras etapas del proyecto.
2. Establecer los pasos a seguir para el manejo de residuos que se generen en la obra.

3. Evitar afectaciones a los distintos factores del medio por una mala disposición y manejo de los residuos peligrosos.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

1. Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por la disposición inadecuada de residuos.
2. Evita el deterioro del paisaje.
3. Promueve la salud y calidad de vida de los trabajadores.

Especificaciones

1. El manejo de los residuos deberá sustentarse en un procedimiento, el cual deberá apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y en la NOM-054-SEMARNAT-1993.
2. Dicho procedimiento establece los procesos y procedimientos para el manejo de cada tipo de residuos peligrosos, así como la infraestructura necesaria para su almacenamiento temporal y disposición final.
3. En las áreas de generación de residuos peligrosos se deberá contar con contenedores específicos para cada tipo de residuo, sin mezclar o revolver aquellos que no sean compatibles.
4. Para el envío de residuos peligrosos a su sitio de disposición final, se contratará a una empresa de servicios de manejo autorizada.

Momento de aplicación

Los procedimientos son aplicables en las etapas de preparación del sitio y construcción, en la etapa de operación y mantenimiento es factible su aplicación.

Método de supervisión

Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará el seguimiento de medidas registrándolas en una bitácora y cuyas acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la operación será el promovente el encargado de dar seguimiento a la separación de residuos que en este caso serán excesivamente domésticos.

G. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO PARA LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN

Tipo de medida: Prevención
Componente ambiental afectado (suelo, flora y fauna)

Esta medida se refiere a la delimitación de la zona de remoción de la vegetación la cual será de manera paulatina de manera tal, que permita a la fauna migrar a sitios de menor perturbación (aunado a la aplicación de las actividades de ahuyenta, rescate y reubicación de individuos de fauna) en el **Anexo 5** del estudio en evaluación se incluye el procedimiento de delimitación del área de desmonte. Además, con esta medida se pretende prevenir la afectación por la remoción de la vegetación en áreas que no correspondan al CUSTF.

Objetivo

Establecer los pasos a seguir para la delimitación del área autorizada para el CUSTF, establecer los pasos a seguir para la ejecución de la remoción de la vegetación, y reducir la afectación de áreas adyacentes al proyecto. Este procedimiento tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios para la delimitación del área autorizada para el CUSTF y la remoción de la vegetación y despalme durante la preparación del sitio para la construcción del proyecto con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representa esta actividad.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

1. Mitiga la afectación a la fauna por la reducción de su hábitat, dándole oportunidad de desplazarse a sitios con menor perturbación.
2. Evita la generación de gran cantidad de partículas suspendidas como polvos al exponerse el suelo sin vegetación por más tiempo del necesario.
3. Se evita afectar a otras zonas de vegetación no autorizadas.

Especificaciones

1. Las áreas autorizadas para el CUSTF se verificarán con el plano del proyecto autorizado y con apoyo de GPS para encontrar las coordenadas delimitantes de los polígonos de CUSTF autorizados.
2. La delimitación del área de CUSTF se realizará con ayuda de materiales tales como la cal, pintura, varillas, estacas o cintas de señalización que permitan ubicar visualmente los límites del área autorizada.
3. La remoción de la vegetación será hacia el área de cambio de uso de suelo y no hacia los costados, facilitando así el desplazamiento de la fauna hacia las áreas colindantes.
4. Previo a la remoción de la vegetación se realizará una revisión del área de CUSTF para detectar especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y forestal, para posteriormente rescatarlas y reubicarlas en un lugar en donde queden fuera de peligro de afectación.

Momento de aplicación

Esta medida será ejecutada durante la etapa de preparación del sitio, previo al inicio de las actividades de remoción de la vegetación.

Método de supervisión

El supervisor de las actividades de desmonte será el encargo de verificar que se cumpla con esta medida.

H. PROCEDIMIENTO DE DESMONTE DIRECCIONADO

Tipo de medida: Mitigación
Componente ambiental afectado (suelo, flora y fauna)

Esta medida hace referencia al procedimiento a seguir para la realización de las actividades de remoción de vegetación. Estas consisten en el retiro de maleza, arbustos y en general de toda la vegetación, tomando las precauciones necesarias para no dañar a la vegetación que está fuera del área de CUSTF solicitada. Las actividades de remoción de vegetación generarán los siguientes residuos orgánicos: ramas, raíces descubiertas y hojas.

Objetivo

Este procedimiento tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios la ejecución del desmonte y despalme durante la preparación del sitio para la operación del proyecto con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representa esta actividad.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

1. Mitiga la afectación a la flora, ya que promueve la concientización del personal en preservar los árboles que no interfieran en la obra.

2. Establece las pautas a seguir para la ejecución de las actividades de desmonte y despalme, con el fin de que se realicen de manera direccionada y progresiva.
3. Reducir la afectación de áreas adyacentes al proyecto.

Especificaciones

1. Para la construcción del proyecto será necesaria la remoción de la cubierta vegetal, por lo que será necesario el corte y desalojo de la vegetación realizado en forma mecanizada y manual, además dicha actividad se realizará conforme avance el proyecto.
2. No se permitirá el uso de herbicidas u otros productos químicos para remover la vegetación.
3. La deforestación será progresiva, desmontando una superficie determinada y posteriormente otra superficie adyacente, cuando esta vaya a aprovecharse. De esta forma, se dará oportunidad a la fauna de desplazarse hacia sitios colindantes.

Momento de aplicación

Esta medida será ejecutada durante la etapa de preparación del sitio, durante la remoción de vegetación.

Método de supervisión

El residente de obra, o su designado, es responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento. Todo el personal involucrado en las actividades es responsable de ejecutar los trabajos como se describe en este procedimiento.

I. RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

Tipo de medida: Mitigación
Componente ambiental afectado (flora)

Medida de mitigación que consiste en la extracción de especies vegetales previo al inicio de obra. Dicha extracción apoyada en un proceso de selección que será basado en las características intrínsecas de la especie, así como su valor de importancia, estatus jurídico, capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez o catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se evita que se extraiga clandestinamente a la flora local. Es importante mencionar que, dentro del área sujeta a CUSTF únicamente se encontró una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Gossypium hirsutum* como amenazada (A). Igualmente se registraron especies endémicas de la región, las cuales serán prioritarias durante el proceso de rescate y reubicación de individuos. En el **Anexo 6** del se incluye un programa de rescate y reubicación de flora detallado.

Objetivos

1. Minimizar el impacto sobre la biodiversidad contribuyendo a la conservación de las poblaciones de especies vegetales nativas de la región.
2. Mitigar el impacto que conlleva el desarrollo del proyecto sobre la vegetación.
3. Identificar mediante criterios legales, ecológicos y particulares, aquellas especies de ser rescatadas; y en cuyo caso, su rescate contribuirá con la conservación de la flora nativa de la región.
4. Contribuir a salvaguardar el germoplasma de las especies silvestres sobre todo las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Impactos potenciales que previene

Minimiza los impactos derivados del desmonte del predio, contribuyendo a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas dentro de las que se consideran las especies citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de la región.

Especificaciones

Entre las especies que se seleccionen para rescatar deberán considerarse las que se encuentran bajo estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Algunas de las especies registradas en el predio presentan características no deseables o representan un riesgo al momento de ser manipuladas, por lo que serán descartadas del programa con base en las siguientes consideraciones:

- La especie es exótica o introducida y su desarrollo puede resultar en la competencia por el espacio con las especies de flora nativa.
- La especie se considera peligrosa por ser tóxica o urticante, debido a la presencia de espinas, resinas o insectos que cohabitan con ella (también se considerará el rescate de un mínimo de estas especies).
- La especie es característica de vegetación secundaria por lo que se considera oportunista, lo cual le confiere un valor mínimo de importancia biológica.
- Con base en información previa se ha determinado que la especie no es apropiada para el trasplante, ya que durante el proceso presenta alto índice de mortalidad.

En seguida se describen los criterios considerados para la selección de las especies a rescatar, citados en orden de mayor a menor importancia:

1. Importancia legal. La especie está incluida en alguna categoría de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Importancia ecológica. La especie representa una fuente de alimento, refugio o hábitat para la fauna local, y en su caso, el rescate de esta contribuye a la conservación de la biodiversidad de la flora nativa en la región.
3. Importancia ornamental. La especie es importante desde el punto de vista estético o de ornato y por lo tanto es susceptible de ser incorporada a las áreas verdes del proyecto, o en su caso podrán ser utilizadas en la creación de áreas verdes distintas al proyecto.

Las plantas que se rescaten deberán mantenerse en un vivero provisional para su posterior reutilización en el propio proyecto, ya sea en las áreas verdes designadas (denominadas áreas de reforestación) y las áreas de conservación.

Deberá llevarse una bitácora en la que se registren las acciones implementadas, misma que servirá de base para la elaboración de los informes a la autoridad. En ésta deberán registrarse las especies rescatadas, el número de individuos por especie rescatados, número de individuos por especie que no sobrevivan al rescate; número de individuos por especie que sean reintroducidos a otras áreas del predio; sitio de traslocación; insumos de mantenimiento de las plantas en el vivero; fecha en que se ejecuta cada acción y datos del responsable de ejecutarlas.

Momento de aplicación

El rescate selectivo ocurre previo al inicio del desmonte de la superficie que se autorice a desmontar. Esto es, durante la etapa de preparación del sitio.

Método de supervisión

Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento,

complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente. Es importante mencionar que se registraron cuatro especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

J. ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS VERDES Y ÁREAS DE CONSERVACIÓN

Tipo de medida: mitigación y compensación
Componente ambiental afectado (flora)

En conjunto con las actividades de rescate y reubicación de especies de flora silvestre, se designarán áreas específicas dentro del predio para la ubicación de los individuos forestales rescatados. Esta medida de mitigación contempla el establecimiento de una superficie de **3,100.92 m²** como área de conservación dentro del área del proyecto, en donde se mantendrá la vegetación y el suelo natural, así como las especies de fauna silvestre que ahí habitan.

Objetivos

1. Lograr la protección y conservación de las especies de flora destinadas a ser removidas por el CUSTF.
2. Minimizar el impacto sobre la biodiversidad contribuyendo a la conservación de las poblaciones de especies vegetales nativas de la región dentro del área del proyecto.
3. Mitigar el impacto que conlleva el desarrollo del proyecto sobre la vegetación.
4. Mantener en buenas condiciones los individuos de especies que fueron sujetos a rescate y reubicación.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

Minimiza el impacto ocasionado por la remoción de la vegetación en el predio. Minimizar la afectación a las poblaciones silvestres presentes en el área del proyecto, proporcionar un espacio para la conservación de la vegetación en la que esta pueda seguir prestando importantes servicios ecosistémicos.

Especificaciones

1. Se presentará a través de un plano georreferenciado (Ver **Anexo 2**) la ubicación de las áreas verdes y/o áreas de conservación en las que se reubicarán los individuos sujetos a rescate.
2. Los individuos de las especies que se sembrarán y que serán ubicadas en estas áreas serán principalmente aquellas que son endémicas de la región.
3. Se realizará mantenimiento a las áreas verdes y a las áreas de conservación para procurar la supervivencia de los individuos rescatados.

Momento de aplicación

Las áreas verdes y para la conservación de especies serán designadas previo al inicio de actividades del proyecto; durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se delimitarán estas zonas para efectuar las actividades de reubicación de especies; en la etapa de operación se realizará la poda y el cuidado de estas áreas.

Momento de supervisión

Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.

K. PROGRAMA DE RESCATE Y PROTECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE

Tipo de medida: Mitigación
Componente ambiental afectado (fauna)

Previo a las actividades de desmonte se recorrerán los sitios de cambio de uso de suelo con el fin de verificar presencia de nidos, madrigueras o especies de lento desplazamiento. Entre las especies que serán prioritarias para su protección están aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que son endémicas de la región.

Objetivos

1. Favorecer el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habita o incide en el predio que ocupará el proyecto, durante las etapas que implique el desarrollo de este.
2. Establecer los procedimientos para evitar o mitigar los impactos negativos de las especies consideradas.
3. Establecer las acciones que promuevan el respeto a la fauna silvestre que habite y/o pueda incidir de manera temporal en el predio.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

Minimiza los impactos que pudieran derivarse del desarrollo de las obras sobre las poblaciones de animales, favoreciendo su libre desplazamiento, principalmente de aquellas especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especificaciones

1. Se deberá favorecer el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habita o incide en el predio que ocupará el proyecto durante las etapas que implique el desarrollo de este.
2. Se establecerán las acciones que promuevan el respeto a la fauna silvestre que habite y/o pueda incidir de manera temporal en el predio.
3. Se promoverán estrategias de conservación de la fauna silvestre, fomentando los vínculos de convivencia. Las acciones señaladas podrán consistir en talleres o pláticas sobre importancia de especies de fauna silvestre, así como la impresión de folletos y lonas alusivos al respeto de la fauna.

Momento de aplicación

Esta medida será de aplicación durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Método de supervisión

Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.

L. PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

Tipo de medida: Prevención y mitigación
Componente ambiental afectado (suelo, flora y fauna)

Esta medida hace referencia al procedimiento de supervisión ambiental a seguir para la realización de las actividades durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.

Objetivo

Este procedimiento tiene por objeto establecer la metodología que debe seguirse para la programación de las actividades de **Vigilancia Ambiental**, para alcanzar los objetivos y metas contemplados en la normatividad ambiental vigente de acuerdo con el proyecto.

Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/efectos

1. Mitiga la afectación a todos los componentes ambientales, debido a que se realiza la vigilancia del cumplimiento de los aspectos ambientales considerados en la normatividad ambiental vigente y aplicable.
2. Se previene la generación de nuevos impactos que pudieran afectar los componentes abióticos y bióticos presentes en el área del proyecto.
3. Detectar posibles impactos no previstos y establecer las medidas adecuadas para reducirlos, compensarlos o eliminarlos.
4. Reduce la afectación de áreas adyacentes al proyecto.

Especificaciones

Al momento de llevarse a cabo el desarrollo del proyecto, este generará impactos tangibles sobre el ambiente y por lo cual se recomienda que se cuente con la supervisión de personal capacitado. Por tal motivo, como parte de las responsabilidades de la empresa que llevará a cabo el proyecto antes mencionado deberá llevar a cabo vigilancia ambiental durante las diferentes actividades de la construcción del proyecto. De esta forma la supervisión ambiental contribuirá a la correcta realización de la obra en concordancia con la compatibilidad y normatividad ambientales vigente.

Momento de aplicación

Esta medida será ejecutada durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Este procedimiento es aplicable para todas las actividades en las que se involucren aspectos ambientales relevantes que requieran de control y vigilancia.

Método de supervisión

El encargado de supervisión ambiental, o su designado, será el responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento, sin embargo, todo el personal involucrado en las actividades es responsable de ejecutar los trabajos como se describe en este procedimiento. Con el objetivo de que las actividades realizadas no generen nuevos impactos que puedan ser perjudiciales para los componentes bióticos y abióticos presentes en el área del proyecto.

INDICADORES DE FUNCIONABILIDAD DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

- El sitio debe estar libre de escurrimientos y fugas de aguas residuales hacia el suelo.
- No hay evidencias de defecación al aire libre por parte de los trabajadores.
- No hay evidencia física de contaminación del suelo con grasas, aceites, hidrocarburos, detergentes u otros químicos. Ni de residuos de estopas o envases que hayan contenido dichas sustancias.
- Los residuos peligrosos se disponen en un sitio especialmente para su disposición temporal y la recolección estará a cargo de una empresa debidamente certificada y autorizada.
- Se realiza el rescate de vegetación previo al inicio de actividades y se asegura su sobrevivencia, ya sea dentro o fuera del predio.
- Las áreas que conservan la vegetación deben estar libres de residuos sólidos urbanos, de construcción y de heces fecales.
- No se realizan obras diferentes a las autorizadas.
- No se debe observan la presencia de fauna nociva en el área.

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

Se establecerá un programa de vigilancia ambiental que permita disminuir las posibles afectaciones en el área del proyecto, garantizar la protección de los recursos naturales, así como verificar el cumplimiento de la legislación durante todas las etapas del proyecto. El principal objetivo del programa de vigilancia ambiental es la identificación de los impactos generados y de los componentes ambientales que están siendo afectados. Este contempla la programación de actividades de vigilancia y protección ambiental, considerando la normatividad ambiental correspondiente.

El programa de vigilancia permitirá evitar o minimizar en la medida de lo posible los impactos identificados en el **Capítulo V** de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y validar los avances del desarrollo de la obra. Asimismo, este programa pretende identificar los impactos no previstos que puedan surgir durante el desarrollo de actividades del proyecto.

El programa de manejo ambiental contempla la aplicación independiente de los siguientes Procedimientos y programas aplicables al proyecto:

PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO:

Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos. Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos que se generen durante la construcción del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 5** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 60,000.00 (sesenta mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de manejo de residuos peligrosos. Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos peligrosos que se generen durante la construcción del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 5** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 60,000.00 (sesenta mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado. Delimita las áreas de desmonte y el área de conservación del proyecto, cuya última finalidad es evitar afectar vegetación diferente a la solicitada. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de supervisión ambiental. Este procedimiento la llevara a cabo una empresa y/o técnico supervisor competente en materia ambiental o forestal, que dará seguimiento y garantizará el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas en los documentos que pretenden regularizar el proyecto en materia ambiental y forestal; así como, de los términos y condicionante que la autoridad competente sujete al proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 80,000.00 (ochenta mil pesos 00/100 M.N.).

PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO:

Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por motivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por la razón antes mencionada se propone la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF. Con estas prácticas se generan beneficios adicionales al utilizar estos recursos dentro del proyecto, por lo que se recomienda que antes del inicio de obras se ejecute el presente programa. Las especies endémicas rescatadas, posteriormente serán reubicadas usando técnicas de reforestación en áreas de claros naturales o con poca vegetación dentro del área de conservación y fuera del área de afectación (Ver **Anexo 6** de este documento técnico). Asimismo, entre las actividades se considera el monitoreo de los individuos reubicados para asegurar su sobrevivencia, así como su cuidado: poda de las hojas dañadas y corte de las partes quebradas o enfermas. Finalmente, se elaborarán informes del avance de las actividades y

un reporte final donde se presentarán los resultados obtenidos de la aplicación del programa, demostrando un índice de sobrevivencia del 80 % de los individuos.

Los costos estimados para la ejecución de este programa de rescate de flora son de **$ 200,000.00 pesos** (doscientos mil pesos 00/100 M.N.), considerando gastos diversos (viáticos, duración de la ejecución de las actividades, mano de obra de los 5 jornaleros, un biólogo e ingeniero forestal).

Programa de acción para la protección de la fauna silvestre. El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar la protección de la fauna propensa a afectación que es el objetivo fundamental de este programa.

La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona. Es necesario que los individuos rescatados sean liberados en un lapso no mayor a una semana de su captura y en sitio adecuado con un hábitat similar al que fueron extraídos, de acuerdo con lo que proceda en el "Programa de acción para la protección de la fauna silvestre'' (Ver **Anexo 6** de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa contemplan la contratación temporal de un grupo de especialistas y una cuadrilla de trabajadores de campo por lo que los costos totales estimados son de **$ 80,000.00 pesos** (ochenta mil pesos 00/100 M.N.).

En cuanto a los costos estimados por la aplicación de todos los procedimientos y programas mencionados, se estima un importe total de **$ 500,000.00** (quinientos mil pesos 00/100 M.N.), en la siguiente Tabla se desglosa el importe por cada uno de los procedimientos y programas por aplicar:

Tabla VI. 1 Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	**IMPORTE**
Costo del manejo de los residuos sólidos urbanos	$ 60,000.00 (sesenta mil pesos 00/100 M.N.)
Costo del manejo de los residuos peligrosos	$ 60,000.00 (sesenta mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades del desmonte direccionado del arbolado	$ 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de supervisión ambiental	$ 80,000.00 (ochenta mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por CUSTF	$200,000.00 (doscientos mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de acción para la protección de la fauna silvestre	$ 80,000.00 pesos (ochenta mil pesos 00/100 M.N.).
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	**$ 500,000.00 (quinientos mil pesos 00/100 M.N.)**

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

Para este fin se conformará un equipo de trabajo especializado en conjunto con la ayuda del procedimiento de supervisión ambiental con la finalidad de dar el seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas, cuya función sea en primera instancia asegurar el cumplimiento de las medidas que sean incluidas en los resolutivos de autorización.

Como parte de su trabajo deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas medidas de mitigación o control, en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. De igual manera, se deberán detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar las medidas de mitigación pertinentes. Con ello, se retroalimentará el programa de manejo ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, este equipo deberá auxiliarse del empleo de indicadores, tanto para los impactos, como para las medidas de prevención, mitigación o compensación.

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La fianza deberá fijarse tomando en cuenta el monto aproximado estimado en el programa de manejo ambiental ($ 500,000.00) más un 20% adicional, es decir se deberá fijar sobre un monto de $ 600,000.00 pesos.

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 1
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 2
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 2
VII.4 Pronostico ambiental 3
VII.5 Evaluación de las alternativas 4
VII.6 Conclusiones 4

VII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

De acuerdo a los trabajos de campo y revisiones bibliográficas se da el siguiente diagnóstico ambiental del área de estudio:

FLORA Y VEGETACIÓN. Las características de vegetación del predio corresponden a una vegetación secundaria derivada de Duna Costera. De acuerdo a los trabajos de campo se registró una composición florística del Sistema Ambiental se registraron 25 familias 41 géneros y 42 especies.

La composición, estructura y diversidad por estratos de la vegetación dentro del área del proyecto consisten en lo siguiente:

Dentro del estrato herbáceo se registró una riqueza específica de 23 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron *Acanthocereus tetragonus* (25.21), *Nopalea inaperta* (22.09) y *Agave angustiflia* (19.37). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato herbáceo se tuvo un valor de **3.1116** y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra cercana a la máxima recuperación de acuerdo al índice de equidad J= 0.9924.

En el estrato arbustivo se registró una riqueza específica de 19 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron l *Crossopetalum gaumeri* (18.92), *Quadrella incana* (18.29) *y Hamelia patens* (18.22). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbustivo se tuvo un valor de **2.9372** y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad J= 0.9976

.

No se registraron especies en el estrato arbóreo.

Se registró una especie catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010: *Gossypium hirsutum,* bajo la categoría de Protección especial (Pr). Igualmente se encontraron las siguientes especies endémicas: *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.

La vegetación predominante en el sitio del proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de duna costera, donde se observan áreas impactadas antropogénicamente. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto. Es por esto que, de acuerdo a comparaciones realizadas entre el predio y el Sistema ambiental indican que el predio es menos diverso, complejo y en recuperación aun todavía.

En el área de influencia directa del proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por: los asentamientos humanos, las carreteras y los caminos de terracería.

FAUNA. En base a los trabajos de campo se registraron 55 especies. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes (67%) y seguidos de reptiles (20%), siendo el grupo menos rico el de los mamíferos (13%)

Los Reptiles registraron una riqueza específica de 11 especies. El índice de Shannon-Wiener y la Equidad indica un valor de 3.5629 y 0.9867. Lo anterior indica que la población de reptiles se encuentra en recuperación dentro del ecosistema bajo estudio. Para el caso de las Aves fueron se registradas una riqueza específica de 37 especies. El índice de Shannon-Wiener, y Equidad

indica un valor de 3.5629 y 0.9867. Lo anterior indica que la población de aves se encuentra cercana a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio. En cuanto a los mamíferos, la riqueza específica de este grupo fue de 7 especies, siendo los índices de Diversidad y Equidad de 1.8148 y 0.9326, siendo el grupo menos diverso, pero de igual forma, se encuentra cercano a una distribución equiabundante.

Se reporta una especie de fauna Silvestre catalogada bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y seis especies endémicas de la Región Península de Yucatán: *Colinus nigrogularis, Cyanocorax yucatanicus, Icterus cucullatus, Polioptila albiventris, Dumetella carolinensis* y *Sceloporus chrysostictus*. Este es la carga biótica y parte importante de la biodiversidad protegida presente dentro del área de afectación por el CUSTF. Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es secundaria derivada de duna costera.

SUELO. En el área de estudio se observó suelos de tipo regosol.

AGUA. No se observaron cuerpos de agua superficial en el área de estudio.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La remoción de la vegetación secundaria derivada de una duna costera en una superficie de **5603.6 m² de 9,385.38 m²**, donde ocasiona una modificación al paisaje. La eliminación de la vegetación y de la capa superficial del suelo afecta de manera parcial este predio, pero sus impactos son locales. Esta remoción de vegetación y suelo no pone en riesgo ninguna especie protegida, ni compromete la biodiversidad, no provoca la contaminación del suelo, ni del manto acuífero.

Durante las labores de desmonte y despalme también se verá afectada de manera temporal y local la calidad del aire, ya que se generan gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar. El suelo se verá afectado debido a que se removerá la capa superficial, se favorece la perdida de suelo y la erosión de la misma al exponer sus partículas al aire en la temporada de sequía y al agua en la temporada de lluvia y se provoca su destrucción por los cortes y movimientos de tierra para la nivelación del terreno. Una vez que se realicen las compactaciones de terraplenes y asientos se reduce la capacidad de infiltración del agua de lluvia de manera puntual. En general existe una modificación del paisaje y de las condiciones micro-climáticas locales del área afectada.

La construcción de este escenario se realiza tomando como base las tendencias esperadas de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generaría el proyecto en este predio.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El proyecto contempla áreas de conservación, en ellos permanecerá con suelo natural y vegetación nativa típica de la duna costera. Estas áreas serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentren en ellas y su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de las especies de flora y fauna típicas de la región. Por otro lado esta área también protegerá el tipo de suelo presente en la zona de estudio Regosol. Esta área es de suma importante; pues permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales diversos (protección del suelo y formación del mismo, captación de agua en cantidad y calidad, protección de la biodiversidad, protección de terrenos forestales, generación de oxígeno y captura de carbono, etc) en la región.

Debido a la importancia que enmarca la medida de mitigación anterior se deberá delimitar y colocar señalamientos donde se advierta la prohibición del uso de esta zona como tiradero.

Antes de llevar a cabo el desmonte y despalme se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies a afectar y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región.

En el momento de la construcción del proyecto se recomienda que el desmonte se inicie manualmente y posteriormente con la participación de maquinaria pesada. El desmonte deberá realizarse conforme al avance del proyecto para permitir a la fauna presente trasladarse hacia los sitios vecinos que aún conservan vegetación natural y a su vez, exposición del suelo a intemperismos que pudieran provocar erosión del mismo. De igual manera para evitar afectar la vegetación en áreas diferentes a las solicitadas se aplicara un Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado, cuya finalidad es la proteger la integridad de la vegetación de las colindancias.

Se implementará la aplicación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que evitará la contaminación de contaminación del suelo y el agua de la región.

La medida de mitigación al impacto ocasionado al suelo por la conformación de los terraplenes, se deberán humedecer las áreas de nivelación, rodamiento y volcamiento de material pétreo, para evitar la emisión de polvos hacia la atmósfera.

Por otro lado, en relación con la medida de mitigación al impacto que ocasionaría la defecación al aire libre, se deberá instalar 1 sanitario portátil por cada 15 trabajadores desde el inicio de la obra hasta la finalización de la etapa de construcción. Para evitar la defecación al aire libre, todos los trabajadores durante el desmonte o remoción de vegetación del proyecto y construcción, deberán utilizar los sanitarios portátiles que se instalarán temporalmente en la obra. Los sanitarios o letrinas portátiles deberán recibir mantenimiento periódicamente por la empresa prestadora del servicio, en la etapa de operación se contará con una plata de tratamiento de las aguas residuales.

La aplicación de los procedimientos y programas citados en los párrafos siguientes evitara daños a la vegetación presente en áreas no solicitadas y a la fauna silvestre. Así mismo, evitara la contaminación del suelo y el agua de la región. Aunado a lo anterior el proyecto propone la permanencia de áreas verdes y de conservación con especies de plantas nativas, fauna y suelos típicos de la región 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.

Respetando las restricciones de construcción se garantiza la persistencia de las agrupaciones vegetales representativas del sitio; siempre y cuando se dé cabal cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios establecidos en los instrumentos de planeación ambiental vigentes.

VII.4 Pronostico ambiental

El proyecto en la que se tendrá que reemplazar una superficie de **5603.60 m²** por motivo de cambio de suelo de vegetación secundaria derivada de duna costera en el municipio de Dzemul, Yucatán, en un predio particular es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal. Por lo que el proyecto no se contrapone absolutamente a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

No se afectará en lo absoluto algún Área Natural Protegida, ya que no se encuentra dentro de una ANP, aunque está dentro de un Región Terrestre Prioritaria, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos, en una Región Hidrológica Prioritaria y una Región Marina Prioritaria, sin embargo, se tomarán medidas (**Capítulo VI**) parta evitar la afectación, por lo tanto el proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos y extensas áreas con vegetación secundaria en recuperación, de igual manera en el área de influencia de este proyecto prevalecen condiciones semejantes aunque varían en proporción. De igual manera dentro del predio, por las características y condiciones de desarrollo de la vegetación, se reconocen que estas comunidades se han visto severamente afectadas por diversos fenómenos y actividades en años anteriores.

El proyecto pretendido es una infraestructura necesaria para el impulso de la zona. No obstante a lo anterior, el proyecto plantea mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de programas y medidas preventivas y/o

correctivas, como desmontes incontrolados, defecación al aire libre y el manejo adecuado de los residuos, como también llevar a cabo acciones de reforestación y conservación de especies de flora nativa en las áreas de conservación asignadas por el proyecto.

Una vez concluida la remoción de la vegetación se produce una modificación al paisaje del área, misma que se mitiga con los programas de rescate y reubicación usando técnicas de reforestación, no poniendo en riesgo ninguna especie en protección, ni la biodiversidad, no provocando contaminación del suelo, ni del manto acuífero, por efecto de la generación de residuos sólidos y la defecación al aire libre, ya que se contemplan medidas de prevención aplicables como se señalan en los numerales anteriores.

El proyecto contempla áreas de conservación en las que serán reubicadas usando técnicas de reforestación las especies nativas producto del rescate de las especies vegetales.

VII.5 Evaluación de las alternativas

El área en el cual se pretende realizar el proyecto, es considerada el terreno idóneo para el mismo. Este predio está poblado por una vegetación secundaria derivada de duna costera en donde el uso que se pretende llevar a cabo en dicho sitio no se contrapone con los usos permitidos en la zona de acuerdo a los ordenamientos locales.

Como se ha demostrado en los apartados anteriores el presente proyecto no afectará de manera importante la calidad y cantidad de agua, no erosionará al suelo, no afectará la biodiversidad y el proyecto es más productivo a largo plazo a que si en la región se siguiera llevando a cabo los usos actuales del predio.

En cuanto a la fauna silvestre se registraron especies generalmente presentes en áreas abiertas y perturbadas por la actividad antropogénica o causas naturales tales como los huracanes.

VII.6 Conclusiones

De acuerdo a las características generales del proyecto, los estudios de campo realizados, la información recopilada y descrita en esta manifestación, así como derivado de la evaluación de impactos ambientales que ocasionará el proyecto, se puede resumir lo siguiente:

En cuanto a los aspectos físicos y químicos

- El sitio no se encuentra en áreas geológicamente inestables, con fallas o fracturas de relevancia que pudieran poner en riesgo la estabilidad de la obra civil de la construcción.
- El acuífero de la zona se considera poco idónea para el consumo humano, para el caso del agua para consumo de los trabajadores estos se obtendrán de centros de servicios cercanos al área del proyecto.
- La calidad del aire se verá poco afectada y de manera temporal debido a la poca utilización de equipos para realizar las diferentes etapas del proyecto. La emisión de partículas suspendidas producto de los trabajos del despalme serán poco significativo, y de corta duración. La magnitud del impacto será poco perceptible debido a las cantidades de polvo que tendrán durante la construcción.
- Los residuos sólidos o líquidos generados serán manejados adecuadamente en tambos perfectamente rotulados de acuerdo a su tipo (orgánico, inorgánico y peligroso).
- Las condiciones tanto bióticas como abióticas se verán afectadas de manera poco significativa y en su mayoría temporal. Las afectaciones serán de manera puntual por lo que evaluando el proyecto, esté afectara de manera negativa de intensidad baja el sistema delimitado, por lo que permite el establecimiento del proyecto sin generar impactos significativos relevantes.

En cuanto a los aspectos Biológicos-Ecológicos

- El sitio seleccionado no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas o áreas terrestres prioritarias. El área del proyecto es ambientalmente perturbado por las actividades agrícolas de la zona
- El hecho de remover la cobertura vegetal afectará de manera poco significativa la calidad del aire, la calidad sanitaria del ambiente y el paisaje. Sin embargo, las medidas de compensación pertinentes a este aspecto mitigarán dichos impactos a mediano y largo plazo.
- En cuanto al medio natural, el paisaje se modificará por la construcción de la obra, aunque no de manera significativa ya que en la zona existes actividad del sector primario y secundario.

En cuanto a los aspectos Socioeconómicos

- No se presentará el desabasto de recursos naturales en la zona bajo estudio, en cambio el proyecto promoverá el ofrecimiento de servicios y demanda de mano de obra durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente.
- Durante todas las etapas del proyecto se tendrá generación de empleo y demanda de una amplia variedad de servicios e insumos.
- Fomentará el desarrollo económico en esta zona de Yucatán, al proporcionar empleos y requerimiento de servicios.
- Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se afectara en forma no significativa la vegetación del predio, estas afectaciones serán mitigadas y compensadas con acciones que permitan minimizar la magnitud de los impactos ambientales adversos, y prevenir la aparición de los impactos potenciales e irreversibles.

Con base en lo expuesto, el proyecto se considera favorable y factible de construirse desde el punto de vista ambiental, sin embargo, es importante que se asegure la correcta ejecución de cada una de las disposiciones emitidas en las medidas de prevención, mitigación y compensación por parte del promovente. De igual manera darle un fiel seguimiento al programa de vigilancia ambiental con el objetivo de minimizar los impactos ambientales producto del presente proyecto.

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1

VIII.1 Presentación de la información 1

VIII.2 Otros anexos 1

VIII.2.1 Memorias 1

VIII.3 Glosario de términos 1

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

Se presenta un documento impreso, y cuatro discos compactos con la información.

VIII.1.1 Cartografía

Anexo 1. Ubicación
Anexo 2. Planos del Proyecto

VIII.1.2 Fotografías

Anexo 4. Memoria Fotográfica

VIII.1.3 Videos

No se realizaron

VIII.2 Otros anexos

Anexo 3. Identificación del responsable Técnico
Anexo 5. Procedimientos aplicables al proyecto y ficha del sistema de tratamiento de aguas residuales
Anexo 6. Programas aplicables al proyecto
Anexo 7. Bases de datos
Anexo 8. Matriz de impacto
Anexo 9. Documentación legal, otros documentos oficiales y estudios adicionales

VIII.2.1 Memorias

Memorias: no se presentan memorias

VIII.3 Glosario de términos

Términos CUSTF

Área agropecuaria: Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

Área de maniobras: Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

Glosario TURÍSTICO

Arrecife: Banco formado en el mar por rocas, puntas de roca o políperos y llega casi a flor de agua.

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Batimetría: Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

Braza: Medida de longitud usada en la marina equivalente a 1.829 metros del sistema inglés, 1.624 metros del francés; y 1.671 metros del español.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Calado: Profundidad a la cual se sumerge el barco en el agua, marcada siempre en números en proa y popa del barco; el máximo calado permitido del buque está indicado por la línea de máxima de inmersión.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Dársena: Parte interior y resguardada de un puerto, en donde las embarcaciones realizan operaciones de maniobrabilidad.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Draga: Barco provisto de maquinaria especial para extraer materiales sólidos de los fondos o lechos marinos, en los canales de los puertos, ríos y esteros a fin de mantener las profundidades adecuadas.

Dragado: Acción de ahondar y limpiar de fango y arena los puertos, esteros, lagunas costeras, ríos, canales.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Embarcación: Barco, nave, vehículo para la navegación por agua.

Escollera: Rompeolas, obra de resguardo en los puertos, hecha con rocas arrojadas sin orden al fondo del agua, para defender de la mar de fuera una cala, puerto o ensenada.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Espigón: Trozo de muelle que se deriva de otro principal para aumentar el abrigo de un puerto.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Marina turística: Es el conjunto de instalaciones marítimas y terrestres construidas para proporcionar abrigo y servicios a embarcaciones de recreo y deportivas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambienta les existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Muelle: Estructura edificada en la orilla del mar, de un estero o laguna costera, de un río o dentro de algún cuerpo de agua continental, para permitir el atraque de las embarcaciones y poder efectuar carga y descarga de mercancía o personas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Zona de tiro: Área destinada al depósito del material dragado en el continente.