MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CASA ARTHOBBIES

2026

Promovente:

RAFAEL ARTURO
FLORES REGLA

CAPÍTULO 1

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

1.1. Nombre del proyecto y Datos generales del promovente

La presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde al proyecto denominado "CASA ARTHOBBIES"

1.1.1. Datos generales del promovente.

El proyecto lo promueve RAFAEL ARTURO FLORES REGLA con

[redacted]

1.2. Datos del responsable o técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

La persona responsable del estudio es la Ing. Gabriela María Mejia López

[redacted]

1.2.1. Manifiesto Bajo Protesta de Decir Verdad

De acuerdo al artículo 35 BIS 1. De la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el 36 de su reglamento; Declaro bajo protesta de decir verdad que la información contenida en este estudio referente al proyecto: **"CASA ARTHOBBIES"** y que las técnicas y metodologías empleadas son las mejores y que la información es totalmente verídica y fidedigna.

Así también, manifiesto que se establecieron las medidas preventivas y de mitigación más efectivas.

Manifiesto que sé de la responsabilidad en que se incurre al declarar con falsedad ante la autoridad administrativa distinta de la judicial tal como lo establece el artículo 247 del código penal.

Responsable de la coordinación del estudio:

Nombre: Gabriela María Mejia López
Cédula Profesional: [redacted]

Gabriela María Mejia López

1.3. Ubicación del proyecto

Entidad federativa: Yucatán

Municipio: Hunucmá

Calle y número, código postal y localidad: Localidad de Puerto de Sisal en los tablajes catastrales 4945 y 4946.

Imagen de ubicación del Proyecto, incluir todos los polígonos de los componentes que lo conforman:



Imagen satelital del polígono

1.4. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

El proyecto denominado **"CASA ARTHOBBIES"** consiste en el desarrollo de una vivienda unifamiliar ubicada en la localidad de Puerto de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán, sobre una superficie de **2,632.02 m²**. El desarrollo corresponde a una obra nueva y tiene como finalidad ofrecer una infraestructura innovadora, confortable y atractiva, mediante diseños arquitectónicos que permitan el aprovechamiento del paisaje natural sin generar alteraciones significativas en el ecosistema, promoviendo un desarrollo habitacional sustentable orientado a la conservación y preservación del medio ambiente.

Resulta pertinente destacar que la zona proyectada para el desarrollo presenta cierto grado de transformación derivado de procesos previos de urbanización, lo cual se evidencia por la presencia de vialidades consolidadas y de proyectos habitacionales de características y escalas similares o de mayor escala. Lo anterior permite identificar la aptitud del sitio para el desarrollo de este tipo de proyectos y favorece la concentración de la huella urbana dentro de un mismo núcleo, contribuyendo a evitar la dispersión de los asentamientos y la fragmentación de los corredores biológicos del Estado.

En este sentido, el proyecto se considera ambientalmente viable, compatible y armónico con su entorno, toda vez que contempla medidas orientadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos ambientales derivados de su ejecución, sin implicar una sobreexplotación de los recursos naturales ni un incremento significativo de los niveles de contaminación. De esta manera, se busca garantizar una integración sustentable del proyecto con el entorno, considerando las condiciones de aptitud ambiental, económica y sociocultural de la región.



En este sentido, para la realización de obras dentro de un ecosistema costero, es requisito indispensable contar con la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Tal disposición constituye el fundamento y motivo del presente estudio.

El desarrollo del proyecto se ajustará y será plenamente compatible con la normativa local, estatal y federal aplicable, así como con los instrumentos de ordenamiento correspondientes; por un lado, se ubica dentro de la UGA 066-APROV-HUN del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY), la cual contempla a los asentamientos humanos como un uso condicionado viable mediante el cumplimiento de sus criterios, y por el otro, se sitúa dentro de la UGA HUN02-BAR_AP1-R del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), donde el uso de vivienda unifamiliar está explícitamente clasificado como compatible

Cuadro de coordenadas UTM del predio:

CUADRO DE CONSTRUCCION FRACCION 39 Y 40						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				240	2,342,353.0200	802,587.4330
240	239	N 79°00'24.93" E	10.001	239	2,342,354.9270	802,597.2500
239	238	N 79°00'24.93" E	10.010	238	2,342,356.8358	802,607.0763
238	558	S 11°21'24.64" E	131.885	558	2,342,227.5330	802,633.0470
558	559	S 80°38'11.47" W	10.006	559	2,342,225.9050	802,623.1740
559	560	S 80°37'47.77" W	10.005	560	2,342,224.2760	802,613.3020
560	240	N 11°21'40.89" W	131.317	240	2,342,353.0200	802,587.4330
SUPERFICIE = 2,632.02 m2						

Coordenadas UTM del polígono general

Cuadro de coordenadas UTM del área de conservación:

CUADRO DE ÁREA DE CONSERVACIÓN						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
110	238	N 80°25'93.61" W	13.71	238	2,342,354.2208	802,593.6143
238	116	S 11°21'24.64" E	125.88	116	2,342,233.4160	802,631.8654
116	115	S 80°38'11.47" W	4.99	115	2,342,232.6024	802,626.9352
115	114	N 11°21'40.89" W	63.29	114	2,342,294.6675	802,614.5364
114	113	S 80°38'11.47" W	4.07	113	2,342,295.4656	802,618.5354
113	112	S 11°21'24.64" E	19.62	112	2,342,314.7108	802,614.6875
112	111	S 80°38'11.47" W	10.30	111	2,342,312.6786	802604.5867
111	110	N 11°21'40.89" W	41.1	110	2,342,354.2208	802,593.6143
SUPERFICIE = 843.66 m2						

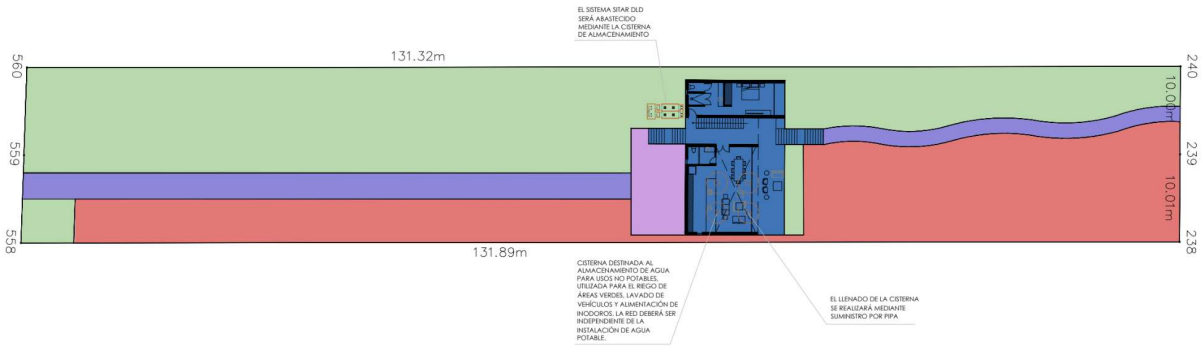
Coordenadas UTM del la zona de conservación

1.4.1. De las obras

Previo al desarrollo del proyecto "CASA ARTHOBBIES", se realizó un análisis detallado del predio con la finalidad de definir con precisión las áreas a intervenir y aquellas que permanecerán sin alteración significativa. Derivado de dicho análisis, se presenta el cuadro de superficies del proyecto acompañado del plano arquitectónico correspondiente, en el cual se identifican claramente las zonas destinadas a construcción,

circulación y servicios, así como las áreas verdes, ajardinadas y de conservación que conservarán sus características naturales propias del entorno costero.

El desglose de áreas permite visualizar de manera objetiva la proporción entre superficie construida y superficie permeable, evidenciando que la intervención se concentra en un porcentaje limitado del terreno, manteniéndose una superficie mayoritaria destinada a áreas verdes y conservación, en congruencia con los criterios de ordenamiento ecológico aplicables a la zona.



Una vez desglosados los conceptos que conforman el cuadro de áreas del proyecto es que se procede a analizar las obras y actividades que, por etapas, se llevarían a cabo para poder dar lugar al proyecto que aquí se presenta:

ÁREAS	M2	%
HUELLA CASA	214.51	8.15
CAMINO BLANCO	275.15	10.45
ESTACIONAMIENTO	86.05	3.27
ÁREA VERDE	1245.70	47.32
ÁREA DE CONSERVACIÓN	810.61	30.79
TOTAL	**2,632.02**	**100.0000**

1.4.2. Preparación del sitio.

- **Limpieza del terreno:** Previo al inicio de obra se realizará la limpieza manual del predio, retirando residuos sólidos urbanos existentes tales como plásticos, vidrio, madera, alambres o escombros aislados. Los residuos recolectados serán clasificados y transportados al sitio autorizado por el Ayuntamiento para su disposición final, garantizando el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.
- **Desmonte y despalme:** Esta tarea implica la eliminación manual de la vegetación, que incluye el deshierbe mediante herramientas como la coa y el machete, así como el transporte manual en carretilla dentro del área de trabajo. Cuando sea explícitamente necesario, se utilizará maquinaria, específicamente un tractor D5. Los materiales generados durante esta actividad se podrán reutilizar para nivelar el terreno. Es fundamental llevar a cabo esta tarea con extrema precaución para evitar cualquier impacto negativo en otras áreas del terreno, como lo son las propuestas para la conservación. Además, se planifican visitas previas al sitio para identificar físicamente los ejemplares que deben ser respetados, y en caso necesario, reubicados o compensados.

  Durante este proceso, se tomarán las precauciones necesarias para garantizar que no se cause ningún daño a estos ejemplares.

1.4.3. Construcción.

El proyecto **"CASA ARTHOBBIES"** consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar de uso habitacional, desarrollada dentro de un predio con superficie total de 2,632.02 m^2, con una huella de construcción de 577.05 m^2, manteniendo el 30.79% (810.61 m^2) del terreno como área de conservación y el 47.32% (1245.70 m^2) de superficie ajardinada y/o área verde.

ÁREAS	M2	%
HUELLA CASA	214.51	8.15
CAMINO BLANCO	275.15	10.45
ESTACIONAMIENTO	86.05	3.27
ÁREA VERDE	1245.70	47.32
ÁREA DE CONSERVACIÓN	810.61	30.79
TOTAL	**2,632.02**	**100.0000**

La propuesta arquitectónica se organiza bajo un esquema de integración con el entorno costero, priorizando:

- Baja ocupación del suelo
- Elevación del desplante para minimizar impacto directo
- Conservación de áreas verdes
- Transición fluida entre espacios interiores y exteriores

Trazo y nivelación

Una vez concluida la limpieza del sitio, se realizará el trazo y nivelación del terreno, estableciendo los ejes de referencia para la correcta ubicación de la vivienda y sus áreas complementarias.

Esta actividad incluirá la delimitación del área de construcción, la colocación de bancos de nivel y el levantamiento topográfico necesario para garantizar que la obra se ejecute conforme al diseño arquitectónico autorizado.

Excavaciones y cimentación

En esta etapa se realizarán las excavaciones necesarias para la cimentación de la vivienda, de acuerdo con el diseño estructural del proyecto.

El sistema de cimentación estará compuesto por mampostería en cimentación y estructura de muros de carga con elementos de concreto, lo cual permitirá transmitir adecuadamente las cargas de la estructura hacia el terreno natural.

Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

Durante esta etapa se ejecutarán las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de la vivienda, incluyendo la red de alimentación, iluminación y contactos.

Asimismo, se integrarán las conexiones finales de las instalaciones hidráulicas (sera el abastecimiento mediante pipas) y sanitarias, garantizando el correcto funcionamiento de los servicios del inmueble.

Acabados Finales

Una vez concluida la estructura, se procederá a realizar los aplanados y repellados en muros interiores y exteriores, impermeabilización de azoteas y áreas expuestas. Asimismo se realizará la colocación de pisos, recubrimientos y elementos de acabo.

Finalmente durante esta etapa se aplicarán las pinturas vinílicas como acabados finales en muros, masillas y recubrimientos decorativos.

Una vez concluidas todas las actividades de construcción, se realizará la limpieza final del sitio, retirando residuos de obra y materiales sobrantes, dejando el predio en condiciones adecuadas para su ocupación.

1.5. Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Las obras y actividades que integran el proyecto “CASA ARTHOBBIES” corresponde de competencia federal de conformidad con lo establecido en el Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, quedando clasificado específicamente bajo el siguiente supuesto jurídico:

- Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS 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…

Con base en lo dispuesto anteriormente, el proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar a realizar dentro de un predio ubicado en la comisaría de Puerto de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán. Por lo tanto, debido a su ubicación geográfica y a las características del terreno, las obras inciden de manera directa sobre un ecosistema costero.

De igual manera, se precisa que el proyecto notoriamente no se encuentra sujeto a ninguna de las excepciones previstas en la fracción debido a lo siguiente.

- Respecto al inciso a): El proyecto tiene como objeto principal el uso habitacional, por lo que no clasifica como una obra con el propósito de protección, embellecimiento u ornato mediante el uso de especies nativas.
- Respecto al inciso b): Las actividades a desarrollarse requieren de la ejecución de obras civiles permanentes (cimentación, estructuras y desplante), por lo que no se limita a actividades recreativas exentas de obra civil.
- Respecto al inciso c): El proyecto corresponde a la construcción de una vivienda unifamiliar pero no corresponde para comunidades asentadas originariamente en el ecosistema, sino a un conjunto multifamiliar de baja densidad.

Debido a que el proyecto se encuadra plenamente en el supuesto de la Fracción Q y no se encuentra sujeto con ninguna de las condiciones de exención antes descritas, en virtud de lo anterior, y con el propósito de dar estricto cumplimiento a la legislación ambiental vigente, se presenta ante esta Honorable Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental, aportando los elementos técnicos, cartográficos y científicos necesarios para acreditar la viabilidad del proyecto y garantizar la protección del ecosistema costero de la región.

1.6. Costos de inversión

Para el desarrollo integral del proyecto “CASA ARTHOBBIES”, se contempla un monto de inversión total estimada de $9,000,00.00 M.N. (Moneda Nacional). Cabe destacar que dentro de este presupuesto global se tiene contemplada la partida económica necesaria para el diseño, aplicación y ejecución de las diversas medidas de prevención, mitigación,

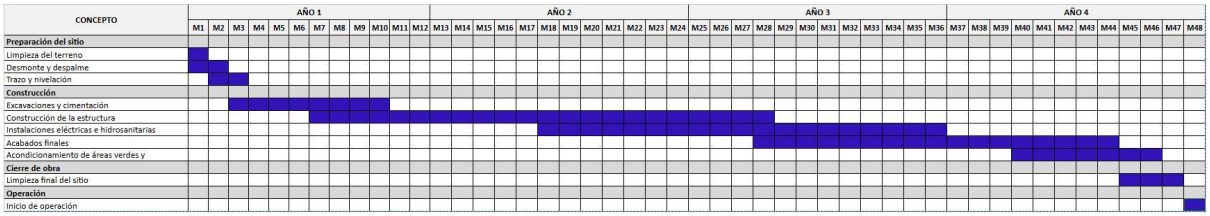
corrección y compensación ambiental derivadas del presente estudio, garantizando la viabilidad ecológica del proyecto en todas sus etapas.

Costo de inversión del proyecto	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración	Total
$9,000,000.00	$750,000.00	$9,750,000.00

1.7. Duración estimada del Proyecto

Etapa	Duración en años, meses o semanas
Preparación del sitio y construcción	4 años
Operación y/o mantenimiento	99 años
Cierre y abandono del sitio	No se pretende el abandono del sitio.

El alcance principal del proyecto corresponde a las etapas de preparación del sitio y construcción, las cuales se desarrollarán en un periodo estimado de 48 meses, equivalente a 4 años. Para estas actividades se considera, de manera referencial, una jornada laboral de 8 horas diarias, 6 días por semana; no obstante, dicha programación podrá modificarse en función de las condiciones climáticas, la disponibilidad de materiales, aspectos logísticos o cualquier otra circunstancia que pudiera requerir la suspensión temporal o el ajuste de las actividades programadas.



Posteriormente, el proyecto contempla una etapa de operación y mantenimiento, durante la cual las actividades necesarias para la conservación y funcionamiento de las instalaciones serán responsabilidad de los futuros propietarios, de la administración del desarrollo o del responsable operativo que se designe. Esta etapa tendrá un carácter permanente durante la vida útil estimada del proyecto, prevista en 99 años.

Finalmente, aunque por la naturaleza habitacional permanente del proyecto no se prevé una etapa ordinaria de abandono, se incorpora un escenario de cierre y abandono eventual, aplicable únicamente en caso de abandono definitivo del inmueble.

1.8. Tabla Resumen de características del proyecto

Tabla resumen de características del proyecto		
Concepto	**Preparación del sitio y construcción**	**Operación**
Consumo de energía eléctrica	Durante las fases principales del proyecto no se tiene contemplado hacer uso de energía eléctrica de la red comercial, ya que la maquinaria y los equipos requeridos serán impulsados de forma autónoma mediante combustible. De igual manera, el personal técnico y operativo desarrollará sus actividades exclusivamente en horario diurno para aprovechar al máximo la luz solar natural, evitando así la necesidad de contratar acometidas provisionales o instalar sistemas de iluminación artificial temporal. Aunado a lo anterior, se menciona que no se almacenará ningún tipo de combustible dentro del predio; el suministro de los equipos se realizará	Durante la etapa operativa, el servicio de energía eléctrica será proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), institución competente en la materia.

	directamente desde estaciones de servicio cercanas a la localidad y será transportado en vehículos aptos, tomando en todo momento las medidas de seguridad necesarias bajo la normatividad ambiental correspondiente para prevenir cualquier contingencia en el suelo arenoso.	
Consumo de agua	Respecto al suministro de agua para las etapas de preparación del sitio, construcción, limpieza y operación el recurso será abastecido externamente mediante la contratación de camiones cisterna (pipas) operados por empresas especializadas en la región. El agua recibida será depositada temporalmente en contenedores distribuidos estratégicamente dentro del predio para su uso en dichas fases de obra.	
Emisiones de gases de efecto invernadero	Durante la etapa de construcción y en las labores posteriores de mantenimiento, se generarán de manera inevitable emisiones a la atmósfera derivadas de la operación de la maquinaria y equipos motorizados. No obstante, dichas emisiones tendrán un carácter estrictamente temporal y localizado, restringiéndose de forma exclusiva a los periodos de operación de los citados equipos. Los gases generados provendrán principalmente de los motores de combustión interna utilizados por la maquinaria y los vehículos de transporte, dispersándose directamente en la atmósfera. Con el fin de asegurar que estas emisiones se mantengan en niveles mínimos y no alteren la calidad del aire en la zona de influencia, el promovente implementará como medida de prevención que toda la maquinaria empleada se encuentre en óptimas condiciones operativas y mecánicas, vigilando el estricto cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-2017.	

	De igual manera, se supervisará que los vehículos automotores destinados al transporte de personal, suministro de materiales y acarreo de residuos relacionados con el proyecto cumplan con las disposiciones vigentes de la NOM-041-SEMARNAT-2015, la cual regula las emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación que utilizan gasolina. Estas acciones se integran formalmente como medidas de mitigación ambiental orientadas a reducir al mínimo los impactos potenciales sobre el componente aire en la región costera.
Generación de residuos - Peligrosos	Durante las fases de construcción se prevé la generación mínima de residuos peligrosos. Se generarán como trapos impregnados de solventes, envases de pinturas, aceites usados y restos de combustibles, derivados del mantenimiento de maquinaria y equipo. Estos residuos serán manejados con estricto apego a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento. Los residuos peligrosos generados serán almacenados temporalmente en un almacén específico y debidamente señalizado, el cual estará equipado con piso impermeable, techado, ventilación natural y sistemas de contención secundaria para evitar filtraciones al suelo. Asimismo, se llevará un registro interno mediante bitácoras de generación, se contará con las hojas de datos de seguridad visibles y se contratará exclusivamente a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT para las etapas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, asegurando en todo momento el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.
Generación de residuos - Manejo Especial	Durante la etapa de construcción y, en menor medida, durante la operación, se generarán residuos de manejo especial tales como remanentes de materiales de construcción (concreto, madera, acero, PVC y cartón industrializado) y escombros de obra. Estos residuos, si bien no poseen características de peligrosidad, requieren de una gestión diferenciada debido a su volumen, peso y propiedades físicas

	particulares. El manejo de estos residuos se realizará conforme a los lineamientos establecidos por el Gobierno del Estado de Yucatán y en estricta coordinación con las autoridades municipales competentes. Los materiales serán acopiados temporalmente en zonas específicamente designadas dentro del predio, clasificándolos por tipo para promover su reutilización o reciclaje cuando sea técnicamente viable. Para su retiro definitivo del sitio, se contratará a proveedores debidamente registrados ante la autoridad estatal, garantizando su traslado hacia centros de acopio autorizados, sitios de reciclaje o, en su defecto, a rellenos sanitarios que cuenten con la infraestructura adecuada para su disposición final.
Generación de residuos - Sólidos Urbanos	Durante las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), se generarán residuos sólidos urbanos consistentes principalmente en desechos orgánicos e inorgánicos no peligrosos, tales como restos de alimentos, envases, papel, cartón y plásticos derivados de las actividades del personal técnico, operativo y, posteriormente, de los usuarios. Para su adecuado manejo, se dispondrá de contenedores diferenciados y debidamente rotulados por tipo de residuo (orgánico e inorgánico), promoviendo de manera activa la separación desde la fuente de generación. Estos residuos serán recolectados con una periodicidad que evite su acumulación o la atracción de fauna nociva, para posteriormente ser entregados al servicio de limpia municipal o a empresas particulares autorizadas para su traslado y disposición final en el sitio de confinamiento oficial. Asimismo, se implementarán pláticas de sensibilización ambiental para fomentar entre el personal y los ocupantes el uso responsable de materiales y la minimización en la generación de desechos, en estricta concordancia con el principio de reducción en la fuente y las buenas prácticas ambientales para el entorno costero.

Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84	Para el manejo de las aguas residuales durante las fases iniciales del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de acuerdo con las mejores prácticas en materia de salubridad e higiene industrial. Estas instalaciones serán contratadas con una empresa especializada que se encargará del suministro, mantenimiento periódico, limpieza y desmantelamiento al término de su vida útil en la obra, así como de la recolección y disposición final adecuada de los residuos sanitarios generados, garantizando el estricto cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable para evitar cualquier infiltración residual en el subsuelo costero.	En la fase de operación, y con el propósito de dar estricto apego a los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, se contempla la instalación de un SITAR DLD 14 con capacidad de 5,200 litros, seleccionado de manera estratégica para atender la demanda de flujo doméstico del proyecto de forma eficiente y garantizar que el efluente tratado cumpla cabalmente con los parámetros de calidad vigentes exigidos por las autoridades ambientales.
Otros en su caso (ruido)	El ruido asociado a las actividades del proyecto provendrá principalmente de la operación de la maquinaria utilizada en las labores de desplante, del empleo de equipos mecánicos de elevación, así como del tránsito de vehículos y camiones encargados del transporte de insumos y materiales de construcción. Todas estas fuentes generadoras de presión acústica se mantendrán estrictamente dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-	

	SEMARNAT-1994, la cual regula las emisiones de ruido provenientes de fuentes fijas, asegurando que las actividades de obra se ejecuten en horarios autorizados para minimizar cualquier perturbación a la fauna local y al entorno inmediato.	

Superficies generales del proyecto		
Concepto	**Superficie**	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del proyecto.	2,632.02 m2	
Superficie del desplante de construcción.	214.51 m2	
Superficie a intervenir sin construcciones	363.2 m2	
Superficie total de vegetación	**Existente**	**Por afectar**
	2,632.02 m2	577.71 m2
Superficie de vegetación forestal	2,632.02 m2	577.71m2
Superficie por cada tipo de vegetación forestal		
Tipo de vegetación	Matorral de duna costera.	

Superficie de incidencia en cuerpos de agua	Durante ninguna de las etapas del proyecto se prevé la intervención o incidencia directa sobre cuerpos de agua superficiales o costeros ya que se toman medidas para prevenir cualquier incidencia en dichos cuerpos de agua. Asimismo, a lo largo del ciclo de vida del desarrollo se implementará una gestión integral y estricta de los efluentes generados, garantizando el uso de infraestructura sanitaria estanca y certificada con el objetivo prioritario de prevenir infiltraciones y asegurar la protección absoluta del acuífero kárstico de la región.
Superficie de incidencia en Zona Federal	La totalidad del polígono se ubica en la Zona Federal, al encontrarse en zona costera.
Superficie de incidencia en ZOFEMAT	El proyecto "CASA ARTHOBBIES" no afectará la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) al respetar la distancia de 20 metros y al conservar toda la zona norte del predio como área de conservación. Asimismo, el proyecto se limitará estrictamente a la superficie del predio, por lo que no incidirá sobre dicha zona federal.

CAPÍTULO 2

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

A continuación, se presenta la identificación, revisión y análisis de los diversos instrumentos de planeación territorial y ambiental que regulan el uso del suelo y las

actividades permitidas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto. Este ejercicio tiene por objetivo garantizar que la propuesta se sujete a los marcos normativos con validez jurídica vigente, y establecer su correspondencia y congruencia con dichos instrumentos, a fin de acreditar su viabilidad legal, ambiental y territorial.

De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, los proyectos sujetos a evaluación deben vincularse con los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), los Programas de Desarrollo Urbano, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas, y demás leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal. Esta vinculación permite situar el proyecto dentro del marco de planificación ambiental vigente, y demostrar su compatibilidad con las políticas públicas de uso del territorio, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Asimismo, mediante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental se establecerán las condiciones específicas a las que deberá sujetarse la ejecución de obras y actividades relacionadas con el proyecto, especialmente aquellas que pudieran generar efectos adversos al ambiente o rebasar los límites y condicionantes establecidos por la normatividad aplicable. El objetivo de este procedimiento es prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos negativos que pudieran generarse, garantizando la protección, preservación y restauración de los ecosistemas.

2.1. Programas de Ordenamiento Ecológico.

2.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

El POETY, considera dentro de sus lineamientos, aspectos ambientales, sociales y económicos, así como la opinión pública para definir la zonificación del Estado, así como su uso más apropiado. Dicha zonificación dio como resultado la creación de Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en las cuales se dividió el territorio del Estado. El proyecto "CASA ARTHOBBIES" se encuentra dentro de la UGA 066-APROV-HUN. A continuación, se presenta la tabla de usos y criterios de la aludida UGA.

UGA	066-APROV-HUN

Compatible: 1, 2, 19, 20	Condicionado: 6, 9, 11, 17, 18	Incompatible: 3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Uso vinculante: 6. Asentamiento humanos		

	Criterios generales	**Vinculación**
1.	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.	*El proyecto cumple con lo previsto en este numeral. Tal como se desprende del presente documento, se propone la instalación de un sistema para el tratamiento de las aguas residuales, consistente en un **SITAR DLD 14**, con una capacidad de **5,200 L/día**, el cual funcionará como sistema primario de tratamiento. Posteriormente, el efluente tratado contará con las condiciones óptimas para su descarga o, en su caso, para su reúso en el riego de las áreas verdes del predio, toda vez que cumplirá con la normatividad aplicable.* *El retiro del contenido almacenado se realizará de manera periódica por empresas autorizadas, asegurando su disposición conforme a la normatividad ambiental vigente aplicable en materia de aguas residuales.* *Adicionalmente, el proyecto contempla la separación física e hidráulica del sistema pluvial y el sistema sanitario, evitando mezclas entre aguas de lluvia y aguas residuales domésticas. El drenaje pluvial será conducido hacia áreas permeables dentro del predio, favoreciendo la infiltración natural y manteniendo el equilibrio hídrico del sitio.*
2.	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán	*Al presente documento se anexa Programa de Manejo Integral de Residuos. Durante la etapa de preparación y*

	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.	*construcción del proyecto se contará con botes categorizados para la correcta disposición de residuos, mismos que serán trasladados al sitio de disposición final más cercano.*
3.	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.	*Al presente documento se anexa Programa de Manejo Integral de Residuos. Tal y como se encuentra previsto, se reportará a la autoridad competente la generación de estos residuos y las estrategias para su manejo de conformidad con la normativa aplicable.*
4.	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.	*El presente criterio no resulta aplicable al proyecto CASA ARTHOBBIES, toda vez que no se contempla la perforación ni operación de pozos para la extracción de agua subterránea dentro del predio.* *El abastecimiento de agua potable se realizará exclusivamente mediante suministro por pipas autorizadas, provenientes de fuentes que cuentan con los permisos correspondientes emitidos por la autoridad competente.*
5.	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	*De conformidad al análisis realizado en el capítulo III, el proyecto no presenta oquedades.*

	cavernosas.	
	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	*El proyecto no se implementará sobre zonas inundables, tal y como se desprende del capítulo 3 de este documento. De la revisión bibliográfica de los Atlas de Riesgos, se determinó que el proyecto se encuentra en una zona con clasificaciones bajas o medias bajas respecto a los riesgos que presenta dicha fuente.*
6.	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.	*Se designan áreas verdes que representa el 47% y de conservación el 30% para la adecuada infiltración del agua al subsuelo, así mismo se promoverá la utilización de materiales permeables.*
7.	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.	*El proyecto CASA ARTHOBBIES se localiza dentro de una zona prevista para aprovechamiento regulado conforme a los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables. No obstante, se reconoce la presencia de vegetación característica del ecosistema costero en el predio.* *En atención al presente criterio, el diseño del proyecto contempla:* ● *Conservación de más del 30% de la superficie total del predio como área de conservación y ajardinada, limitando la huella de construcción al 47.32%.* ● *Delimitación de un área específica de conservación, donde se mantendrá vegetación existente en mejor estado.* ● *Desmonte selectivo únicamente en la zona estrictamente necesaria para la cimentación y obras*

		complementarias.
8.	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.	*El proyecto incluirá la implementación de medidas mitigadoras específicas para minimizar los impactos ambientales asociados a la obra o actividad propuesta.*
9.	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente no forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	*El proyecto CASA ARTHOBBIES se localiza dentro de una unidad de gestión ambiental clasificada para aprovechamiento regulado y desarrollo de baja densidad conforme a los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes. De acuerdo con el análisis presentado en el Capítulo 3 del presente estudio, el predio se encuentra dentro de un área destinada al crecimiento urbano controlado de la zona costera.*
10.	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.	*Derivado del análisis físico-ambiental realizado en el predio y su área inmediata de influencia, se determinó que no existen dentro del polígono del proyecto cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas ni humedales costeros.* *La inspección de campo y revisión cartográfica no identificaron depresiones kársticas abiertas, cuerpos de agua superficiales permanentes ni formaciones subterráneas expuestas dentro del sitio. El terreno presenta topografía regular propia de la planicie costera y cobertura vegetal secundaria.* *Adicionalmente, el proyecto no contempla la apertura de nuevas vías de comunicación ni modificaciones a la infraestructura vial existente, por lo que no se prevé alteración de la hidrodinámica superficial regional.*

		En cuanto a la dinámica hídrica subterránea, el diseño del proyecto incorpora medidas preventivas que garantizan que no se generen procesos de desecación, sedimentación o alteración de flujos naturales superficiales o subterráneos, como las áreas de conservación que permitirán una natural permeabilidad, ausencia de extracción de agua, implementación de sistema cerrado de tratamiento de agua y separación del sistema pluvial y sanitario.
11.	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 los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	*No se contempla el aprovechamiento de agua salobre en ninguna de las etapas del proyecto.*
12.	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.	*El proyecto contempla, para su etapa de operación, la instalación de un SITAR DLD 14 con capacidad de 5,200 litros, el cual ha sido seleccionado considerando las condiciones del suelo costero de naturaleza kárstica y la reducida profundidad del acuífero en la zona.* *Dicho sistema funciona mediante procesos anaerobios de degradación biológica, permitiendo la reducción de carga orgánica antes de cualquier manejo posterior del efluente. A diferencia de sistemas tradicionales de infiltración directa, el esquema adoptado evita descargas al subsuelo, minimizando riesgos de contaminación del manto freático.* *En cumplimiento del criterio, el proyecto asegura la recolección periódica de lodos*

		generados, los cuales serán extraídos mediante servicio especializado y dispuestos conforme a la normatividad aplicable, evitando acumulaciones prolongadas o filtraciones.
13.	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 de 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.	*Se realizó la consulta de los atlas de riesgos y peligros aplicables para la planeación del proyecto, concluyendo que el área de intervención se localiza en una zona de baja exposición a dichos riesgos.* *El predio se encuentra dentro de una zona destinada a aprovechamiento regulado y desarrollo habitacional de baja densidad conforme a los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes, fuera de áreas identificadas como humedales o depresiones naturales.* *Se fomenta la conectividad ecológica mediante la promoción del libre tránsito de fauna y la conservación de la integridad de los ecosistemas existentes.* *Se plantea la implementación de un programa de reforestación en las áreas destinadas a conservación con el objetivo de mantener la cobertura vegetal y preservar la capacidad de infiltración del suelo.* *El proyecto no contempla la construcción de nuevas vías de acceso.* *El proyecto no cuenta con cavernas.*

14.	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.	*En la etapa de operación se fomentará a los futuros usuarios el uso de dispositivos ahorradores en materia hídrica, tales como llaves, regaderas e inodoros de bajo recurso hídrico. Asimismo, las áreas verdes y áreas de conservación se plantean para favorecer la recarga del acuífero.*

No.	**Criterios del sector Asentamientos Humanos**	**Vinculación**
1.	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.	*El proyecto incorpora una estrategia integral orientada a cumplir con los objetivos establecidos en el presente criterio* *a)La zona cuenta con accesos existentes y presencia de otras viviendas habitacionales, por lo que el proyecto no induce apertura excesiva de nuevas vialidades ni ampliación de infraestructura urbana adicional. Asimismo el proyecto promueve un crecimiento urbano sostenible mediante técnicas de conservación y tecnologías de ahorro de recursos* *b)El proyecto no contempla la extracción de agua subterránea; el abastecimiento de agua durante las etapas correspondientes se realizará mediante pipas autorizadas. Para el manejo de las aguas residuales, se instalará un* ***SITAR DLD 14****, el cual permitirá realizar el tratamiento primario de las aguas sanitarias generadas por el proyecto. El efluente tratado cumplirá con la normatividad aplicable, permitiendo su correcta descarga o, en su caso, su reúso*

		en actividades como el riego de las áreas verdes del predio. *c)Se promueve el libre paso de fauna y la no fragmentación de ecosistemas.* *d)Al presente documento se anexa Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos el cual establece la separación, almacenamiento temporal y disposición final mediante servicios municipales o empresas autorizadas.*
2.	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.	*El lote corresponde a un vacío urbano dentro de un entorno ya intervenido con uso habitacional, rodeado por predios con construcciones existentes y vialidades previamente establecidas, por lo que el proyecto no induce expansión urbana hacia áreas naturales no planificadas.* *La zona en la que se encuentra el predio cuenta con acceso a todos los servicios básicos.*
3.	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.	*El proyecto no implica una planta desalinizadora.*
4.	Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo	*En la etapa de operación se fomentará a los futuros usuarios el uso de dispositivos ahorradores en materia hídrica De igual*

	convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso 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.	*manera, se propone que en el área ajardinada se implementen especies de bajo requerimiento hídrico y que permitan la recarga del acuífero.*
5.	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.	*El predio en el que se realizará el proyecto no se encuentra sobre humedales, tal y como se desprende en el capítulo 3 del presente documento, así mismo, dentro del predio se contempla la reforestación del área de conservación para el cuidado de las especies de la zona.*
6.	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.	*La vegetación característica del predio es vegetación matorral de duna costero, misma que se mantendrá íntegra, ya que la zona propuesta para el proyecto no contempla intervenciones en dunas incipientes ni en dunas localizadas en estuarios, cumpliendo así con el criterio de preservar la integridad funcional del sistema playa-duna costera.*
7.	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirán 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	*El proyecto se ubica en un predio colindante con la zona costera, por lo que el diseño arquitectónico y estructural del proyecto incorpora las medidas necesarias para cumplir con los lineamientos de este criterio:* - *La edificación se localiza detrás de la cara posterior del primer cordón de duna evitando en todo momento la ocupación de la corona o cresta de la misma* - *La vivienda se proyecta con desplante elevado sobre pilotes, lo que reduce la alteración directa del terreno natural.* - *No se prevén excavaciones masivas ni cimentaciones que interfieran con la dinámica dunar o que actúen como*

	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.	*barreras físicas al drenaje natural* - *Se mantendrán las áreas de conservación dentro del predio, priorizando la permanencia de vegetación nativa* - *El proyecto no contempla la construcción sobre dunas que formen barreras o que interrumpan el drenaje natural, evitando así incrementar la vulnerabilidad a inundaciones costeras.*
8.	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	*En atención a este criterio, el proyecto incorpora medidas preventivas orientadas a evitar afectaciones directas e indirectas al proceso de anidación y emergencia de crías:* *a) Se conservará la vegetación costera existente en las áreas no intervenidas del predio, evitando la introducción de especies exóticas invasoras que puedan alterar el hábitat dunar.* *b)No se realizará modificación del perfil natural de la playa ni del sistema dunar frontal, permitiendo la dinámica natural de acumulación de arena y regeneración vegetal.* *c) No se colocarán estructuras, mobiliario fijo ni objetos permanentes sobre la franja de playa. En caso de existir objetos movibles en área colindante, estos serán retirados durante la temporada de anidación para evitar obstrucciones.* *d) El diseño de iluminación exterior contemplará:* ● *Luminarias direccionales orientadas hacia el interior del predio.* ● *Uso de capuchas o mamparas para evitar dispersión lumínica hacia la playa.* ● *Focos de bajo voltaje y tonalidad cálida (amarilla o ámbar), reduciendo el espectro azul que desorienta a las tortugas.* *e)Durante la temporada de anidación y emergencia de crías se evitará cualquier emisión directa o reflejo de luz hacia la*

	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 a 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 sólo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.	*playa.* *f) El proyecto no contempla acceso vehicular hacia la playa ni circulación sobre la misma.* *g) Se establecerán medidas para evitar que animales domésticos perturben procesos de anidación o afecten nidadas y crías.* *h) Durante la etapa de operación, al tratarse de una vivienda unifamiliar, los niveles de ruido serán propios de uso habitacional y no se prevé generación de emisiones sonoras que superen los límites normativos aplicables.* *i) En caso de detectarse un nido dentro del predio o zona colindante, se dará aviso inmediato a la autoridad ambiental competente o al programa de protección de tortugas marinas correspondiente, evitando cualquier intervención directa por personal no capacitado.*
9.	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.	*La edificación permanente se localiza detrás de la cresta del sistema dunar, evitando la ocupación directa de la corona del primer cordón de duna. La zona presenta una consolidación parcial, con edificaciones habitacionales existentes en predios colindantes, actuales o futuros, por lo que el proyecto se inserta dentro de un entorno previamente intervenido y no representa un nuevo frente de urbanización sobre dunas vírgenes.*
10.	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	*El proyecto no contempla la disposición final de los residuos, se anexa Programa de Manejo de Residuos, el cual detalla las medidas de recolección y almacenamiento temporal respetando la sensibilidad del ecosistema costero.*

	lagunas costeras.	
11	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 aplicables.	*El proyecto incorpora criterios de eficiencia energética desde su concepción arquitectónica y operativa como ventilación cruzada, espacios abiertos que reducen la acumulación de calor interior y la integración de terrazas y áreas sombreadas que reducen la incidencia solar directa sobre muros.* *Durante la etapa de operación del proyecto se promoverá la instalación de sistemas de iluminación de alta eficiencia energética (tecnología LED de bajo consumo) en interiores y exteriores, así como la implementación de dispositivos de control (temporizadores y/o sensores).* *De manera complementaria, se realizará una evaluación técnica y de factibilidad para la incorporación gradual de sistemas de generación de energía limpia*
12.	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.	*La zona donde se localiza el predio cuenta con accesos públicos previamente establecidos que permiten el tránsito de la población hacia la franja costera. El proyecto se limita estrictamente a la superficie del predio y no invade, delimita ni restringe áreas de uso público.*
13.	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,	*Derivado de la consulta del Atlas Nacional de Riesgos se realiza la siguiente vinculación:* *a) No se localiza en zonas identificadas como cauces activos, abanicos aluviales ni depósitos recientes asociados a corrientes superficiales. La región corresponde a planicie costera kárstica sin presencia de escurrimientos permanentes.* *b) El sitio no corresponde a rellenos*

	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.	*artificiales en humedales ni barrancos, ni presenta condiciones de inestabilidad estructural, agrietamientos o susceptibilidad a asentamientos diferenciales por rellenos antrópicos.* *c) La topografía del predio es prácticamente plana, característica de la planicie costera yucateca, por lo que no existen taludes ni pendientes que generen riesgo de derrumbe, deslizamiento o movimientos de ladera.* *d) El predio no se ubica por debajo del nivel máximo de mareas astronómicas. Si bien se encuentra en zona costera, la vivienda se proyecta con desplante elevado sobre pilotes, lo que incrementa su resiliencia ante eventos extraordinarios.* *e) El proyecto incorpora medidas para reducir vulnerabilidad a inundaciones:* ● *Elevación estructural sobre pilotes.* ● *Conservación del 30% y área verde del 47% del predio como superficie permeable.* ● *Separación de sistema pluvial y sanitario.* ● *No modificación sustancial del relieve natural.* ● *Propuesta de pozos de absorción de aguas lluvias* *Estas acciones permiten el flujo natural del agua superficial y reducen acumulaciones.* *f) El predio no corresponde a banco de extracción ni presenta excavaciones abandonadas.* *g) El sitio no se encuentra en elevaciones significativas ni en cuencas que generan escurrimientos hacia zonas bajas.*

2.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) constituye una herramienta de política ambiental diseñada con el propósito de regular o incentivar el uso del suelo y las actividades económicas en el Territorio Costero del Estado. Este enfoque tiene como objetivo principal la preservación y aprovechamiento sustentable del medio ambiente, con la intención de salvaguardarlo. Se considera que este instrumento es altamente apropiado para coordinar las acciones humanas con el entorno, asegurando la sustentabilidad a corto, mediano y largo plazo del territorio. El área designada para la ejecución del proyecto se localiza dentro de la UGA HUN02-BAR_AP1-R. A continuación, se detallan los usos de suelo presentes, aquellos que son compatibles y los que no lo son en esta UGA específica.

UGA	HUN02-BAR_AP1-R	
Actual: 1,2	Compatible: 1,2,3,4,9,20,21,22,23,25, 27	Incompatible: 5,6,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,24,26,28,29
Uso vinculante: 22. Vivienda unifamiliar.		

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
2	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.	*El proyecto corresponde exclusivamente a la construcción y operación de una vivienda unifamiliar de uso habitacional, por lo que no contempla actividades relacionadas con extracción de sal, cultivo de artemia, actividades de acuacultura o ampliación de instalaciones de carácter salinero o acuícola.*
5	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	*El proyecto no contempla la perforación ni operación de pozo para la extracción de agua subterránea. El abastecimiento de agua potable se realizará mediante suministro de pipas autorizadas, lo que implica que no se generará extracción de manera directa del acuífero en el sitio, ni se ejercerá*

	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 activa 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	*presión hidráulica adicional sobre el mismo.*
9	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.	*No se contempla la extracción de arena dentro del proyecto.*
10	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.	*El presente proyecto se ubica dentro de una zona clasificada para aprovechamiento regulado conforme a las Unidades de Gestión Ambiental aplicables, y forma parte del polígono de crecimiento urbano controlado de la zona.*
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida	*La delimitación del terreno se llevará a*

	Silvestre, cuando se requiere 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.	*cabo de forma que no afecte la libre circulación de las especies ni fragmente el ecosistema preexistente, implementando estrategias de delimitación blanda, como la utilización de conos, cintas, etc; que no afecten el libre paso de la fauna.*
12	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 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.	*La propuesta no incluye la instalación de espigones, espolones, escolleras, geotubos o bardas.*
18	No se permiten nuevas construcciones o expansiones de desarrollos habitacionales, turísticos o educativos en las zonas de acreción (terrenos ganados al mar) de los márgenes orientales de las escolleras de los puertos de abrigo o marinas, debido a los impactos generados al transporte litoral de sedimentos y a las necesidades de mantenimiento de este proceso	*El proyecto no se ubica en terrenos de acreción formados por alteraciones en el transporte litoral derivadas de escolleras, puertos de abrigo o marinas*
19	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	*El proyecto respeta los límites de la zona federal marítimo terrestre, al respetar la distancia de 20 metros y al conservar toda la zona norte del predio como área de conservación.* *En consecuencia, no se prevé la afectación de la primera duna ni de la vegetación rastrera o matorral costero en el área de influencia del proyecto.*

	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.	
20	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.	*El proyecto se adecuará a lo establecido en el anterior criterio, la vivienda se proyecta con desplante elevado sobre pilotes*
21	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	*La vegetación de duna del proyecto no se encuentra alterada o poco definida.*
22	Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones se apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.	*El proyecto se apegará a lo establecido en este criterio. Se acoplará al documento de Estudio de Capacidad de Carga emitido por la autoridad correspondiente.*
23	El diseño por viento de las	*Debido a la zona en que se desarrollará*

	construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.	*el proyecto se reconoce el riesgo de eventos hidrometeorológicos, por lo que el diseño estructural de la vivienda considera cargas de viento acordes a velocidades de hasta 250 km/h.*
24	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.	*El proyecto se apegará a la capacidad de carga del sitio.*
25.	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos	*El Programa Integral de Manejo de Residuos, en el cual se describen de manera detallada los procedimientos de separación, recolección, almacenamiento temporal y transporte para su disposición final en sitios autorizados, a través de empresas y prestadores de servicios debidamente acreditados conforme a la normativa aplicable.*
26	Se deberá observar los programas maestros de desarrollo portuario para regular las actividades, obras y servicios en los recintos portuarios o marinas y su crecimiento.	*El proyecto no se ubica dentro de un recinto portuario, marina ni área sujeta*
30	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.	*El proyecto no contempla la instalación de accesos peatonales a la playa.*
31	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, recomendándole distancias máximas	*Este criterio será cumplido, ya que existen caminos públicos en la zona, mismos que serán respetados en todas las etapas del proyecto.*

	de 200 m.	
32	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.	*No se emplearán vehículos motorizados y se evitarán actividades que puedan poner en riesgo la integridad física de los usuarios de las playas.*
33	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas, durante el periodo de anidación y eclosión se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho período.	*Durante el periodo de anidación de tortugas, se restringirá la iluminación directa e indirectamente, con el objetivo de salvaguardar el bienestar de los animales.*
37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.	*La propuesta no incluye la interconexión de cuerpos de agua.*
38	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.	*El proyecto no contempla la instalación de nuevos caminos de ningún tipo.*
39.	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A	*El proyecto no considera la construcción de nuevos caminos.*

	reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/ó puentes en los cauces principales de agua.	
41.	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	*En ninguna etapa del proyecto se hará aprovechamiento de especies silvestres.*
57	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.	*Durante la fase de operación, se llevará a cabo el tratamiento de las aguas residuales mediante un sistema específico. En este proyecto, se propone la implementación de un SITAR DLD 14 con capacidad de 5,200 lt/día*
59	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	*El proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar por lo que no contempla actividades relacionadas con mantenimiento de embarcaciones o motores, almacenamiento de combustibles, depósitos de aceites o alguna otra operación náutica.*
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	*El predio no será destinado para la disposición final de dichos residuos. Se anexa a este estudio un programa de manejo de residuos que especifica la forma en la que se recolectarán y trasladarán a un sitio de disposición final donde se les dará el debido proceso.*
63	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en	*El proyecto no es de esta naturaleza, por lo que no se prevén este tipo de*

	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.	*residuos.*
64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.	*No se realizarán dichas actividades.*

2.2. Leyes.

2.2.1. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

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

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.

Vinculación: El propósito principal de este proyecto es llevar a cabo la edificación de una vivienda unifamiliar, ubicados dentro de la zona regida por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

En virtud de esta ubicación, se hace necesario obtener una Autorización en Materia de Impacto Ambiental para llevar a cabo la implementación del proyecto. Con este fin, se presenta este documento para su exhaustiva revisión y posterior aprobación por parte de las autoridades competentes.

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.

Si después de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor a 10 días, les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones en términos de los dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, y los Estudios de Riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

Vinculación: Este documento se presenta con el propósito de someterse a una revisión detallada y obtener la aprobación de Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En él se identifican los posibles impactos ambientales del proyecto, se proponen las medidas preventivas y de mitigación, y se establecen los programas de acciones necesarios, con lo que el promovente asume la responsabilidad de su implementación y de los efectos ambientales que puedan generarse.

ARTÍCULO 32.- En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta ley, las autoridades competentes de los Estados, el Distrito Federal o los Municipios, podrán presentar dichos planes o programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta ley.

Vinculación: El lugar destinado para la realización del proyecto está sujeto a regulaciones establecidas por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) y la normativa federal correspondiente. Los detalles sobre la

conexión y cumplimiento de estas regulaciones se encuentran detallados en esta sección.

ARTÍCULO 35 BIS 1: Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Vinculación: Se adjunta una carta de protesta de veracidad emitida por la persona responsable de llevar a cabo el servicio de evaluación de impacto ambiental.

ARTÍCULO 79: Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

I. La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
II. La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinado a áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación.
III. La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
IV. El combate al tráfico o aprobación ilegal de especies.
V. El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.
VI. La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad.
VII. El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la nación.
VIII. El fomento de trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.

IX. El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales, y

X. El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.

Vinculación:

I. *El proyecto contempla medidas orientadas a la preservación y conservación de la biodiversidad, manteniendo el 30.79% del predio en estado de conservación y destinando el 47.32% para áreas verdes, procurando así preservar la mayor parte de la superficie natural. Asimismo, del listado florístico, una especie se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo estutus de Protección especial. La permanencia de estos individuos de la especie deberán garantizarse mediante su conservación in situ o, en su caso, mediante acciones de rescate y reubicación autorizadas, aspecto que se retomará en los capítulos de medidas de prevención y mitigación.*

II. *En la zona del proyecto se encuentran especies en la NOM; sin embargo, se implementará un programa de ahuyentamiento y rescate de fauna, con la finalidad de prevenir afectaciones o daños colaterales a las especies presentes en el área del proyecto.*

III. *El proyecto contempla áreas destinadas a conservación, en las cuales se mantendrá y, en caso necesario, se reubicará la vegetación y fauna presentes (de la zona de construcción), con la finalidad de favorecer la continuidad de sus procesos evolutivos y ecológicos con la menor perturbación posible. Asimismo, el desarrollo del proyecto no impedirá la realización de actividades de investigación científica o monitoreo ambiental por parte de las autoridades competentes. De igual manera, se prevé la implementación de programas y acciones orientadas a la preservación de la flora, fauna y del ecosistema en general, contribuyendo al mantenimiento de los recursos biológicos presentes en el área.*

IV. *Mediante los recorridos realizados en el predio se determinaron algunas especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT enlistadas en su respectivo capítulo, para las cuales se contará con el debido programa de conservación en sitio o rescate. No obstante, y como medida preventiva, el proyecto contempla la implementación de planes y acciones de manejo en caso de presentarse avistamientos de especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, con la finalidad de evitar afectaciones a los ejemplares y contribuir a su preservación.*

V. *El proyecto contempla la impartición de pláticas y capacitaciones dirigidas al personal, con la finalidad de generar conciencia sobre la importancia de la conservación y protección de las especies de flora y fauna presentes en la zona. Asimismo, se colocará señalización informativa relacionada con la prohibición del tráfico y apropiación ilegal de especies. De igual manera, el proyecto considera la implementación de un programa de vigilancia y supervisión encargado de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales y disposiciones establecidas para el desarrollo del proyecto.*

VI. *El proyecto no contempla la creación de estaciones biológicas de rehabilitación o repoblamiento de fauna silvestre; sin embargo, se prevé la implementación de*

medidas preventivas y de manejo ambiental enfocadas en la protección de la fauna presente en el área. Asimismo, en caso de identificarse ejemplares que requieran atención o resguardo, se dará aviso a las autoridades ambientales competentes o a las instancias correspondientes para su adecuado manejo y rehabilitación.

VII. El proyecto promoverá la participación de los futuros ocupantes y demás involucrados en acciones orientadas a la preservación de la biodiversidad presente en el predio y sus alrededores, fomentando la conciencia ambiental y la protección de los recursos naturales de la zona. Asimismo, durante la etapa de construcción se realizaron acciones de sensibilización y concientización ambiental con el personal participante en el desarrollo del proyecto, con la finalidad de incentivar prácticas responsables en materia de conservación de flora y fauna.

VIII. Debido a que el proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar, no se contempla el desarrollo directo de investigaciones relacionadas con flora, fauna o materiales genéticos. No obstante, el proyecto no limitará ni impedirá la realización de actividades de investigación científica o ambiental por parte de instituciones gubernamentales, académicas o no gubernamentales. En este sentido, en caso de requerirse el acceso a las áreas de conservación del predio para fines de estudio o monitoreo ambiental, se procurará colaborar y brindar las facilidades necesarias para el desarrollo de dichas actividades.

IX. El proyecto contempla la impartición de pláticas y capacitaciones al personal previo al inicio de las actividades, en las cuales se abordarán temas relacionados con el cuidado, protección y trato digno de las especies animales, promoviendo la prevención de actos de crueldad o maltrato hacia la fauna presente en la zona. Asimismo, se colocará señalización y carteles informativos relacionados con el respeto y conservación de las especies, con la finalidad de fomentar una cultura de protección ambiental dentro del proyecto.

X. Debido a que el proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar, no se contempla el desarrollo de actividades productivas alternativas para comunidades rurales. No obstante, el proyecto procurará desarrollarse bajo criterios de responsabilidad ambiental, promoviendo el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación establecidas para reducir posibles afectaciones al entorno natural.

XI. Debido a la naturaleza y dimensión del proyecto, no se contempla la elaboración de programas específicos de biodiversidad con participación directa de comunidades o pueblos indígenas y afromexicanos. No obstante, el proyecto reconoce la importancia del conocimiento biológico tradicional y procurará mantener una relación de respeto hacia las comunidades locales, así como hacia las prácticas y valores asociados a la conservación del entorno natural.

ARTÍCULO 98: Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.
II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que estos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.
III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.

IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas y ,

VI. La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Vinculación: Considerando las disposiciones establecidas en los Programas aplicables a la zona donde se ejecutará el proyecto, se ha determinado que el propósito de este, así como el uso actual y permitido del suelo en dicha zona, no presentan incompatibilidades, tanto en términos de vocación como de uso. En consecuencia, no existen conflictos con lo establecido en dichos instrumentos normativos.

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y

II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación: Las emisiones a la atmósfera serán temporales y, en su mayoría, de fuentes móviles, ya que provendrán de la maquinaria y los vehículos utilizados. Es importante mencionar que todos los equipos, maquinaria y vehículos que se utilicen durante la etapa de construcción contarán con el mantenimiento y la verificación necesarios para garantizar que la calidad del aire no se vea afectada.

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

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: En las fases de preparación del sitio y construcción, se tiene prevista la utilización de sanitarios portátiles, cuyas aguas residuales serán gestionadas de manera responsable por la empresa autorizada encargada de proporcionar este servicio.

En la fase operativa, se propone la instalación de un SITAR DLD 14 con capacidad de 5,200 L/día, el cual funcionará solamente como medida preventiva, ya que las aguas residuales no serán descargadas, sino únicamente almacenadas para su posterior retiro por empresas autorizadas, sin representar ningún riesgo de infiltración ni afectación al sistema hidrológico natural. Esta medida contribuye al compromiso del proyecto con la sostenibilidad y la protección del entorno, garantizando que las aguas residuales sean manejadas de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente a lo largo de todas las fases del proyecto.

ARTÍCULO 121: No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Vinculación: Las aguas residuales generadas por el proyecto durante la etapa de operación serán conducidas a un SITAR DLD 14, con capacidad de tratamiento de hasta 5,200 litros por día, el cual realizará la degradación anaerobia de la materia orgánica, reduciendo significativamente la carga contaminante. Este equipo funciona mediante un biorreactor compacto de dos módulos, que realiza el tratamiento en cuatro etapas empleando un inóculo especializado conocido como BIODLD®, junto con sedimentadores de alta tasa patentados. Asimismo, el sistema integra un módulo de cloración, lo cual permite obtener un efluente que cumple con los requisitos de la NOM-001-

SEMARNAT-2021 para descargas, o de la NOM-003-SEMARNAT-1997 en caso de reúso.

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

I. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo.
II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición eficiente.

Vinculación: Como parte de las medidas de gestión ambiental previstas, se instalarán contenedores con tapa debidamente identificados en el sitio del proyecto. Además, se establecerá la política de no realizar recarga de combustible dentro del área de trabajo, y se dispondrá de letrinas portátiles para evitar que los trabajadores hagan sus necesidades fisiológicas en lugares no designados. Estas acciones están alineadas con las directrices establecidas en el Plan de Manejo Integral de Residuos, garantizando una adecuada disposición y manejo de los desechos generados durante la ejecución del proyecto.

ARTÍCULO 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo
II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos
III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación
IV. Riesgos y problemas de salud.

Vinculación: Para gestionar adecuadamente los residuos generados durante las dos primeras etapas del proyecto, se implementarán contenedores de basura con tapa, debidamente etiquetados. Estos contenedores tendrán la función de recolectar y

almacenar temporalmente los residuos. Posteriormente, dichos residuos serán trasladados al basurero municipal correspondiente o a un sitio debidamente autorizado para su disposición final. Este enfoque asegura una gestión responsable de los desechos, cumpliendo con los estándares ambientales y las normativas locales pertinentes.

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.

ARTÍCULO 152 BIS: Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a algunas de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

Vinculación: Aunque el proyecto no tiene prevista la generación de residuos peligrosos, se han establecido procedimientos específicos para atender cualquier eventualidad en la que llegaran a generarse. En dichos casos, se llevarán a cabo las acciones necesarias para asegurar el manejo, traslado y disposición adecuados de estos residuos. Además, se gestionarán los avisos correspondientes ante la Secretaría o entidad competente. Este enfoque proactivo respalda el compromiso del proyecto con prácticas seguras y responsables en materia de gestión de residuos.

ARTÍCULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para este efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas

para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Vinculación: Durante la fase de construcción se anticipa la generación de ruido, pero se garantiza que este no sobrepasará los niveles máximos permitidos establecidos por la NOM-080-SEMARNAT-2001. Además, se implementarán las medidas preventivas necesarias para asegurar el cumplimiento de las regulaciones mencionadas, cuyos detalles específicos se describen en el Capítulo 4 de este documento. Este enfoque refleja la atención cuidadosa hacia la gestión del ruido, garantizando el respeto a los límites establecidos y el bienestar de la comunidad circundante durante la fase de construcción.

2.2.2. Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 14 BIS 5: Los principios que sustentan la política hídrica nacional son:

I. El agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad, así como prioridad y asunto de seguridad nacional.

Vinculación: La zona del proyecto contará con abastecimiento de agua potable mediante pipas autorizadas, por lo que no se contempla la extracción directa del recurso. Asimismo, se recomendará la implementación de sistemas ahorradores de agua para los futuros ocupantes del desarrollo, así como un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD 14, con capacidad de 5,200 L/día. Este equipo funciona mediante un biorreactor compacto de dos módulos, que realiza el tratamiento en cuatro etapas empleando un inóculo especializado conocido como BIODLD®, junto con sedimentadores de alta tasa patentados.

ARTÍCULO 44: La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "La autoridad del agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillado de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.

ARTÍCULO 45: Es competencia de las autoridades municipales, con el concurso de los gobiernos de los estados en los términos de esta Ley, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieran asignado, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción o de su entrega por parte de "La Autoridad del Agua", hasta el sitio de su descarga a cuerpos receptores que sean bienes nacionales. La explotación, uso o aprovechamiento se podrá efectuar por dichas autoridades a través de sus entidades paraestatales o de concesiones en los términos de la Ley. En el reúso de aguas residuales, se deberán respetar los derechos de terceros relativos a los volúmenes de éstas que estén inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua.

Vinculación: El proyecto contará con abastecimiento de agua potable mediante pipas autorizadas, por lo que no se contempla la explotación del recurso directamente del subsuelo. Asimismo, el proyecto no infiltra ni descarga aguas residuales en el suelo, subsuelo o cuerpos receptores nacionales. En consecuencia, el proyecto se mantiene dentro del marco de la Ley de Aguas Nacionales, respetando la competencia de las autoridades en materia de asignación, concesión y control de descargas.

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".

Vinculación: El sitio donde se desarrollará el proyecto no cuenta con sistema de alcantarillado, por lo cual se propone un SITAR DLD 14 con una capacidad de hasta 5,200

L/día, para el tratamiento de las aguas residuales. De esta manera, el proyecto asegura que el manejo de las aguas residuales producidas se realizará conforme al marco jurídico vigente, minimizando los riesgos de contaminación al acuífero costero.

2.2.3. Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

ARTÍCULO 19: Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

> I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;
>
> II. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

ARTÍCULO 20: La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

ARTÍCULO 26: Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias y en coordinación con la Federación, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 28: Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

> III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas

correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida.

ARTÍCULO 99: Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

ARTÍCULO 100: La legislación que expidan las entidades federativas, en relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos podrá contener las siguientes prohibiciones:

I. Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable;

II. Incinerar residuos a cielo abierto, y

III. Abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

Vinculación: En cada fase del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y, durante la etapa de construcción, residuos de manejo especial, tales como excedentes de materiales de construcción y materiales pétreos. La clasificación, separación, almacenamiento y disposición final de estos residuos se realizarán conforme a los criterios establecidos en la normatividad vigente. Durante la etapa de operación, los residuos generados corresponderán principalmente a residuos sólidos urbanos, los cuales serán dispuestos mediante el servicio municipal correspondiente o a través de empresas autorizadas, evitando en todo momento su vertimiento en la vía pública.

ARTÍCULO 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

ARTÍCULO 42.- Los generados 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.

Vinculación: El proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar de uso habitacional, por lo que no se desarrollarán procesos industriales, no habrá almacenamiento de sustancias peligrosas, ni se realizarán actividades que generen residuos clasificados como peligrosos en términos de la legislación aplicable.

2.2.4. Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.

ARTÍCULO 31.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, serán evaluadas por la Secretaría y sujeto a la autorización de ésta, con la participación de los municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos.

ARTÍCULO 32.- Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

- La construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población.

Vinculación: Se presenta este documento para realizar el trámite de autorización correspondiente, ya que el proyecto ocasionará un impacto, para el cual se aplicarán medidas de mitigación, manejo y cuidado del medio ambiente.

ARTÍCULO 95.- Las emisiones contaminantes a la atmósfera 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.

Vinculación: Se llevará a cabo la solicitud a la empresa arrendadora de maquinaria para que proporcione comprobantes de mantenimiento de los vehículos y maquinaria empleados a lo largo del proyecto. Asimismo, se garantizará el cumplimiento estricto de los límites máximos estipulados en las Normas Oficiales Mexicanas y/o técnicas pertinentes. Se prestará especial atención a la programación de estas actividades en horarios que no interfieran con las actividades locales, demostrando así un compromiso consciente con la armonía con el entorno y la comunidad circundante.

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 condiciones establecidas por el Poder Ejecutivo.

Vinculación: Como se mencionó anteriormente, se solicitará a la empresa arrendadora de maquinaria y vehículos comprobantes de mantenimiento periódico, esto con el fin de cumplir con lo dispuesto en el presente artículo.

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 normativa vigente.

Vinculación: Durante el periodo de preparación del sitio y construcción del proyecto, se instalarán letrinas portátiles para uso de los trabajadores, cuyas aguas residuales serán tratadas y dispuestas por la empresa arrendadora del servicio. En la etapa de operación se propone la instalación de un SITAR DLD 14 con capacidad de hasta 5,200 L/día, el cual permitirá la reducción de la carga orgánica previo a su almacenamiento en una fosa séptica hermética sellada para su retiro periódico por empresas autorizadas, evitando infiltraciones directas o descargas a cuerpos receptores.

2.3. Reglamentos.

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

2.3.1.1. 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:

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS 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, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas.
b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil.
c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

Vinculación: En cumplimiento del presente artículo, se presenta este documento, el cual corresponde a una manifestación de impacto ambiental, con el fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en el inciso Q) del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

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

I. Regional
II. Particular

Vinculación: Se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modo particular.

2.3.1.2. En Materia de Prevención y Control de la contaminación de la Atmósfera

ARTÍCULO 28: Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, 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: Se garantizará que los vehículos automotores utilizados en todas las fases del proyecto se mantengan en óptimas condiciones de funcionamiento para evitar emisiones atmosféricas. Esto se logrará mediante un mantenimiento adecuado y continuo, que incluirá verificaciones periódicas para asegurar que los vehículos cumplan con los estándares ambientales establecidos. De igual manera, dichos mantenimientos se realizarán en zonas específicas, como talleres especializados para ello.

2.4. Ley General de Cambio Climático

La presente ley tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano, así como establecer la concurrencia de facultades entre la Federación, las entidades federativas y los municipios para la elaboración y aplicación de políticas públicas en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Bajo este marco normativo, se realiza la vinculación técnica del proyecto denominado ***"CASA ARTHOBBIES"****, localizado en los tablajes catastrales 4945 y 4946 de la localidad de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán.*

Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran.

II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático.

IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático.

VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.

IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan.

Vinculación: El proyecto "CASA ARTHOBBIES" se alinea de manera estricta con los principios descritos, mediante la integración de medidas preventivas, de mitigación y de control ambiental, diseñadas específicamente para evitar la generación de impactos negativos en el entorno costero. Como acción central de conservación, el proyecto destina el 30% de la superficie total del predio como zona de conservación y el 47% como área verde. Estas áreas no solo salvaguardan la integridad del ecosistema local, sino que fungen como un modelo demostrativo para inducir la concientización ambiental entre los habitantes y desarrollos colindantes. Asimismo, en estricto cumplimiento con los principios de prevención y corresponsabilidad, se implementará un Programa de Inducción Ambiental dirigido a los trabajadores, mediante el cual se impartirán capacitaciones técnico-ambientales operativas para normar las conductas adecuadas dentro del predio. Finalmente, el proyecto robustece su desempeño ambiental a través de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y la instalación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, garantizando así el correcto cumplimiento de los preceptos establecidos en la presente Ley.

Artículo 27. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:

I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático.

II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos.

III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático.

Vinculación: Con respecto a los criterios de resiliencia y debido a su ubicación en una franja costera, el proyecto contempla el empleo de técnicas constructivas rigurosas, específicamente diseñadas para resistir fenómenos hidrometeorológicos extremos como los huracanes, los cuales representan eventos recurrentes en la península de Yucatán; esto

con la finalidad de mitigar la vulnerabilidad de la infraestructura y salvaguardar la seguridad del sitio. De igual manera, las obras respetarán estrictamente la línea de playa y la duna costera, reconociendo las dinámicas climáticas actuales asociadas a la erosión. Mediante la implementación de estas buenas prácticas de planeación y diseño espacial, el proyecto evita alterar el flujo de sedimentos y previene la aceleración de los procesos de pérdida de playa, garantizando una adaptación efectiva y la preservación del equilibrio ecológico local.

Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación:

I. La determinación de la vocación natural del suelo.

III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos.

IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación.

X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos.

Vinculación: En estricta concordancia con los criterios de adaptación expuestos, el proyecto contempla acciones contundentes para la preservación de los ecosistemas locales mediante la delimitación de un 30% de la superficie total del predio como zona de conservación, complementado con un 47% destinado a áreas ajardinadas con vegetación nativa. A través de esta distribución espacial, el desarrollo promueve activamente la conectividad ecológica del entorno costero, funcionando como un corredor biológico que previene la fragmentación de hábitats y salvaguarda el libre desplazamiento de las poblaciones de fauna silvestre locales. Asimismo, atendiendo las directrices de protección hídrica y conservación de suelos, el proyecto integrará infraestructura de vanguardia para la gestión del agua, destacando la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales diseñado específicamente para mitigar riesgos de contaminación y garantizar la protección del manto acuífero de la región. Estas obras se complementarán con la adopción de buenas prácticas constructivas de bajo impacto, consolidando una estrategia de desarrollo urbano armónica con la vocación natural del suelo.

Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:

a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

i) Expedir disposiciones jurídicas y elaborar políticas para la construcción de edificaciones sustentables, incluyendo el uso de materiales ecológicos y la eficiencia y sustentabilidad energética.

IV. Reducción de emisiones en el sector residuos:

a) Desarrollar acciones y promover el desarrollo y la instalación de infraestructura para minimizar y valorizar los residuos, así como para reducir y evitar las emisiones de metano provenientes de los residuos sólidos urbanos.

VI. Educación y cambios de patrones de conducta, consumo y producción:

a) Instrumentar programas que creen conciencia del impacto en generación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en patrones de producción y consumo.

d) Desarrollar políticas e instrumentos para promover la mitigación de emisiones directas e indirectas relacionadas con la prestación de servicios públicos, planeación y construcción de viviendas, construcción y operación de edificios públicos y privados, comercios e industrias.

Vinculación: El proyecto "CASA ARTHOBBIES" se vincula de manera directa con las directrices de mitigación de este precepto legal, mediante la planeación de su infraestructura y la proyección de su etapa operativa. En lo relativo a la fracción I, una vez que el desarrollo entre en operación, se fomentará activamente entre los usuarios la transición de energía convencional hacia el uso de fuentes renovables, aprovechando la viabilidad técnica para la instalación de sistemas de paneles solares fotovoltaicos, logrando así una reducción significativa en la huella de carbono asociada al consumo eléctrico tradicional. En atención a la fracción IV, el proyecto incorpora de manera integral el diseño de un Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, complementado con la operación de un sistema de tratamiento de aguas residuales; ambas infraestructuras están orientadas a mitigar desde su origen la generación de emisiones difusas o contaminantes, y a salvaguardar la integridad ecológica del manto acuífero de la región.

Finalmente, respondiendo a lo dispuesto en la fracción VI, se implementará un Programa de Inducción y Capacitación Ambiental dirigido al personal involucrado en la fase de construcción del sitio. Esta medida está diseñada para instrumentar un cambio en los patrones normativos y de conducta de los trabajadores a través de la concientización ambiental, consolidando el correcto cumplimiento y la estricta alineación del proyecto con los objetivos nacionales de mitigación.

2.4.1. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán.

ARTÍCULO 13: Los conjuntos habitacionales, desarrollos inmobiliarios y fraccionamientos deberán tener acceso a los servicios de agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, de acuerdo con los proyectos autorizados por las autoridades competentes.

Vinculación: El proyecto contará con los servicios básicos necesarios para su adecuada operación, se contará con suministro de electricidad por parte de la autoridad competente, suministro de agua potable por medio de pipas autorizadas y sistema autónomo de tratamiento mediante SITAR DLD 14, por lo que se garantiza disponer con los servicios esenciales para su correcto funcionamiento dentro del tiempo estipulado.

ARTÍCULO 15: Las personas físicas o morales que lleven a cabo obras o actividades, establecidas en el artículo 32 de la Ley instrumentarán para la protección y conservación del medio ambiente, las siguientes medidas:

I. La vegetación no forestal derivada de la remoción de suelos en las actividades relacionadas con los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios o actividades de otra índole, deberá ser triturada y dispuesta en los términos del artículo 207 de este Reglamento;

IV. Incorporar sistemas de generación de energía en sitio y de abastecimiento remoto con una capacidad de por lo menos 5% de la energía necesaria para iluminar áreas públicas y vialidades.

ARTÍCULO 134: Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos, por tipo de contaminante o por fuente de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas oficiales mexicanas aplicables.

ARTÍCULO 152: Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmosfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el estado y que utilicen gasolina, diésel biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las normas oficiales vigentes

ARTÍCULO 155: Los vehículos automotores que están registrados en el estado, deberán someterse obligatoriamente a verificación en las fechas que fije la secretaría en los programas que para el efecto publicará.

ARTÍCULO 195: Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún tipo de sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.

ARTÍCULO 207: Para su conservación y aprovechamiento posterior los suelos que se produzcan con motivo de la remoción de la cubierta vegetal, serán dispuestos en los sitios que la Secretaría determine.

ARTÍCULO 209: En los proyectos para la realización de obras en el territorio del Estado, se deberá contemplar el establecimiento de las áreas verdes, cuyo objeto será el de cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y compensar la afectación del área por el desarrollo de la obra o actividad.

Vinculación: Con respecto a los artículos anteriores, la vegetación retirada durante la fase de preparación del sitio será reintegrada al suelo natural del terreno. Se promoverá el uso de materiales y accesorios que minimicen los impactos ambientales, y toda esta información será comunicada a la empresa constructora. Todos los vehículos utilizados en las etapas de preparación y construcción deberán contar con un certificado de verificación vehicular vigente. Se contratará a una empresa especializada en el servicio de alquiler de sanitarios portátiles, la cual será responsable de tratar las aguas residuales generadas durante las fases de preparación del sitio y construcción. En la etapa operativa del

proyecto, el tratamiento de las aguas residuales se llevará a cabo mediante un SITAR DLD 14, con capacidad de hasta 5,200 L/día, cuyo tratamiento permitirá obtener un efluente que cumple con los requisitos de la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descargas, o de la NOM-003-SEMARNAT-1997 en caso de reúso. Por lo anterior, el proyecto no pone en riesgo la calidad del subsuelo en ningún momento. El diseño del proyecto contempla la reforestación de áreas de conservación con el objetivo de continuar generando oxígeno y preservar las condiciones climáticas de la zona.

2.5. **Normas Oficiales Mexicanas:**

2.5.1. En materia de Aguas Residuales.

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Vinculación: Durante las fases de preparación del sitio y construcción, se implementarán letrinas portátiles para los trabajadores. Las aguas sanitarias resultantes de estas actividades serán recolectadas y tratadas por la empresa proveedora del servicio de arrendamiento de las letrinas, garantizando que no se ocasionen impactos en el agua subterránea durante estas etapas. Para el tratamiento de las aguas residuales generadas durante la operación, se propone la instalación de un SITAR DLD 14, con capacidad de hasta 5,200 L/día, el cual realizará la degradación anaerobia de la materia orgánica, reduciendo significativamente la carga contaminante. Este equipo funciona mediante un biorreactor compacto de dos módulos, que realiza el tratamiento en cuatro etapas, empleando un inóculo especializado conocido como BIODLD®, junto con sedimentadores de alta tasa patentados. Asimismo, el sistema integra un módulo de cloración, lo que permite obtener un efluente que cumple con los requisitos establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descargas, o con la NOM-003-SEMARNAT-1997 en caso de reúso.

2.5.2. En materia de Emisiones a la Atmósfera

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

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: Las camionetas utilizadas durante la obra estarán equipadas con el tarjetón de verificación vehicular correspondiente, con el propósito de evaluar y controlar las emisiones de gases contaminantes. Si bien esta norma no es aplicable a la maquinaria utilizada en la obra, se verificará que esta reciba mantenimiento periódico.

Asimismo, los camiones de volteo y la maquinaria empleados durante las actividades de construcción deberán someterse a mantenimiento preventivo y periódico, a fin de evitar problemas como desajustes en el sistema de alimentación de combustible del motor, entre otros, y con ello prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

2.5.3. En materia de Ruido.

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: Es importante mencionar que se deberá cumplir cuando menos con la Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993 relativa a la determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo, así también se considera que los niveles de ruido no rebasarán los límites máximos permisibles (68 dB(A) de las 6:00 a 22:00, 65 dB(A) de las 22:00 a 6:00) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los Límites Máximos Permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

2.5.4. En materia de Recursos Naturales

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.

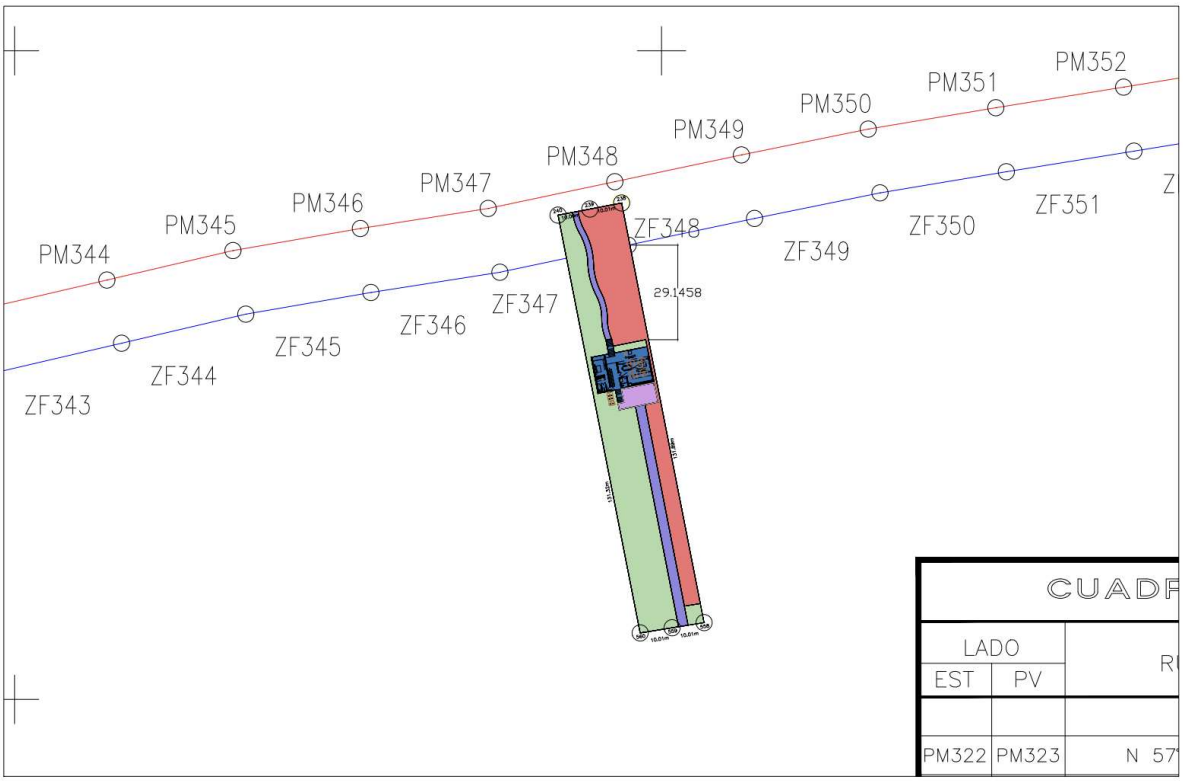
Vinculación: Durante los muestreos a zonas aledañas del predio se registraron especies pertenecientes a esta norma, tal como se demuestra en el capítulo III del presente documento. Por lo que se buscará la permanencia de estos individuos de la especie deberán garantizarse mediante su conservación in situ o, en su caso, mediante acciones de rescate y reubicación autorizadas, aspecto que se retomará en los capítulos de medidas de prevención y mitigación.

2.5.5. En materia de Zona Federal Marítimo Terrestre y ordenamiento cartográfico.

NOM-146-SEMARNAT-2005. Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y método que deberán observar los interesados en usar, aprovechar o explotar la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar para la elaboración de planos que permitan la ubicación cartográfica de la zona que se solicita en concesión en los casos previstos por la Ley General de Bienes Nacionales en todo el territorio nacional a excepción de la fracción II del artículo 119, para el cumplimiento del requisito señalado en el artículo 26 fracción II del Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar y será aplicable a los interesados en conocer la ubicación o colindancia de un predio en Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Vinculación: El proyecto "CASA ARTHOBBIES", ubicado en los tablajes catastrales 4945 y 4946, perteneciente a la localidad de Puerto de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán, da cumplimiento a lo establecido en la presente Norma, así como al requerimiento formulado por la autoridad ambiental, con la finalidad de subsanar las observaciones

relacionadas con la ubicación cartográfica del proyecto. En este sentido, se respetará la distancia correspondiente a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), manteniendo la totalidad de la zona norte del predio como área de conservación. Por lo anterior, la superficie destinada a la construcción se localizará fuera de la ZOFEMAT, evitando la ocupación o afectación de dicha zona. De esta manera, las obras contempladas para el proyecto se desarrollarán exclusivamente dentro de la superficie destinada para tal efecto y en estricto apego a la delimitación establecida, sin invadir la Zona Federal Marítimo Terrestre.



2.6. **Decretos de áreas naturales protegidas**

No aplica, en la zona del proyecto no existe

2.7. Programas y Planes de Desarrollo Urbano

El proyecto “CASA ARTHOBBIES”, consistente en una casa habitacional ubicada en los tablajes catastrales 4945 y 4946, perteneciente a la localidad de Puerto de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán, se vincula de manera congruente con los instrumentos de planeación analizados, toda vez que corresponde a una obra puntual de uso habitacional, sin contemplar la creación de un nuevo centro de población, fraccionamiento, desarrollo inmobiliario extensivo o infraestructura de gran escala. En este sentido, su ejecución se considera como una acción de ocupación habitacional individual que, al sujetarse a las autorizaciones correspondientes y a las medidas de prevención y manejo ambiental aplicables, puede integrarse de manera compatible con el desarrollo ordenado del municipio.

En relación con el Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Hunucmá 2024-2027, se advierte que dicho instrumento fue aprobado como guía de planeación municipal para el periodo constitucional correspondiente, estableciendo las bases para orientar las acciones públicas y el desarrollo del municipio. El Plan señala que la planeación municipal tiene como finalidad prever acciones y recursos para el desarrollo económico y social, procurar un desarrollo urbano equilibrado de los centros de población, promover la conservación del medio ambiente, impulsar el desarrollo armónico de la comunidad y favorecer el desarrollo de las localidades que integran el municipio.

Bajo esta perspectiva, el proyecto “CASA ARTHOBBIES” resulta compatible con dichos planteamientos, debido a que se ubica dentro del territorio municipal de Hunucmá y corresponde a una vivienda de escala reducida, cuya ejecución no implica modificaciones sustanciales a la estructura urbana ni genera presiones territoriales equiparables a las derivadas de proyectos de desarrollo urbano de gran magnitud.

Asimismo, el Plan Municipal establece, dentro de su filosofía administrativa, la búsqueda de un desarrollo humano sustentable y competitivo, acompañado de servicios públicos de calidad, infraestructura funcional y un crecimiento sustentable del territorio. De igual manera, contempla como objetivo el ordenamiento del territorio municipal, la generación de condiciones que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo, la preservación del entorno natural y el establecimiento de áreas aptas para el desarrollo urbano, procurando un crecimiento ordenado de la población y de las actividades económicas.

En este sentido, “CASA ARTHOBBIES” se vincula favorablemente con los principios y objetivos señalados en el Plan Municipal, en virtud de que contempla una ocupación habitacional puntual y delimitada dentro del predio, procurando reducir la afectación al entorno mediante la implementación de medidas de prevención y manejo ambiental durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Asimismo, el proyecto deberá ejecutarse dentro de los límites del predio y sin afectar vialidades, infraestructura pública, áreas naturales colindantes o servicios municipales, contribuyendo a que la ocupación del territorio se realice de manera ordenada y compatible con las condiciones ambientales y urbanas existentes.

- **Eje municipal denominado “Hunucmá con Infraestructura Ordenada y Funcional”**

De igual forma, el proyecto guarda relación con el eje municipal denominado “Hunucmá con Infraestructura Ordenada y Funcional”, cuyo programa se orienta a mejorar y mantener la infraestructura urbana y los servicios públicos. Al tratarse de una casa habitación, el proyecto no constituye una carga urbana significativa; no obstante, deberá procurar una adecuada conexión o solución para los servicios básicos que requiera, así como evitar afectaciones al espacio público, al tránsito local y a la infraestructura existente. Durante la etapa constructiva deberá mantenerse el orden del frente de obra, evitar la acumulación de materiales en vía pública y retirar de manera oportuna los residuos generados, de forma congruente con las acciones municipales relacionadas con servicios públicos, limpieza, recolección de basura, mantenimiento de áreas verdes y atención de infraestructura urbana.

- **Eje “Hunucmá Sustentable y al Rescate del Medio Ambiente”**

En materia ambiental, el proyecto también se vincula con el eje “Hunucmá Sustentable y al Rescate del Medio Ambiente”, cuyo objetivo se orienta a promover prácticas sustentables y contribuir a la protección del medio ambiente. Para dar cumplimiento a esta orientación municipal, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se deberán implementar medidas para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y residuos derivados de la construcción, evitar la disposición inadecuada de residuos, controlar la generación de polvos y emisiones de ruido, así como promover el uso responsable del agua. Asimismo, se contempla la conservación de las áreas libres dentro del predio y, en su caso, la incorporación de vegetación compatible con las condiciones ambientales del sitio. Estas acciones permiten vincular el proyecto con las políticas municipales relacionadas con la sustentabilidad, la gestión adecuada de residuos y la protección del entorno.

Por otra parte, en cuanto al Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024-2030, el proyecto se relaciona principalmente con la directriz relativa al bienestar social y con las acciones orientadas a promover una vivienda económica y digna, en las cuales se plantea favorecer el acceso a viviendas adecuadas, funcionales y sostenibles, considerando las condiciones particulares de cada localidad. Si bien “CASA ARTHOBBIES” corresponde a una vivienda particular y no a un programa público de vivienda, su naturaleza habitacional resulta compatible con la visión estatal de promover espacios habitables y funcionales para la población, siempre que su diseño y ejecución consideren condiciones adecuadas de seguridad, salubridad, funcionalidad, eficiencia en el uso de los recursos y adecuada integración con el entorno de Puerto de Sisal.

El Plan Estatal también establece objetivos relacionados con el acceso a servicios básicos de la vivienda, aspecto que resulta aplicable al proyecto en la medida en que la vivienda deberá contar con soluciones adecuadas para el abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica y manejo sanitario de las aguas residuales. En consecuencia, durante la operación del proyecto se deberán evitar descargas directas de aguas residuales al suelo o al ambiente, así como implementar instalaciones hidrosanitarias eficientes y garantizar que los servicios requeridos sean atendidos mediante infraestructura autorizada o sistemas adecuados a las condiciones del sitio.

Finalmente, el proyecto se vincula con la directriz estatal relacionada con el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, mediante la cual se promueve la implementación de instrumentos de planeación que permitan equilibrar el crecimiento de los asentamientos humanos con la conservación del medio ambiente, así como favorecer modelos urbanos funcionales y sostenibles, con servicios básicos adecuados y criterios que eviten la

expansión descontrolada. En este sentido, “CASA ARTHOBBIES”, al tratarse de una vivienda individual ubicada dentro del municipio de Hunucmá, no constituye por sí misma un proceso de expansión urbana de gran escala. No obstante, su compatibilidad se encuentra condicionada a que su ejecución se realice dentro de los límites del predio, respetando la normatividad aplicable, sin inducir ocupaciones irregulares y mediante la implementación de medidas de prevención y mitigación que permitan reducir los posibles impactos ambientales.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto “CASA ARTHOBBIES” presenta congruencia con los instrumentos de planeación analizados, toda vez que su uso habitacional se relaciona con los objetivos de vivienda adecuada, desarrollo urbano ordenado, infraestructura funcional, prestación de servicios básicos y protección ambiental previstos tanto en la planeación municipal de Hunucmá como en el Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024-2030. Su ejecución deberá sujetarse a las autorizaciones correspondientes y a la implementación de las medidas preventivas, de mitigación y de manejo ambiental aplicables, con el propósito de favorecer un desarrollo habitacional ordenado y compatible con las condiciones ambientales y territoriales de Puerto de Sisal.

2.8. **Localidades con población indígena.**

Se informa que el proyecto se localiza en un predio de propiedad privada ubicado en el municipio de Hunucmá, Yucatán, aproximadamente a 5 km de la localidad de Sisal, la cual constituye la población más cercana al sitio de intervención. En cumplimiento del presente requerimiento, se realizó una consulta formal en el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, instrumentado por el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), utilizando su plataforma digital oficial. Como resultado de dicha consulta, se confirmó que la comunidad de Sisal se encuentra formalmente registrada como una comunidad perteneciente al Pueblo Indígena Maya. A continuación, se presentan los datos generales y registrales obtenidos de la cédula oficial del INPI, mismos que sirven de sustento para el presente estudio.

Derivado de la consulta efectuada al Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), se confirmó que la localidad de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán, se encuentra registrada como una comunidad perteneciente al Pueblo Indígena Maya.

No obstante, el proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar que se desarrollará sobre un predio de propiedad privada, ubicado aproximadamente a 5 km de la localidad de Sisal, por lo que el sitio de intervención se encuentra fuera del núcleo poblacional de la comunidad indígena**.**



Ubicación del predio a la comunidad de Sisal

Asimismo, las actividades contempladas para el desarrollo del proyecto se restringen exclusivamente al predio donde se llevará a cabo la obra, sin contemplar la ocupación de tierras de uso común o de propiedad social, la modificación de la organización comunitaria, el desplazamiento de población, la restricción al acceso a recursos naturales utilizados por la comunidad, ni la afectación de derechos colectivos, culturales o territoriales de la comunidad indígena de Sisal.

En ese sentido, considerando las características, ubicación y alcance del proyecto, no se prevén afectaciones directas a la comunidad indígena registrada, por lo que no se identifican elementos que hagan necesaria la presentación de resultados y acuerdos derivados de un proceso de consulta indígena.

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

El presente capítulo describe la región ecológica en la que se inserta el predio del proyecto, localizado en la franja litoral del puerto de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán. La caracterización integra la delimitación del Sistema Ambiental (SA) y del Área de Influencia (AI), el análisis de los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, la descripción del medio abiótico (clima, precipitación, temperatura, fisiografía, geomorfología, geología, edafología e hidrología) y la identificación de la vegetación y el uso de suelo del entorno, con base en la cartografía oficial disponible (INEGI, CONABIO, POETCY y POETY).

3.1 Delimitación y descripción del Sistema Ambiental y Área de Influencia

El Sistema Ambiental (SA) y el Área de Influencia (AI) se delimitaron mediante circunferencias geodésicas trazadas desde el centroide del polígono del Área del Proyecto (AP). El centroide de referencia se ubica en 21.156891° N y 90.086172° O (WGS84). El AI corresponde a un radio de 2 km y el SA a un radio de 4 km. Esta delimitación integra el predio, su entorno inmediato y el contexto ecológico costero y terrestre en el que pueden expresarse relaciones de conectividad, presión antrópica, continuidad de hábitat y procesos ambientales regionales.

El área de estudio se localiza en la barra costera del puerto de Sisal, aproximadamente 6 km al poniente de dicha localidad, en el municipio de Hunucmá, Yucatán. El predio se inserta en una planicie litoral de relieve bajo, sometida a la influencia del Golfo de México y a las condiciones físicas propias de la franja costera: sustratos arenosos y calcáreos, salinidad, exposición solar intensa y vientos dominantes del norte y del este. La configuración del sitio responde a la interacción entre la playa, la duna costera, la ciénaga y los humedales que se desarrollan tierra adentro, en el corredor litoral que comunica a Sisal con la Reserva Estatal El Palmar.

El Área de Influencia (AI), delimitada con un radio de 2 km desde el centroide del AP, comprende el espacio próximo en el que se manifiestan las relaciones directas entre el proyecto y su entorno. En esta escala se reconocen la franja de playa y duna costera, el camino costero, predios con distintos grados de intervención y una amplia superficie de manglar y humedales. Por su parte, el Sistema Ambiental (SA), trazado con un radio de 4 km, permite integrar una lectura territorial más amplia de los componentes litorales, la continuidad de los hábitats y las presiones derivadas de la ocupación del suelo en el corredor costero de Sisal. La caracterización ambiental se plantea como una línea base para identificar el

estado actual del paisaje y los elementos que pueden condicionar la viabilidad ecológica del proyecto.



Figura 3.1. Localización del predio del proyecto en la costa noroeste de Yucatán, municipio de Hunucmá.

La superficie del Área del Proyecto es de 2,625.19 m^2 (0.26 ha), con un perímetro de 301.76 m. El polígono corresponde a una franja alargada con orientación general norte a sur, cuyos vértices se presentan en la Tabla 3.1. Las coordenadas UTM se refieren a la zona 16 norte, datum WGS84, conforme a la cartografía oficial del estado de Yucatán.

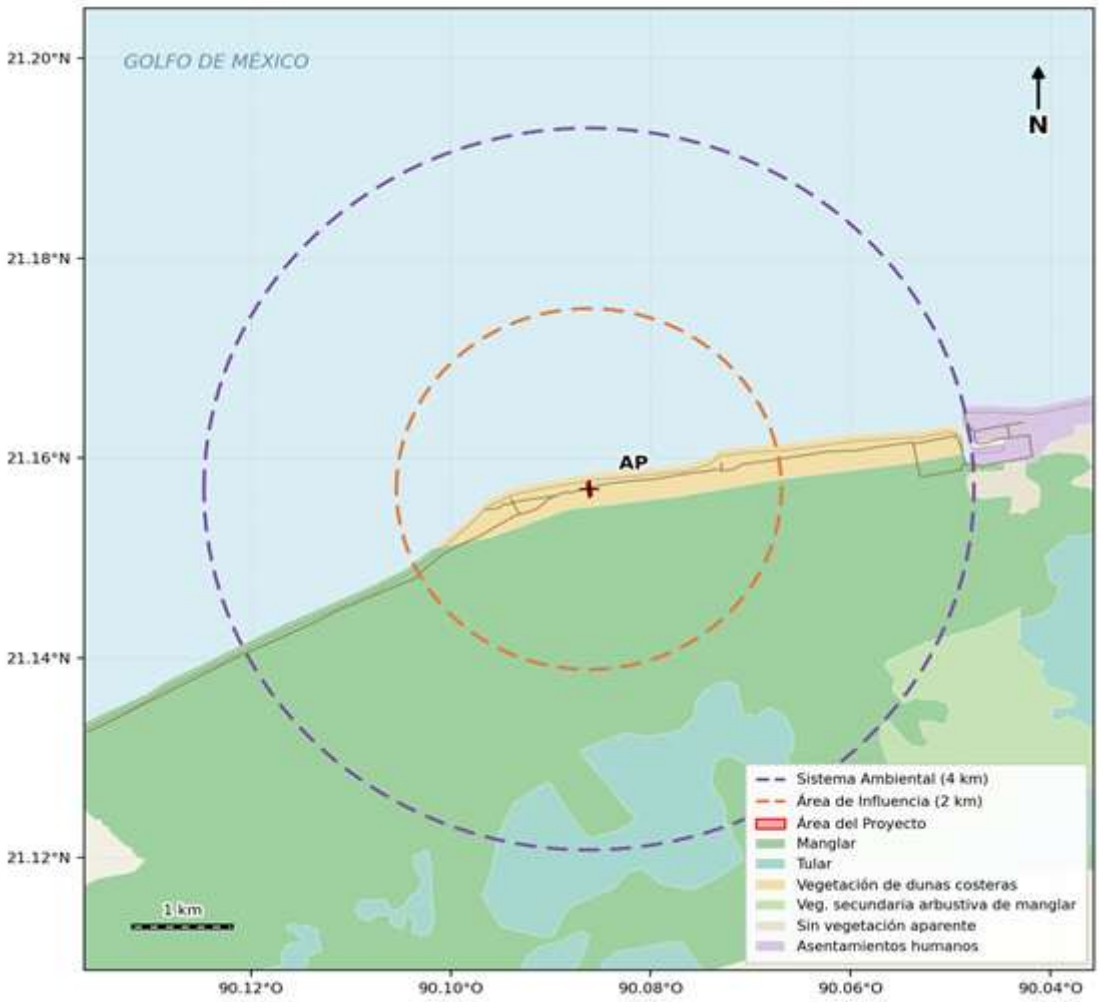


Figura 3.2. Delimitación del polígono de estudio, Área de Influencia (radio de 2 km) y Sistema Ambiental (radio de 4 km) a partir del centroide del Área del Proyecto.

Tabla 3.1. Cuadro de coordenadas de los vértices del Área del Proyecto.

Vértice	Latitud (°N)	Longitud (°O)	X UTM 16Q (m)	Y UTM 16Q (m)
V1	21.15629627	90.08615498	179,479.26	2,342,563.10
V2	21.15632072	90.08596425	179,499.14	2,342,565.42
V3	21.15749217	90.08619100	179,478.10	2,342,695.67
V4	21.15744890	90.08638001	179,458.36	2,342,691.26

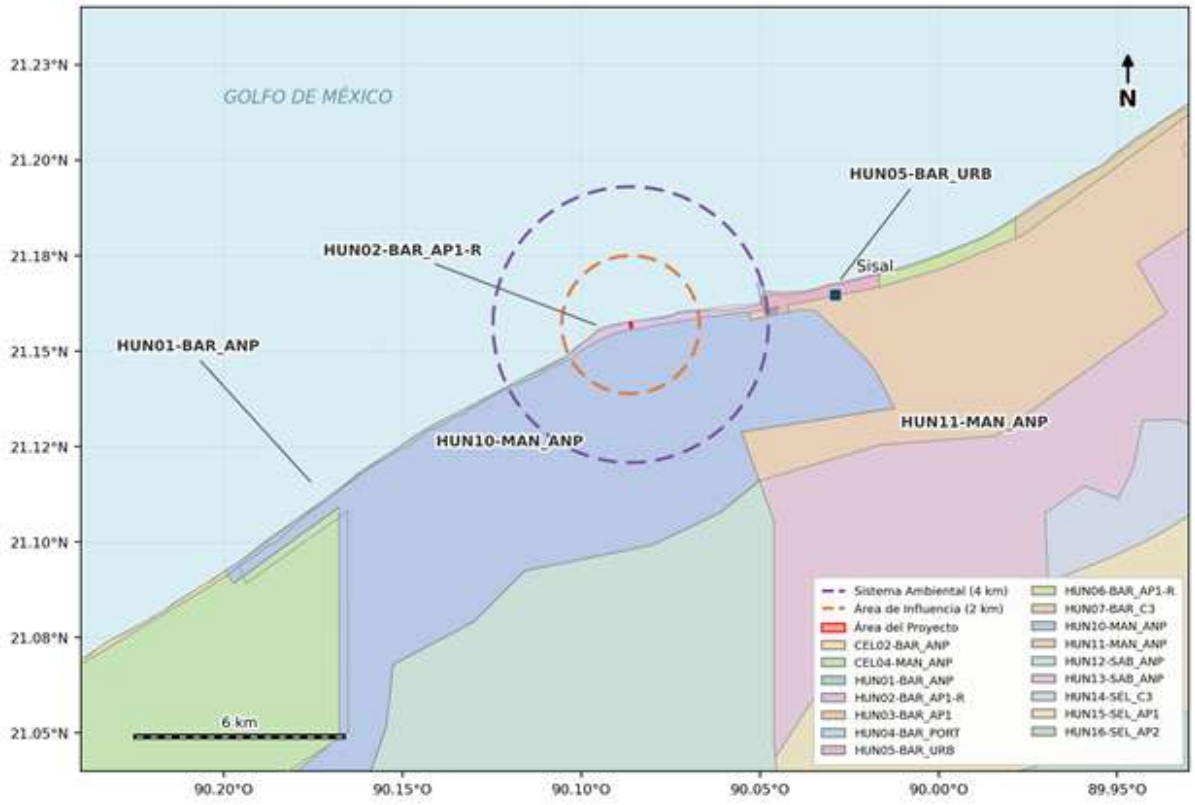


Figura 3.3. Ubicación del Área del Proyecto dentro de la UGA HUN02-BAR_AP1-R del POETCY y unidades de gestión ambiental del entorno.

En el entorno inmediato del SA convergen unidades de gestión con vocaciones contrastantes: hacia el oriente se ubican la UGA portuaria HUN04-BAR_PORT (puerto de abrigo de Sisal) y la UGA urbana HUN05-BAR_URB (asentamiento de Sisal), mientras que hacia el poniente y el sur se extienden las UGA HUN01-BAR_ANP y HUN10-MAN_ANP, asociadas a la barra y a los manglares comprendidos dentro de Área Natural Protegida. Esta disposición expresa la condición de transición del sitio, entre espacios con ocupación humana consolidada y ambientes naturales sujetos a protección.

De manera complementaria, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023) ubica el predio en la UGA066-APROV-HUN, con política de aprovechamiento sustentable. En esta unidad los asentamientos humanos y la infraestructura se encuentran condicionados al cumplimiento de criterios específicos, mientras que el turismo de naturaleza y el turismo de sol y playa se consideran compatibles. La unidad se caracteriza por una cubierta dominada por duna costera (78.5 % de su superficie) y manglar (19.3 %), con presencia de sitio Ramsar, alta exposición a ciclones tropicales (94.2 % de su territorio) y peligro de inundación en cerca del 39.6 % de su superficie, condiciones

que refuerzan la necesidad de un desarrollo de baja intensidad y ambientalmente integrado.

Respecto a las Áreas Naturales Protegidas, el Área del Proyecto no se ubica dentro de ninguna poligonal de ANP conforme al POETCY y al POETY 2023. No obstante, el predio colinda con el límite nororiental de la Reserva Estatal El Palmar, sitio Ramsar de relevancia internacional, cuya poligonal se localiza a menos de 200 m del polígono conforme a la cartografía estatal de referencia, de modo que el Sistema Ambiental incluye porciones de dicha reserva.

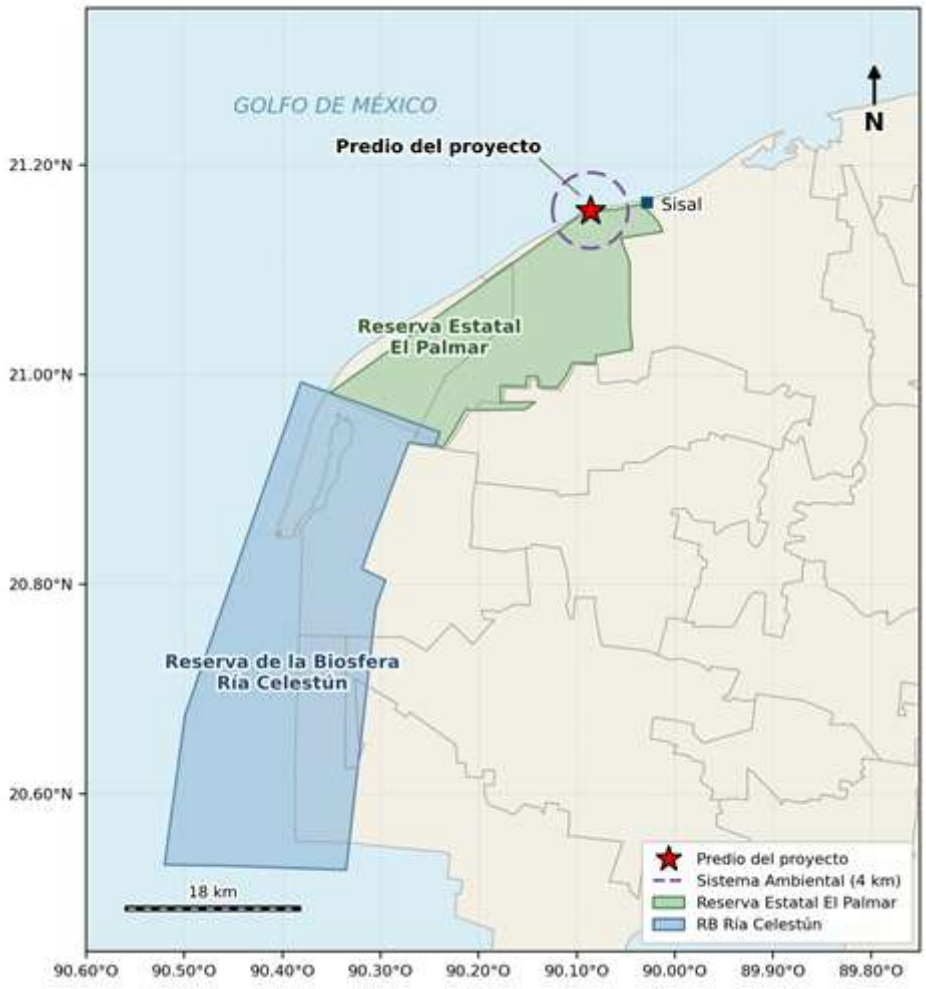


Figura 3.4. Áreas Naturales Protegidas del entorno regional del predio: Reserva Estatal El Palmar y Reserva de la Biosfera Ría Celestún.

3.3 Caracterización del medio abiótico

La caracterización del medio abiótico se elaboró a partir de la cartografía temática oficial (INEGI, CONABIO, CONAGUA y ordenamientos estatales), mediante la intersección del polígono del proyecto y del Sistema Ambiental con las capas de

clima, precipitación, temperatura, fisiografía, geomorfología, geología, edafología, hidrología y humedales.

3.3.1 Clima

De acuerdo con la carta de tipos de clima (clasificación de Köppen modificada por García), el Área del Proyecto se ubica en el clima BS1(h')w, semiárido cálido, con temperatura media anual mayor de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C, régimen de lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 y 10.2 % del total anual. Este clima caracteriza a la franja litoral del noroeste de Yucatán, la porción más seca del estado, como resultado del efecto de sombra pluviométrica de la plataforma peninsular y de la influencia marina. Hacia el poniente del Sistema Ambiental se presenta la variante árida BSo(h')(x'), con lluvias repartidas a lo largo del año, lo que confirma el gradiente de aridez que se acentúa hacia la costa occidental.

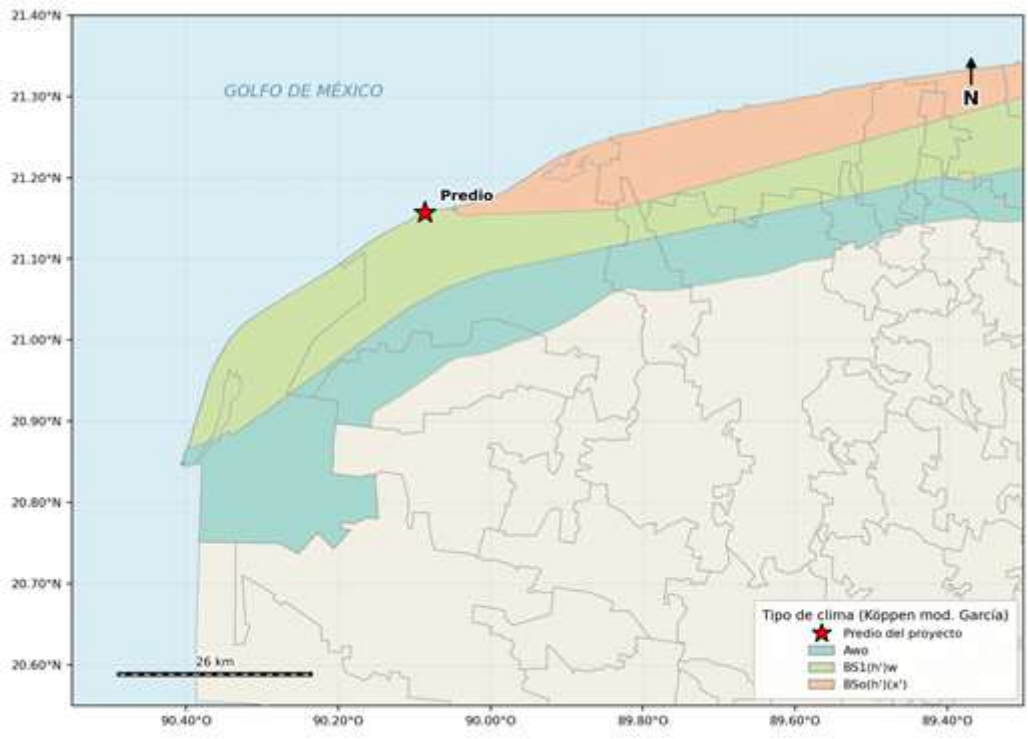


Figura 3.5. Tipos de clima en la región del predio del proyecto.

3.3.2 Precipitación, temperatura y evaporación

La precipitación media anual en el sitio se ubica en el rango de 400 a 600 mm, el más bajo del estado, mientras que las isoyetas de precipitación total anual indican valores de 600 a 700 mm para la franja costera de Sisal. Las lluvias se concentran entre junio y octubre, con una canícula intraestival en julio y agosto, y un periodo seco prolongado de noviembre a mayo. La evapotranspiración real anual es de

400 a 500 mm, y la insolación regional alcanza de 2,200 a 2,600 horas de sol al año, condiciones que determinan un balance hídrico deficitario durante la mayor parte del año.

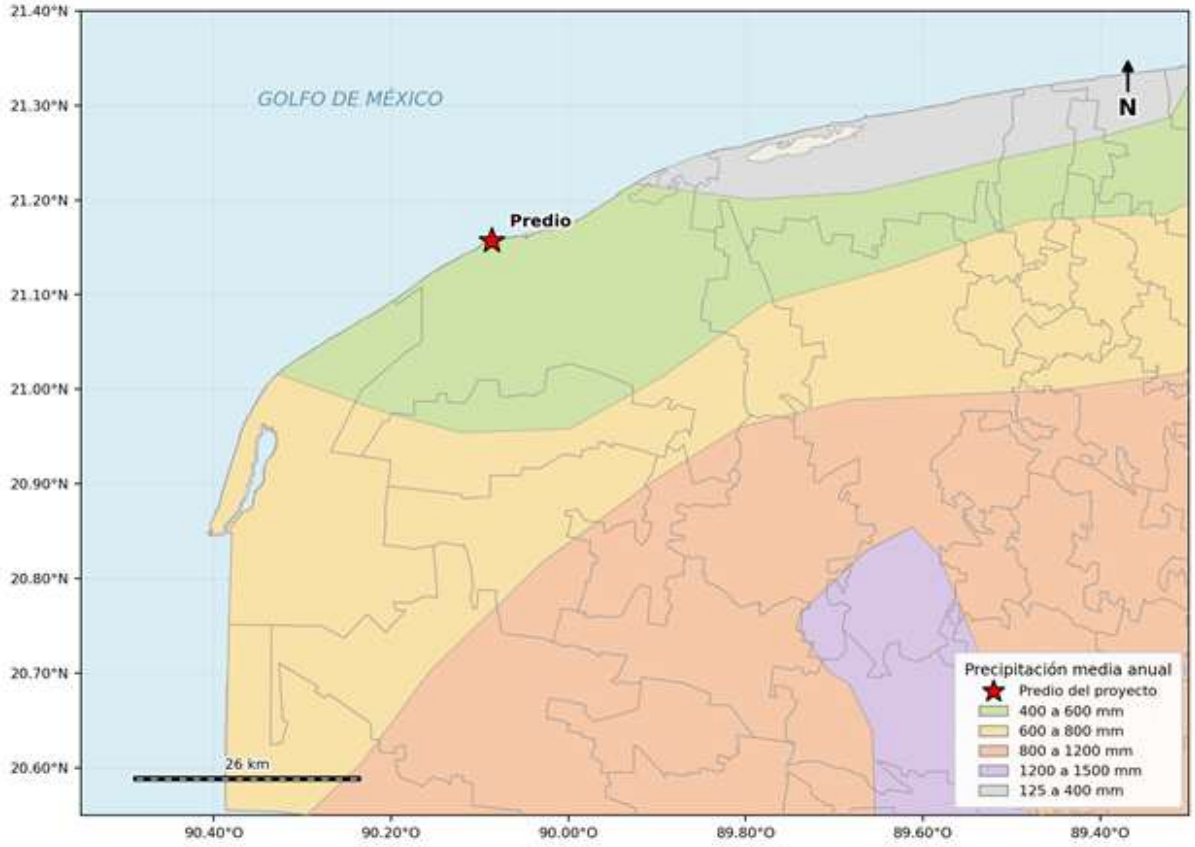


Figura 3.6. Precipitación media anual en la región del predio del proyecto.

La temperatura media anual en la franja costera es de 25 a 26 °C conforme a las isotermas medias anuales. Los meses más cálidos son mayo y junio, previos al establecimiento pleno de las lluvias, y los más frescos diciembre y enero, asociados a la llegada de masas de aire polar (nortes). La brisa marina modera las temperaturas máximas respecto del interior del estado.

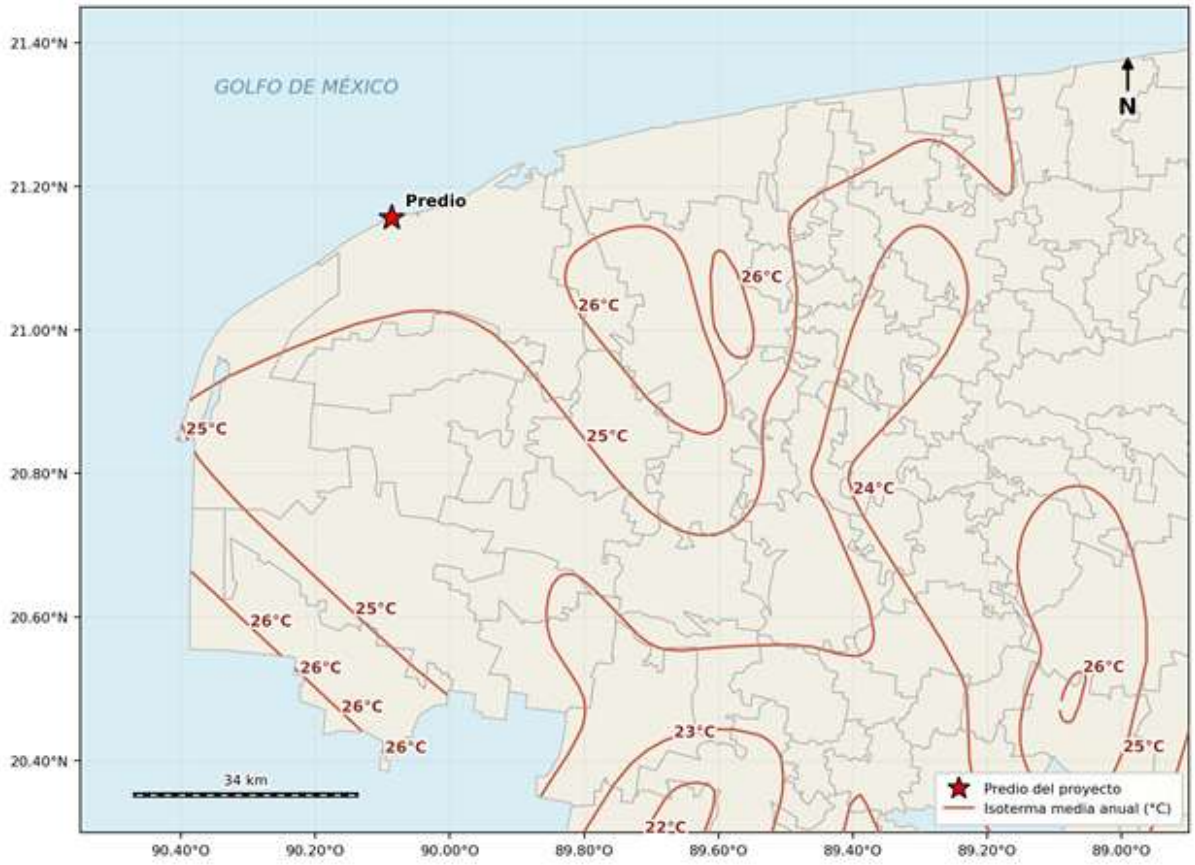


Figura 3.7. Isotermas medias anuales en la región del predio del proyecto.

3.3.3 Fenómenos hidrometeorológicos extremos

La costa noroeste de Yucatán se encuentra expuesta de manera recurrente a fenómenos hidrometeorológicos extremos. Los registros históricos de trayectorias ciclónicas indican el paso de los huracanes Gilberto (1988) y Opal (1995) por el entorno inmediato del sitio, y de manera regional la península registra la influencia periódica de tormentas tropicales y huracanes que generan marea de tormenta, oleaje de gran altura, erosión de playas e inundaciones en la planicie costera. Conforme al POETY 2023, el 94.2 % de la superficie de la UGA en la que se inserta el predio presenta riesgo por ciclones tropicales y el 39.6 % presenta peligro de inundación. Durante el invierno, los frentes fríos (nortes) generan vientos intensos y sobreelevación del nivel del mar, procesos que modelan la línea de costa y la duna. Estas condiciones deben considerarse en el diseño de cualquier obra sobre la barra costera.

3.3.4 Fisiografía y geomorfología

El sitio pertenece a la provincia fisiográfica Península de Yucatán (Carso Yucateco), caracterizada por una plataforma calcárea de relieve plano con altitudes menores de 10 m en su porción costera. A escala regional, el predio se localiza en una planicie de acumulación marina y fluviomarina del Holoceno. La

cartografía geomorfológica de detalle ubica el polígono sobre la unidad de playa acumulativa del sistema de planicie marina, en contacto con el cordón litoral bien drenado; hacia el sur se desarrollan superficies de acumulación temporal de material mineral ocupadas por manglar, blanquizales y vegetación halófita, correspondientes a la planicie fluviomarina de la ciénaga. Esta configuración de barra arenosa, ciénaga y planicie inundable es característica del litoral norte de Yucatán y determina la dinámica de sedimentos, la circulación del agua y la distribución de la vegetación.

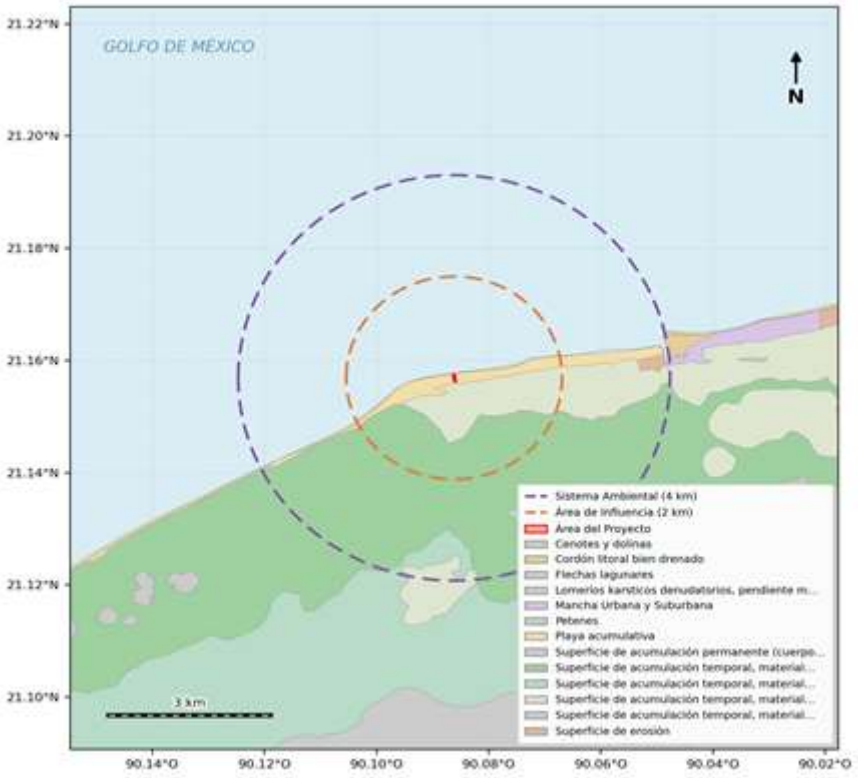


Figura 3.8. Unidades geomorfológicas del Sistema Ambiental del predio del proyecto.

3.3.5 Geología

El área de estudio se ubica sobre depósitos del Cuaternario reciente (Holoceno), constituidos por sedimentos calcáreos no consolidados de origen marino: arenas biogénicas formadas por fragmentos de conchas, corales y algas calcáreas, acumuladas por el oleaje y el viento sobre la plataforma carbonatada de la península. Desde el punto de vista hidrogeológico, estos materiales corresponden a terrazas marinas, gravas y arenas del Pleistoceno y reciente, de permeabilidad alta, que favorecen la infiltración directa del agua de lluvia y el intercambio entre el acuífero costero y el mar. La ausencia de rocas consolidadas en superficie y el carácter transmisivo del sustrato explican la inexistencia de escurrimientos superficiales y la sensibilidad del acuífero ante fuentes de contaminación.

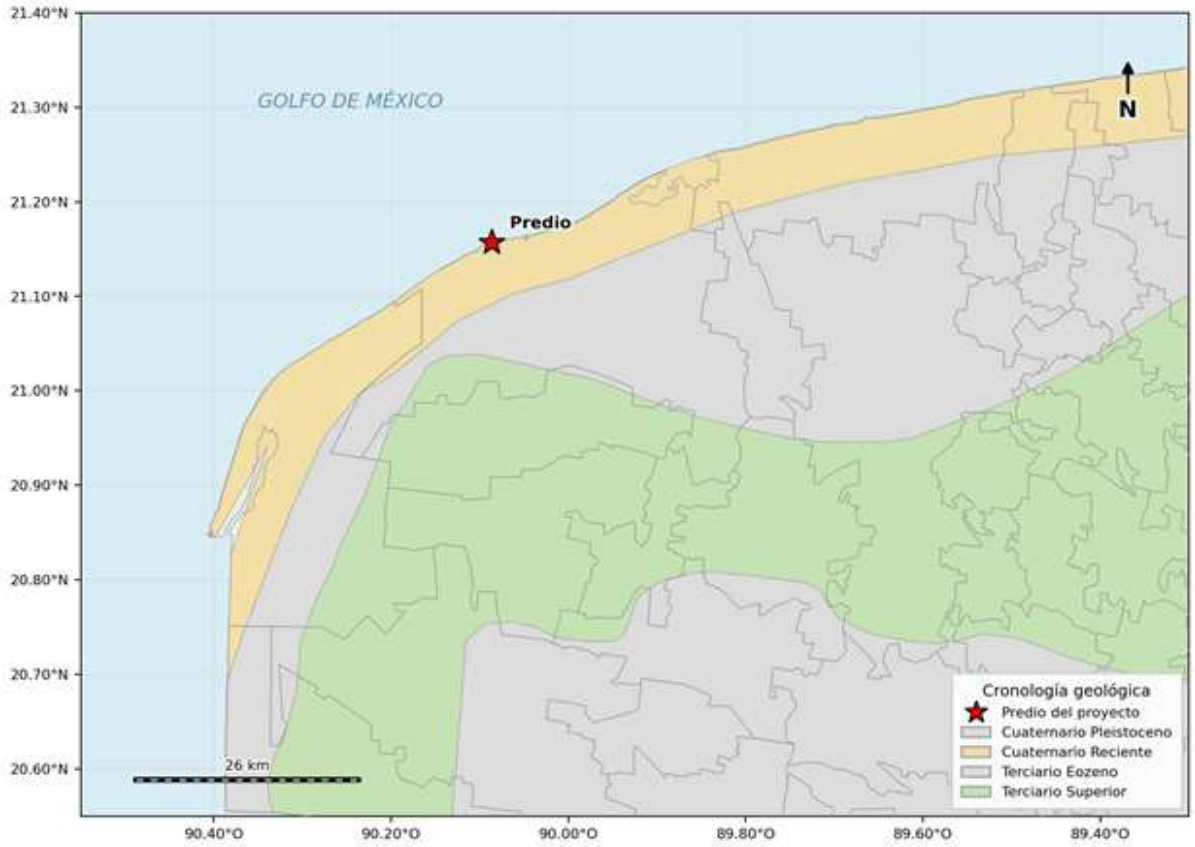


Figura 3.9. Cronología geológica de la región del predio del proyecto.

3.3.6 Edafología

De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, en el Área del Proyecto se presentan dos unidades de suelo: Regosol calcárico de textura gruesa, que ocupa el 90.2 % del polígono y corresponde a los suelos arenosos, someros y poco desarrollados de la duna costera, y Solonchak órtico, presente en el 9.8 % del predio hacia su extremo sur, en la transición a la ciénaga, caracterizado por su elevado contenido de sales solubles. En el conjunto del Sistema Ambiental dominan el Solonchak órtico (1,754.7 ha dentro del SA), asociado a las planicies salinas de la ciénaga, y el Histosol éutrico (479.3 ha), propio de los suelos orgánicos del manglar; el Regosol calcárico (82.8 ha) se restringe a la barra costera y el Gleysol mólico (11.3 ha) a depresiones inundables. Se trata de suelos calcáreos, con drenaje contrastante entre la barra (excesivo) y la ciénaga (deficiente), alta salinidad y baja aptitud agrícola, cuya principal función es el soporte de la vegetación costera y de humedal.

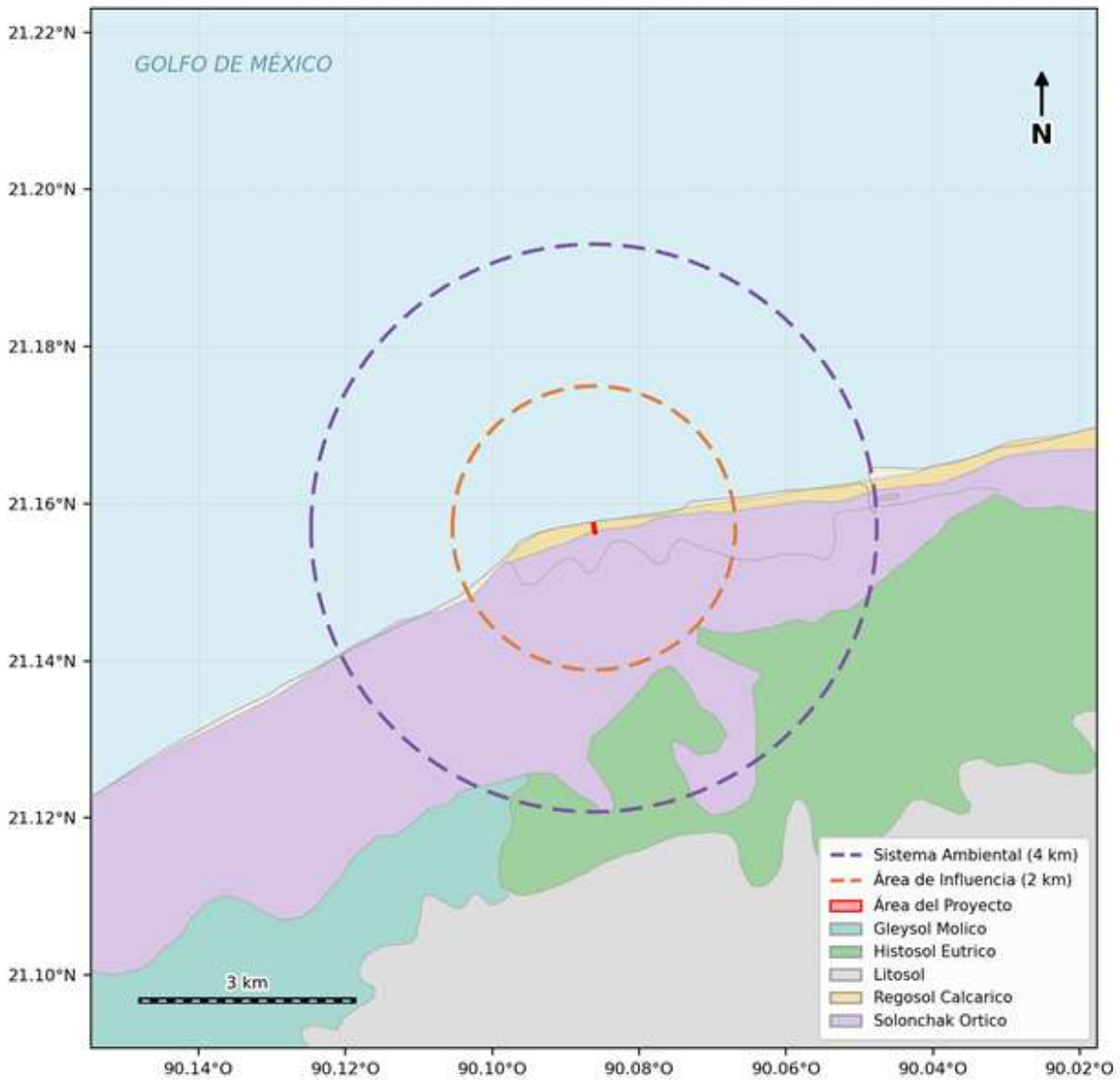


Figura 3.10. Unidades edafológicas del Sistema Ambiental del predio del proyecto.

3.3.7 Hidrología superficial y subterránea

El sitio se ubica en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte, cuenca Yucatán, que carece de corrientes superficiales permanentes debido a la naturaleza cárstica y altamente permeable del sustrato. El drenaje se realiza de manera subterránea, con un flujo regional del acuífero hacia la costa, donde descarga en la ciénaga y en la zona marina adyacente. La zona pertenece a las regiones geohidrológicas costeras, con un acuífero libre, somero y en contacto con la intrusión salina, sujeto a veda rígida para nuevos aprovechamientos y con vulnerabilidad alta a la contaminación (el POETY 2023 reporta vulnerabilidad alta del acuífero en el 65.3 % de la UGA). El componente hidrológico superficial del Sistema Ambiental está representado por los humedales costeros: la cartografía de humedales registra dentro del SA 1,268.9 ha de manglar intermareal marino, 342.6 ha de vegetación

acuática estuarina, 268.7 ha de manglar muerto en sucesión, 171.0 ha de vegetación emergente, 18.5 ha de petenes y 4.4 ha de llanura costera inundable, además de 2,150.9 ha de vegetación acuática submareal (pastos marinos) en la porción marina. Estos sistemas regulan los flujos de agua entre el acuífero, la ciénaga y el mar, y constituyen los elementos ambientales más sensibles del entorno.

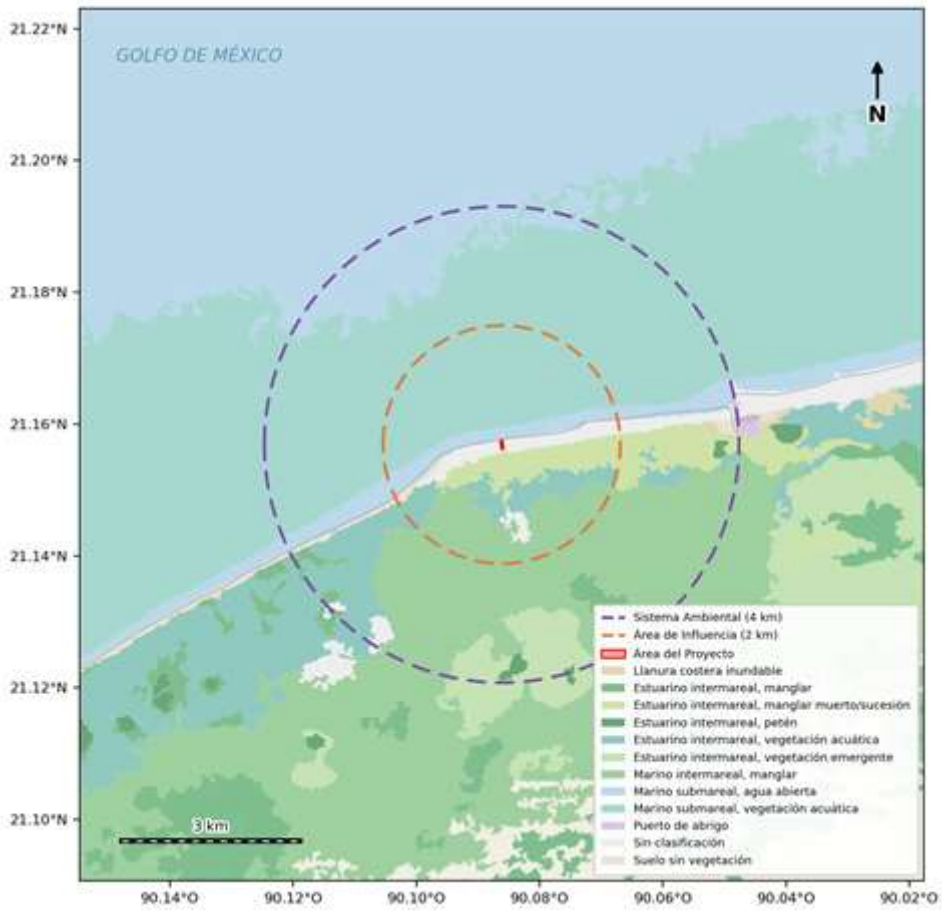


Figura 3.11. Humedales y ambientes acuáticos del Sistema Ambiental del predio del proyecto.

Tabla 3.3. Síntesis de la caracterización del medio abiótico del área de estudio.

Componente	Caracterización
Tipo de clima	BS1(h')w, semiárido cálido, con temperatura media anual mayor de 22 °C y lluvias de verano (INEGI, con base en la clasificación de Köppen modificada por García)
Precipitación	Media anual de 400 a 600 mm; precipitación total

	anual de 600 a 700 mm conforme a las isoyetas regionales
Temperatura media anual	De 25 a 26 °C conforme a las isotermas medias anuales
Evapotranspiración real	De 400 a 500 mm anuales
Insolación	De 2,200 a 2,600 horas anuales
Fisiografía	Provincia Península de Yucatán (Carso Yucateco), planicie costera de relieve bajo
Geomorfología	Planicie de acumulación marina y fluviomarina; playa acumulativa y cordón litoral, con altitudes menores de 10 m
Geología	Cuaternario reciente (Holoceno); sedimentos calcáreos no consolidados
Edafología	Regosol calcárico de textura gruesa (90.2 % del predio) y Solonchak órtico (9.8 %)
Hidrología	Región Hidrológica 32 Yucatán Norte, cuenca Yucatán; sin corrientes superficiales permanentes; acuífero costero con veda rígida y vulnerabilidad alta
Humedales del entorno	Manglar intermareal, vegetación acuática submareal, tular, blanquizales y petenes en la ciénaga adyacente
Fenómenos extremos	Alta exposición a ciclones tropicales y nortes; peligro de inundación en la franja costera

3.4 Vegetación y uso de suelo del Área de Estudio

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI (Serie VII), el Área del Proyecto se ubica dentro de la unidad de vegetación de dunas costeras, lo que confirma que la comunidad vegetal del predio corresponde a un matorral de duna costera. Esta comunidad se desarrolla sobre los sustratos arenosos de la barra litoral y está integrada por especies adaptadas a la salinidad, el viento, la movilidad del sustrato y la alta insolación; entre los elementos característicos de la región se encuentran Coccoloba uvifera, Suriana maritima, Tournefortia gnaphalodes, Scaevola plumieri, Sesuvium portulacastrum, Ipomoea pes-caprae y Sporobolus

virginicus, además de cactáceas y agaves costeros. La composición y estructura específicas de la vegetación del predio, así como su estado de conservación, se determinarán con el muestreo de campo y se integrarán en los apartados correspondientes.

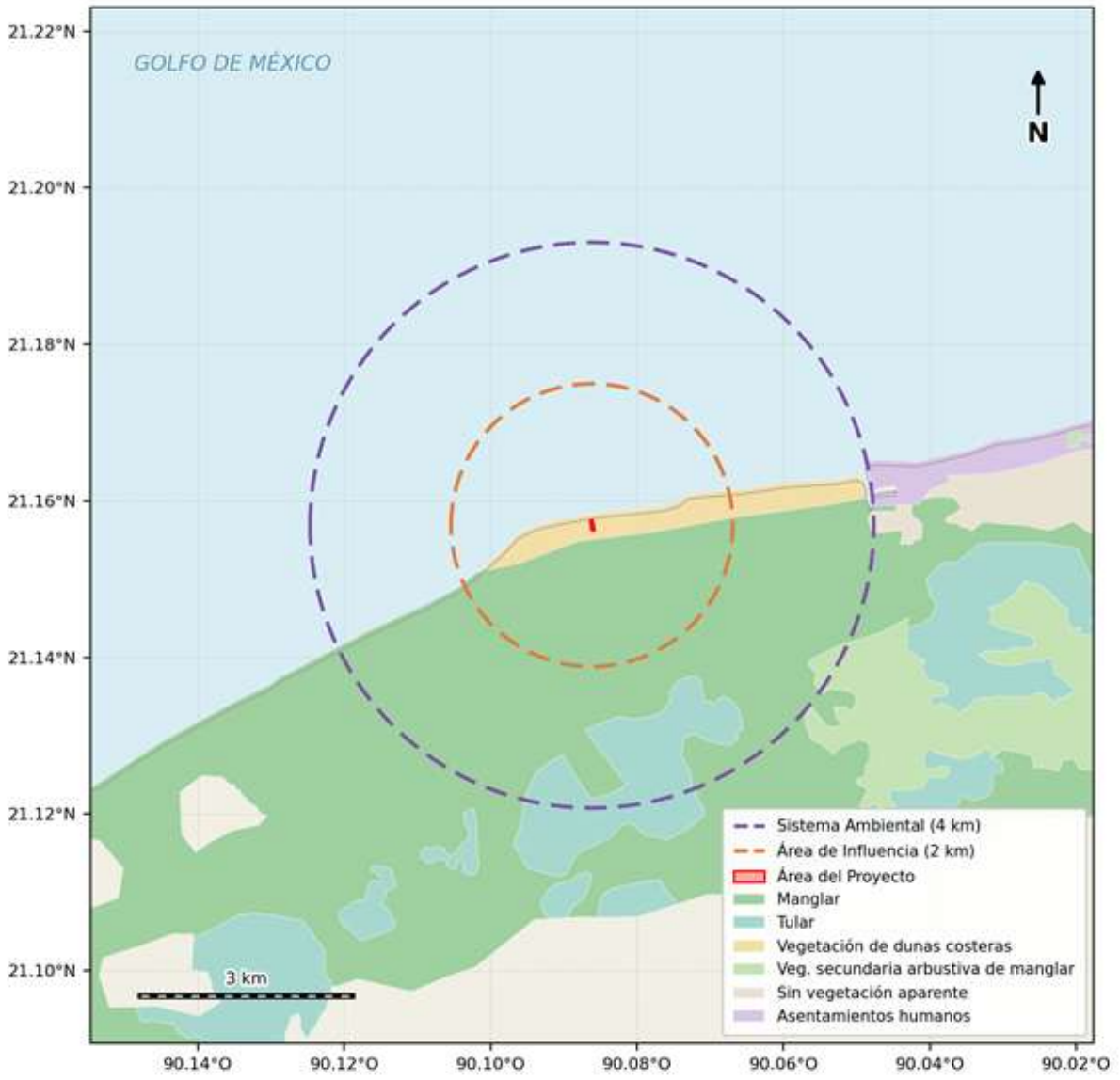


Figura 3.12. Vegetación y uso de suelo del Sistema Ambiental conforme a la carta de INEGI.

En el conjunto del Sistema Ambiental, la cubierta terrestre cartografiada está ampliamente dominada por el manglar, que ocupa el 80.7 % de la superficie terrestre del SA, seguido por el tular (10.2 %) y por la propia vegetación de dunas costeras (8.3 %), que forma la franja angosta y continua de la barra sobre la que se asienta el predio. Las superficies transformadas son mínimas: los asentamientos humanos y las áreas sin vegetación aparente representan en conjunto menos del 0.1 % (Tabla 3.4). Esta composición evidencia un paisaje costero en buen estado de conservación, en el que el proyecto se insertará dentro de la única franja de

vegetación de duna disponible, en contacto directo con humedales de alto valor ecológico, lo que obliga a un diseño cuidadoso y a medidas estrictas de prevención y mitigación.

Tabla 3.4. Superficies de vegetación y uso de suelo dentro del Sistema Ambiental (INEGI Serie VII).

Clase de vegetación o uso de suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Manglar	1,930.75	80.69
Tular	245.13	10.24
Vegetación de dunas costeras	198.77	8.31
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	15.95	0.67
Sin vegetación aparente	1.51	0.06
Asentamientos humanos	0.62	0.03
Total	2,392.73	100.00

3.5 Vegetación del Área de Estudio

El Área de Estudio corresponde a un matorral de duna costera que presenta dos condiciones estructurales claramente diferenciadas a lo largo del predio. La mayor parte del polígono, por su cercanía a la primera duna y al frente de playa, sostiene una cobertura dominada por especies herbáceas y arbustos de bajo porte, en la que destacan las enredaderas rastreras como *Ipomoea pes-caprae* (riñonina), gramíneas costeras y suculentas halófilas como *Sesuvium portulacastrum*. Hacia la playa, la vegetación pionera se presenta en parches dispersos sobre la arena, con individuos aislados de porte rastrero que estabilizan el sustrato frente a la acción del viento y el oleaje.

En la porción media del predio la cobertura herbácea forma un tapiz prácticamente continuo sobre la duna, acompañado de arbustos bajos dispersos y de elementos con floración conspicua como *Flaveria linearis*. En esta franja se observan también restos leñosos secos y postes de cercado, evidencias de la intervención previa del sitio y del efecto de los vientos y la salinidad sobre las formas de vida leñosas, que se mantienen con tallas reducidas y coberturas abiertas.



Figura 3.13. Perspectivas de la franja de playa y de la primera duna del Área del Proyecto, con vegetación pionera dispersa y cobertura herbácea sobre la cresta de la duna.

Únicamente el tercio posterior del predio, en su extremo sur y en transición hacia la planicie de la ciénaga, presenta una estructura de matorral más desarrollada. En esta franja los arbustos alcanzan mayores tallas y coberturas, se incorporan elementos suculentos y arborescentes como *Agave angustifolia* y cactáceas del género *Opuntia*, y el dosel arbustivo tiende a cerrarse formando manchones densos de dos a tres metros de altura, entremezclados con ramas secas que reflejan la dinámica natural de la comunidad.



Figura 3.14. Cobertura herbácea con arbustos de bajo porte en la porción del predio próxima a la primera duna.



Figura 3.15. Matorral de duna costera con estructura más desarrollada en el tercio posterior del Área del Proyecto.

3.6 Metodología de muestreo y análisis de datos en el Área del Proyecto

3.6.1 Diseño del muestreo de vegetación

La caracterización cuantitativa de la vegetación del Área del Proyecto se realizó mediante el método de intersección lineal (Canfield, 1941), apropiado para comunidades de matorral y de vegetación de duna costera en las que dominan las formas de vida herbáceas y arbustivas. Se establecieron cinco transectos de 15 m de longitud, dispuestos de manera sistemática a lo largo del eje mayor del predio y orientados de forma perpendicular a este, de modo que atraviesan el polígono desde el frente de duna hasta el tercio posterior con matorral desarrollado. A cada transecto se le asoció una banda de observación de 5 m de ancho (2.5 m a cada lado de la línea), de manera que cada unidad de muestreo cubrió 75 m^2.

La superficie muestreada acumulada fue de 375 m^2, equivalente al 14.3 % de la superficie del Área del Proyecto (2,625.19 m^2), una proporción robusta para un predio menor a una hectárea y suficiente para capturar el gradiente ambiental interno del sitio. La ubicación de los transectos se presenta en la Figura 3.16 y sus coordenadas de inicio y fin en la Tabla 3.5.



Figura 3.16. Ubicación de los cinco transectos de muestreo por intersección lineal dentro del Área del Proyecto.

Tabla 3.5. Coordenadas de inicio y fin de los transectos de muestreo.

Transecto	Inicio latitud (°N)	Inicio longitud	Fin latitud (°N)	Fin longitud (°O)	Longitud (m)

		(°O)			
T-01	21.15732191	90.08633879	21.15734451	90.08619363	15.28
T-02	21.15716537	90.08629800	21.15718622	90.08615305	15.23
T-03	21.15690377	90.08625228	21.15692793	90.08610504	15.52
T-04	21.15667408	90.08620666	21.15669299	90.08606003	15.37
T-05	21.15647569	90.08617262	21.15649266	90.08602432	15.52

En cada transecto se registraron todas las especies vegetales presentes y, para cada una, las variables estructurales tradicionales del método: densidad, mediante el conteo de los individuos enraizados dentro de la banda de observación; cobertura, mediante la longitud de intercepción de la proyección vertical de la copa o del follaje de cada individuo sobre la línea del transecto; y altura, medida directamente sobre los individuos interceptados. No se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) debido a que ningún organismo leñoso del predio alcanzó los 5 cm de diámetro, condición congruente con la estructura de la comunidad, dominada por herbáceas y arbustos de bajo porte.



Figura 3.17. Registro de la cobertura de las especies mediante el método de intersección lineal: cinta métrica tendida a lo largo de cada transecto y medición de las longitudes interceptadas por la proyección de la vegetación.

3.6.2 Parámetros estructurales de la comunidad vegetal

Con la información de campo se calcularán, para cada especie i, los parámetros estructurales absolutos y relativos siguientes:

$$DA_i = n_i / A$$

$$DR_i = (n_i / N) \times 100$$

$$C_i = (\Sigma\, L_{ij} / L) \times 100$$

$$CR_i = (C_i \,/\, \Sigma\, C) \times 100$$

$$VIR_i = DR_i + CR_i$$

donde n_i es el número de individuos de la especie i dentro de las bandas de muestreo; A, la superficie muestreada; N, el número total de individuos registrados; L_{ij}, la longitud interceptada por el individuo j de la especie i sobre la línea; L, la longitud total de línea muestreada (76.9 m). El Valor de Importancia Relativa (VIR) integra la densidad y la cobertura relativas, y permite jerarquizar la contribución estructural de cada especie a la comunidad. Las alturas se resumirán por especie mediante estadística descriptiva (media e intervalo) y se representarán por estrato.

3.6.3 Análisis de diversidad y suficiencia del esfuerzo de muestreo

La diversidad de la comunidad vegetal se evaluará mediante el índice de Shannon Wiener y el índice de Simpson, calculados a partir de las abundancias registradas en el conjunto de transectos:

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

$$\lambda = \Sigma\, p_i^2 \qquad 1 - \lambda$$

donde $p_i = n_i/N$ es la proporción de individuos de la especie i. El índice H′ expresa la incertidumbre asociada a la identidad específica de un individuo tomado al azar y aumenta con la riqueza y la equitatividad de la comunidad, mientras que el complemento de Simpson ($1 - \lambda$) representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente pertenezcan a especies distintas, con mayor sensibilidad a las especies dominantes.

La suficiencia del esfuerzo de muestreo se evaluará mediante una curva de acumulación de especies construida con el orden aleatorizado de las unidades de muestreo (100 permutaciones), sobre la cual se contrastará la riqueza observada con la riqueza asintótica esperada estimada con el estimador no paramétrico Chao 1, en su forma corregida por sesgo:

$$S_{Chao1} = S_{obs} + F_1(F_1 - 1) / 2(F_2 + 1)$$

donde S_{obs} es la riqueza observada, F_1 el número de especies representadas por un solo individuo (singletons) y F_2 el número de especies representadas por dos individuos (doubletons). La proximidad entre la curva de acumulación y la asíntota estimada por Chao 1, expresada como porcentaje de completitud del inventario ($S_{obs}/S_{Chao1} \times 100$), se utilizará como criterio de suficiencia del muestreo. Estos análisis, junto con los parámetros estructurales y las curvas de rango y abundancia, se aplicaron a la base de datos de campo.

3.6.4 Composición florística

Con base en el listado florístico obtenido durante el muestreo por transectos y los recorridos complementarios en el Área del Proyecto, se registraron 60 especies vegetales agrupadas en 33 familias botánicas (Tabla 3.6). La riqueza registrada refleja la condición de matorral de duna costera del predio, en la que coexisten herbáceas pioneras, gramíneas, arbustos costeros, trepadoras, cactáceas, una palma y una orquídea terrestre, junto con elementos asociados a la transición hacia los ambientes de la ciénaga.

Las familias con mayor número de especies fueron Poaceae, con 9 especies, seguida por Asteraceae, Euphorbiaceae y Fabaceae, con 4 especies cada una, y por Amaranthaceae y Malvaceae, con 3 especies cada una. Esta distribución destaca la importancia de las gramíneas y de las herbáceas halotolerantes o adaptadas a sustratos arenosos dentro de la composición del sitio, un patrón característico de las comunidades de duna costera del litoral norte de Yucatán.

Tabla 3.6. Listado florístico registrado en el Área del Proyecto y categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A, amenazada; Pr, sujeta a protección especial).

Familia	Especie	Forma de vida	NOM-059
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel	Arbusto	—
Acanthaceae	*Dicliptera sexangularis* (L.) Juss.	Herbácea	—
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Herbácea	—
Amaranthaceae	*Alternanthera microcephala* (Moq.) Schinz	Herbácea	—
Amaranthaceae	*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.	Herbácea	—

Amaranthaceae	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears. var. *vermiculare*	Herbácea	—
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis* (Jacq.) Salisb.	Herbácea	—
Anacardiaceae	*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.	Árbol	—
Apocynaceae	*Echites umbellatus* Jacq.	Liana	—
Apocynaceae	*Metastelma schlechtendalii* Decne.	Liana	—
Arecaceae	*Thrinax radiata* Lodd. ex Schult. & Schult.f.	Palma	A
Asparagaceae	*Agave angustifolia* Haw.	Herbácea	—
Asteraceae	*Ambrosia hispida* Pursh	Herbácea	—
Asteraceae	*Bidens pilosa* L.	Herbácea	—
Asteraceae	*Flaveria linearis* Lag.	Herbácea	—
Asteraceae	*Melanthera nivea* (L.) Small	Herbácea	—
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes* (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Arbusto	—
Brassicaceae	*Cakile edentula* (Bigelow) Hook.	Herbácea	—
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Herbácea	—
Cactaceae	*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.	Herbácea	—
Capparaceae	*Capparis incana* Kunth	Arbusto	—
Celastraceae	*Maytenus phyllanthoides* Benth.	Arbusto	—
Celastraceae	*Rhacoma crossopetalum* L.	Arbusto	—
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br.	Liana	—
Cyperaceae	*Fimbristylis cymosa* R. Br.	Herbácea	—
Euphorbiacea	*Croton punctatus* Jacq.	Herbácea	—

e			
Euphorbiaceae	*Enriquebeltrania crenatifolia* (Miranda) Rzed.	Arbusto	—
Euphorbiaceae	*Euphorbia cyathophora* Murr.	Herbácea	—
Euphorbiaceae	*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jacq.	Herbácea	—
Fabaceae	*Caesalpinia vesicaria* L.	Arbusto	—
Fabaceae	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	Liana	—
Fabaceae	*Centrosema virginianum* (L.) Benth.	Liana	—
Fabaceae	*Pithecellobium keyense* Britton in Britton & Rose	Arbusto	—
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri* (L.) Vahl	Arbusto	—
Malvaceae	*Gossypium hirsutum* L.	Arbusto	Pr
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus* Cav.	Arbusto	—
Malvaceae	*Waltheria indica* L.	Herbácea	—
Nyctaginaceae	*Commicarpus scandens* (L.) Standl.	Herbácea	—
Nyctaginaceae	*Okenia hypogaea* Schltdl. & Cham.	Herbácea	—
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon* (La Llave & Lex.) G.A. Romero & Carnevali	Herbácea	—
Passifloraceae	*Passiflora foetida* L.	Liana	—
Poaceae	*Aristida adscensionis* L.	Herbácea	—
Poaceae	*Bouteloua americana* (L.) Scribn.	Herbácea	—
Poaceae	*Cenchrus incertus* M.A. Curtis	Herbácea	—
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.	Herbácea	—

Poaceae	*Distichlis spicata* (L.) E. Greene	Herbácea	—
Poaceae	*Eustachys petraea* (Sw.) Desv.	Herbácea	—
Poaceae	*Melinis repens* (Willd.) Zizka	Herbácea	—
Poaceae	*Sporobolus pyramidatus* (Lam.) Hitchc.	Herbácea	—
Poaceae	*Sporobolus virginicus* (L.) Kunth	Herbácea	—
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera* (L.) L.	Árbol	—
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	Herbácea	—
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Arbusto	—
Rubiaceae	*Ernodea littoralis* Sw.	Herbácea	—
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Arbusto	—
Solanaceae	*Lycium carolinianum* Walter	Herbácea	—
Surianaceae	*Suriana maritima* L.	Arbusto	—
Verbenaceae	*Lantana involucrata* L.	Arbusto	—
Verbenaceae	*Phyla nodiflora* (L.) Greene	Herbácea	—
Zygophyllaceae	*Tribulus cistoides* L.	Herbácea	—

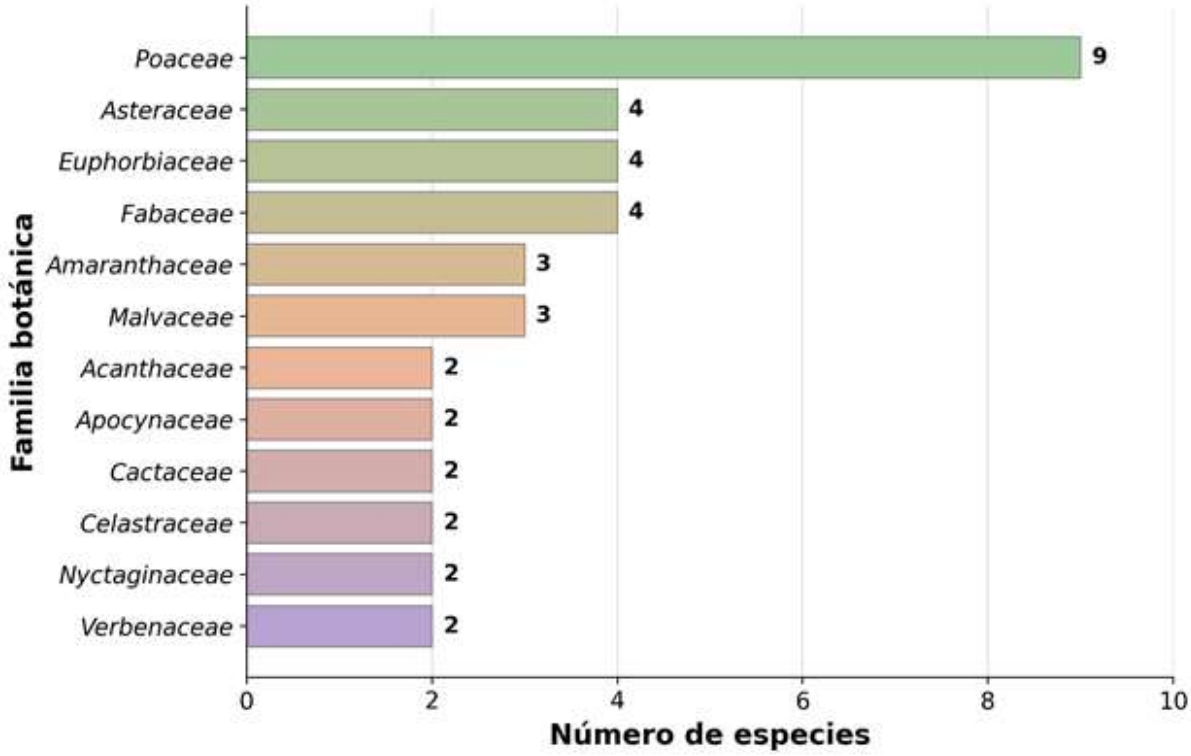


Figura 3.18. Riqueza específica de las familias que registraron dos o más especies durante el muestreo florístico.

Por forma de vida, las herbáceas concentraron 36 especies (60.0 % del total), seguidas por los arbustos (15 especies, 25.0 %), las lianas (6 especies, 10.0 %), los árboles (2 especies) y una palma. Este espectro biológico es congruente con la estructura observada en campo: un tapiz herbáceo dominante en la franja próxima a la primera duna y un componente arbustivo que se concentra en el tercio posterior del predio.

Entre las especies que aportan estructura destacan *Coccoloba uvifera*, *Caesalpinia vesicaria*, *Pithecellobium keyense* y *Suriana maritima*, mientras que *Sporobolus virginicus*, *Sesuvium portulacastrum*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea*, *Scaevola plumieri* y *Okenia hypogaea* son elementos representativos de las condiciones costeras y del contacto con la franja de vegetación pionera.

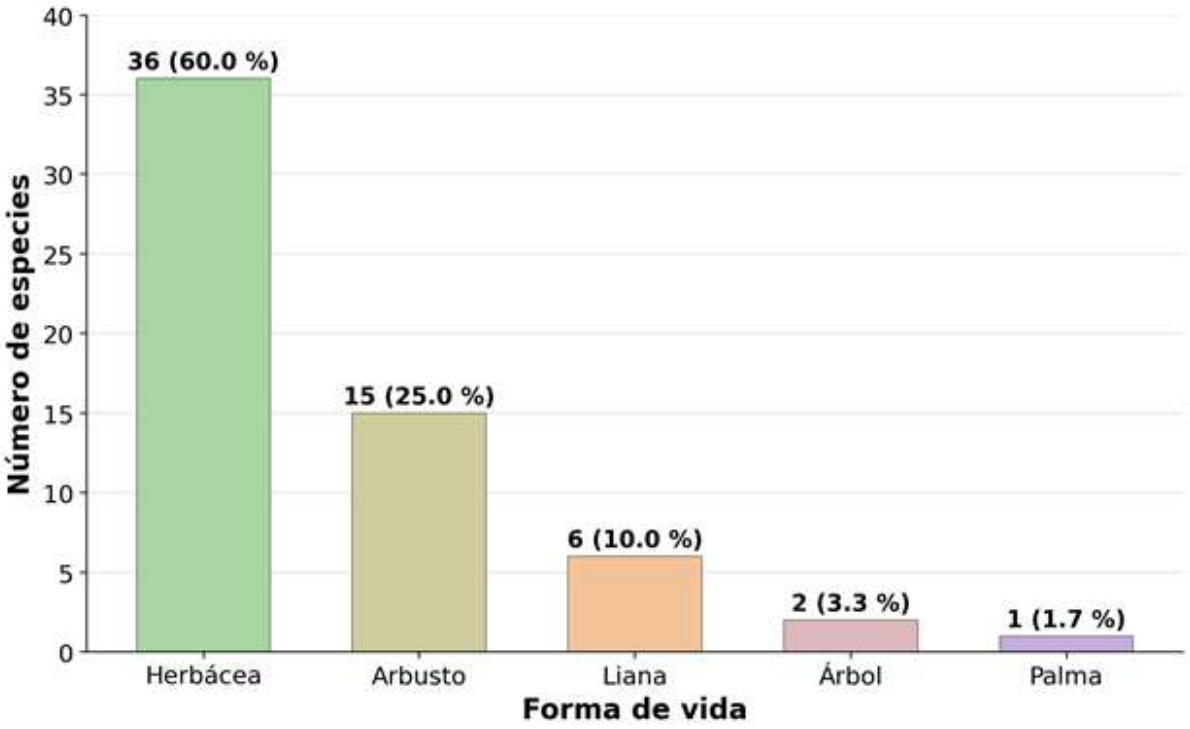


Figura 3.19. Número de especies registradas por forma de vida en el Área del Proyecto.

3.6.5 Especies en categoría de riesgo

El listado florístico se contrastó con el Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Como resultado se identificaron dos especies con categoría de riesgo: la palma chit (*Thrinax radiata*), catalogada como Amenazada (A), y el algodón (*Gossypium hirsutum*), catalogado como Sujeto a protección especial (Pr). En el caso del algodón, la categoría se refiere exclusivamente a las poblaciones silvestres de la especie, por lo que la determinación en campo deberá considerar el origen de los ejemplares presentes. Para la palma chit, los individuos registrados deberán ser considerados en las medidas de prevención y mitigación del proyecto, priorizando su conservación en sitio o, en su caso, su rescate y reubicación previo a cualquier intervención del predio.



Figura 3.20. Registro fotográfico de especies de flora observadas durante el muestreo: Canavalia rosea, Scaevola plumieri, Tournefortia gnaphalodes, Okenia hypogaea, Capparis incana y Bravaisia berlandieriana.



Figura 3.21. Registro fotográfico de especies de flora observadas durante el muestreo: Gossypium hirsutum, Acanthocereus tetragonus, Opuntia stricta, Cyrtopodium macrobulbon y Echites umbellatus.

3.6.6 Resultados de estructura y diversidad vegetal

La base de datos del muestreo por intersección lineal reunió 46 especies cuantificadas dentro de las bandas de los cinco transectos, con un total de 263 individuos registrados; las 14 especies restantes del listado florístico se

documentaron fuera de las unidades de muestreo durante los recorridos complementarios. La cobertura acumulada de la vegetación fue de 266.4 m^2, equivalente al 71.0 % de la superficie muestreada (375 m^2).

Tabla 3.7. Indicadores de riqueza y diversidad de la comunidad vegetal del Área del Proyecto.

Indicador	Símbolo	Valor	Interpretación
Riqueza observada	*S*	46	Alta para la superficie evaluada
Abundancia total	*N*	263	Individuos en 375 m^2
Diversidad de Shannon	*H′*	3.562	Alta (máximo teórico ln S = 3.83)
Diversidad de Simpson	$1 - \lambda$	0.961	Sin dominancia marcada
Riqueza esperada	Chao 1	46.2	Asíntota del inventario
Completitud del inventario	*S/Chao 1*	99.6 %	Esfuerzo de muestreo suficiente

La diversidad de la comunidad resultó alta: el índice de Shannon Wiener alcanzó 3.562, valor próximo al máximo teórico para la riqueza registrada (ln 46 = 3.83), y el complemento de Simpson fue de 0.961, lo que indica que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a especies distintas es superior al 96 % y que ninguna especie ejerce una dominancia numérica marcada sobre la comunidad.

La curva de acumulación de especies basada en individuos (Figura 3.22) mostró una fase inicial de incremento rápido y una clara estabilización asintótica hacia el final del muestreo. Con dos especies representadas por un solo individuo (singletons) y cuatro por dos individuos (doubletons), el estimador Chao 1 arrojó una riqueza esperada de 46.2 especies, de modo que la riqueza observada representa el 99.6 % del inventario esperado. Este resultado confirma que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la comunidad vegetal del predio.

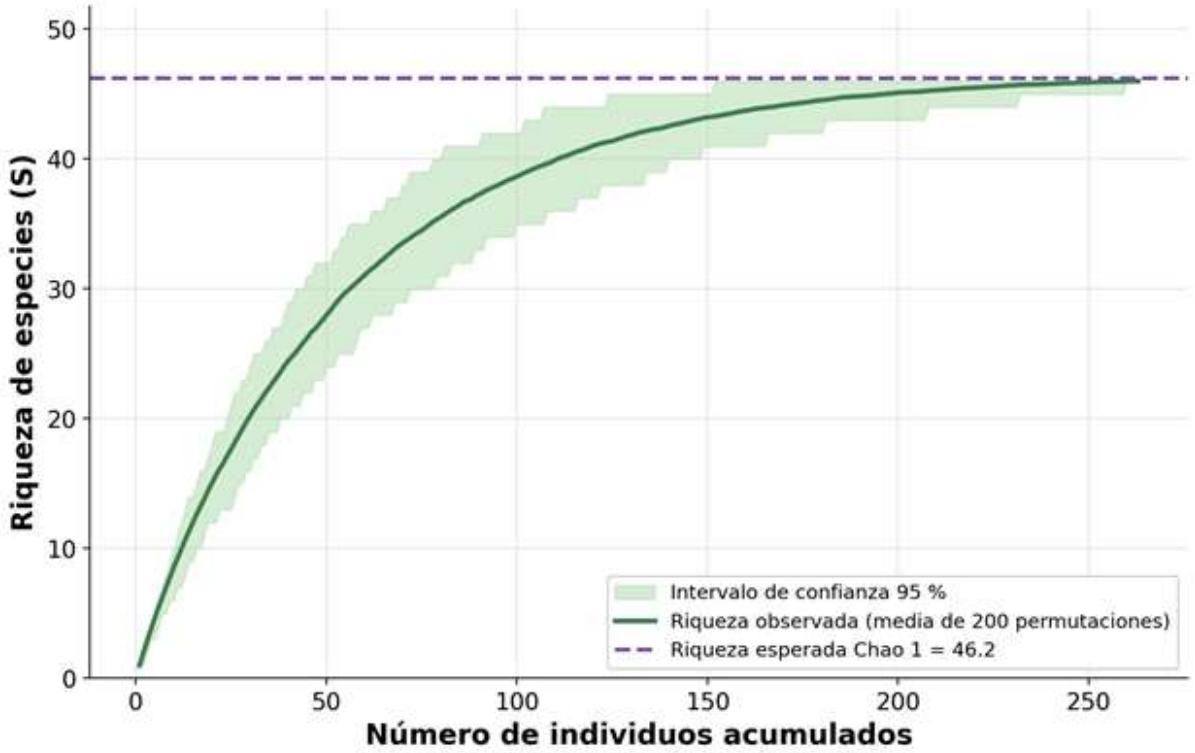


Figura 3.22. Curva de acumulación de especies basada en individuos (200 permutaciones) y riqueza esperada según el estimador Chao 1.

Las curvas de rango de abundancia y de cobertura (Figura 3.23) muestran pendientes iniciales moderadas y una larga cola de especies con valores relativos bajos. La cobertura se concentra en un grupo reducido de especies leñosas, mientras que la abundancia se distribuye de manera más equitativa entre las herbáceas del estrato bajo, patrón congruente con la elevada equitatividad expresada por los índices de diversidad.

Los mayores Valores de Importancia Relativa correspondieron a *Coccoloba uvifera* (VIR = 28.7), *Pithecellobium keyense* (25.5) y *Sideroxylon americanum* (17.3), especies leñosas que combinan abundancias intermedias con las mayores coberturas y que constituyen los principales componentes estructurales del matorral, particularmente en el tercio posterior del predio (Tabla 3.8, Figura 3.24). Les siguen herbáceas suculentas y gramíneas propias de la duna, como *Sesuvium portulacastrum*, *Cenchrus incertus* y *Blutaparon vermiculare*, representativas del tapiz herbáceo de la franja próxima a la playa.

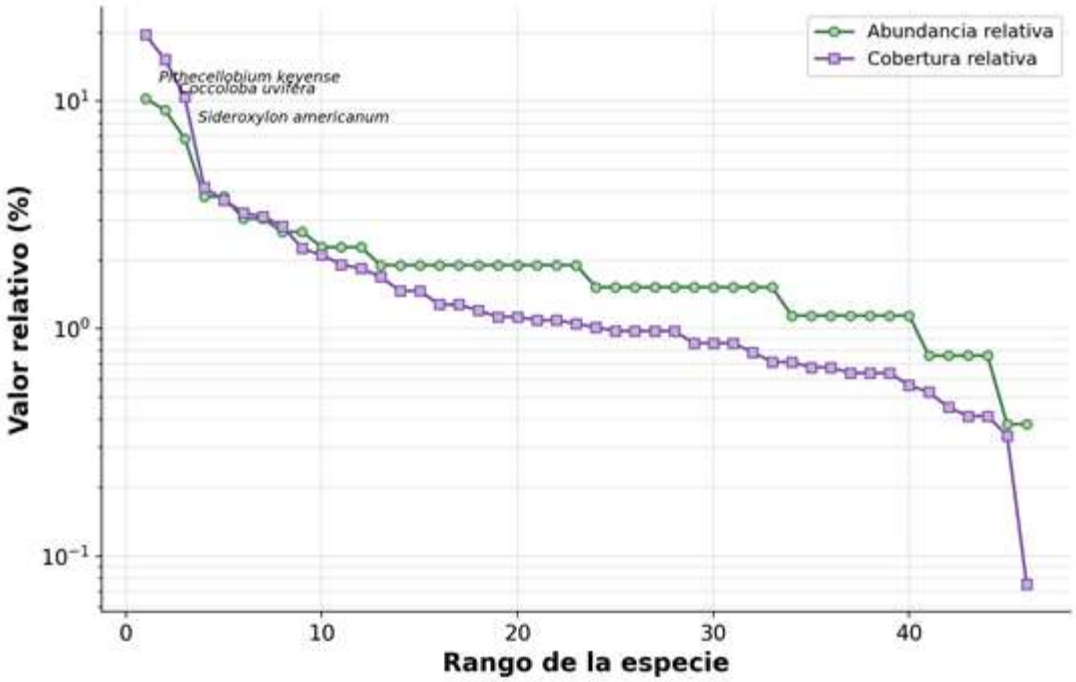


Figura 3.23. Curvas de rango de abundancia relativa y de cobertura relativa de las especies registradas en los transectos (escala logarítmica).

Tabla 3.8. Especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR = DR + CR) en los transectos de muestreo.

Especie	DR (%)	CR (%)	VIR
Coccoloba uvifera	9.13	19.59	28.72
Pithecellobium keyense	10.27	15.20	25.47
Sideroxylon americanum	6.84	10.47	17.32
Sesuvium portulacastrum	3.80	4.17	7.97
Cenchrus incertus	3.80	3.68	7.48
Blutaparon vermiculare	3.04	3.23	6.27
Distichlis spicata	3.04	3.12	6.16
Canavalia rosea	2.66	2.82	5.48
Phyla nodiflora	2.66	2.25	4.91
Ambrosia hispida	2.28	1.84	4.12

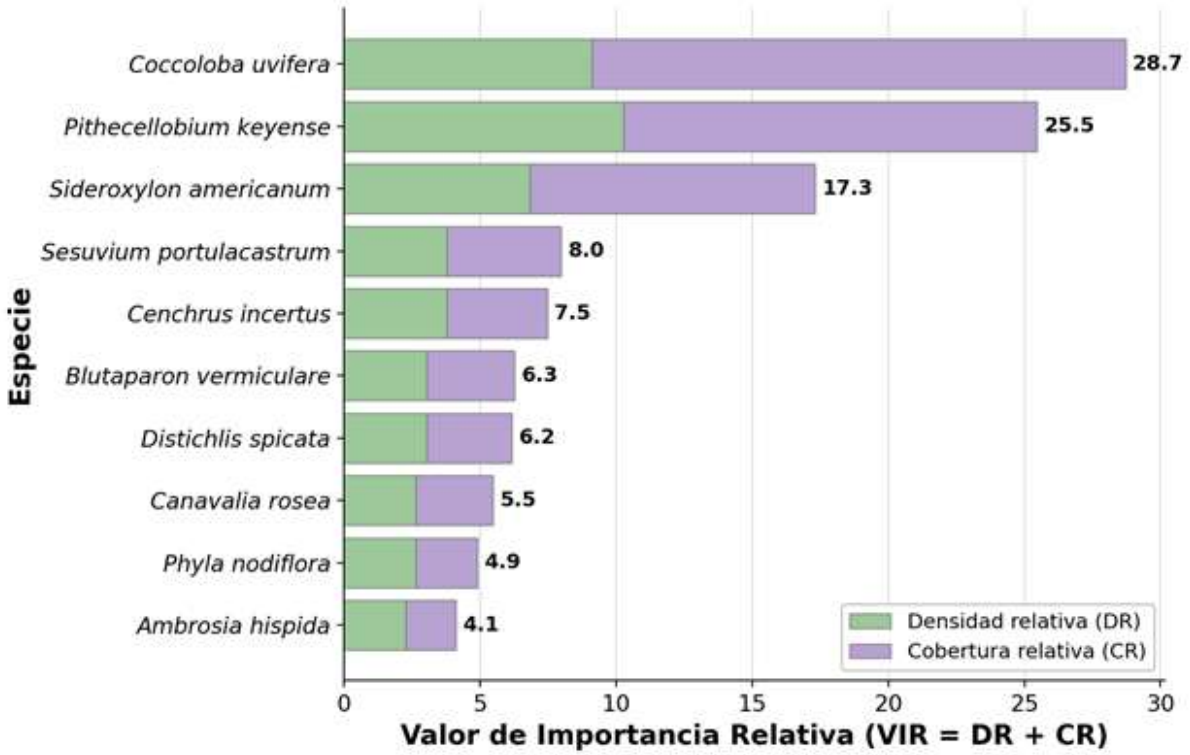


Figura 3.24. Especies con mayor Valor de Importancia Relativa en el Área del Proyecto, desglosado en densidad relativa y cobertura relativa.

El análisis por forma de vida evidencia el contraste estructural de la comunidad: las herbáceas concentran el 52.5 % de los individuos pero solo el 36.0 % de la cobertura, mientras que los arbustos (30.4 % de la abundancia y 38.4 % de la cobertura) y los árboles (9.9 % y 20.7 %) aportan una proporción de cobertura muy superior a su abundancia. Las lianas y la palma chit complementan la estructura con valores menores. Este patrón confirma que el aporte espacial de la comunidad recae en las leñosas del matorral desarrollado, en tanto que la representación numérica corresponde al estrato herbáceo de la duna.

La estructura vertical de la vegetación es baja, con una altura promedio general de 0.86 m. Las herbáceas se desarrollan típicamente por debajo de 0.6 m, mientras que los arbustos alcanzan entre 1 y 1.8 m y los elementos arborescentes registran las mayores tallas: *Metopium brownei* (2.4 m), *Coccoloba uvifera* (2.2 m) y *Pithecellobium keyense* (1.8 m) (Figura 3.26). Ningún individuo leñoso alcanzó los 5 cm de diámetro a la altura del pecho, por lo que no se generaron estadísticas de DAP; esta condición es congruente con una comunidad de matorral costero joven o sometida a poda natural por viento y salinidad, estructurada en dos estratos: un tapiz herbáceo continuo y un dosel arbustivo discontinuo de dos a tres metros en su porción más desarrollada.

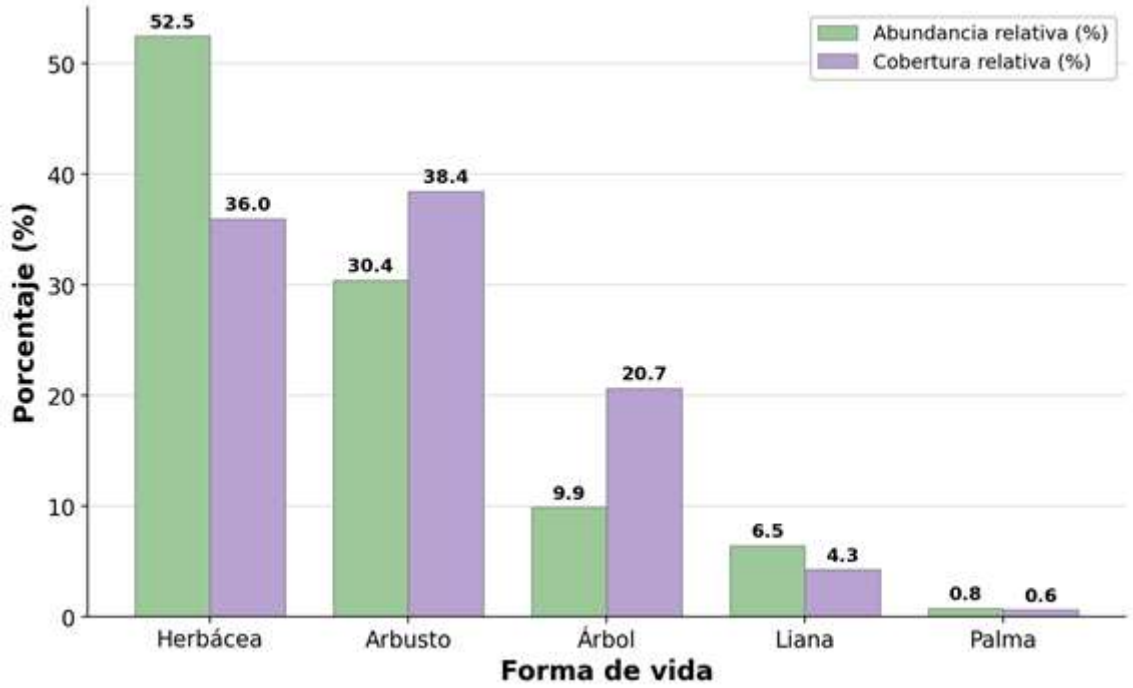


Figura 3.25. Abundancia relativa y cobertura relativa por forma de vida en los transectos de muestreo.

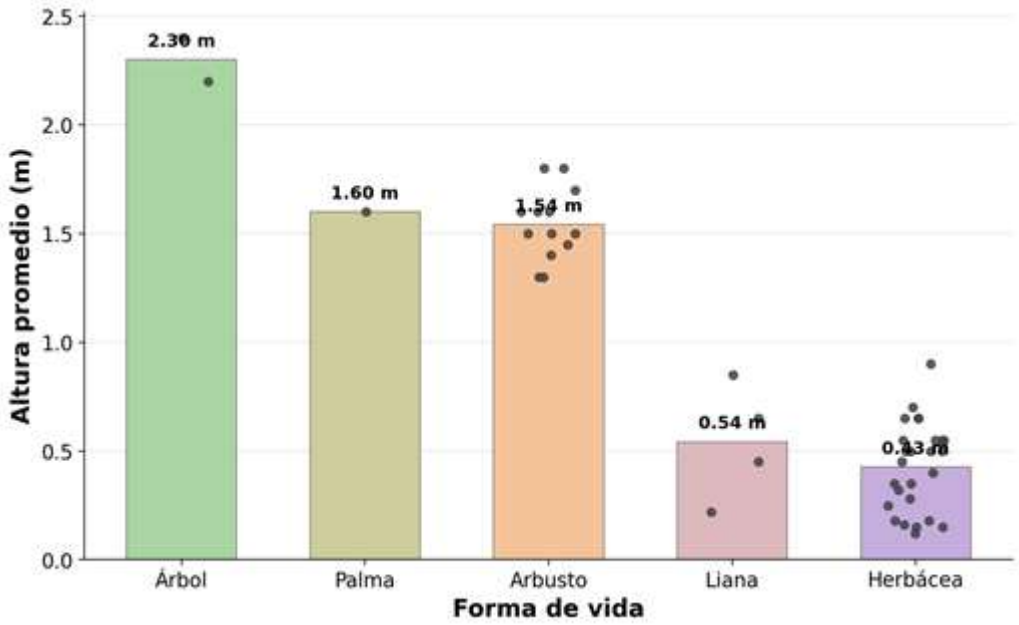


Figura 3.26. Altura promedio por forma de vida; los puntos indican la altura media de cada especie registrada.

3.7 Fauna del Área de Estudio

3.7.1 Contexto faunístico de la costa noroeste de Yucatán

La costa noroeste de Yucatán integra una matriz de playas y dunas costeras, ciénagas, manglares y petenes que sostiene una fauna asociada tanto a los ambientes acuáticos y salobres como a la vegetación terrestre costera. Las aves constituyen el grupo más visible y diverso en estos ambientes: en la franja litoral son frecuentes las gaviotas, charranes, playeros y otras aves marinas y costeras, como la fragata magnífica (*Fregata magnificens*) y el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), mientras que los humedales interiores albergan garzas, garcetas, ibis y aves playeras residentes y migratorias. Durante el invierno la región recibe visitantes migratorios procedentes de Norteamérica, y el flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), emblema de los humedales yucatecos, realiza desplazamientos regionales por las lagunas costeras y ciénagas del litoral.

En el entorno inmediato del predio, la condición de barra costera con matorral de duna en contacto con la ciénaga y los manglares de la Reserva Estatal El Palmar favorece el tránsito de fauna entre ambos ambientes. La herpetofauna esperada incluye lagartijas propias de los sustratos arenosos y de la vegetación costera, como el huico yucateco (*Aspidoscelis angusticeps*) y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*), además de iguanas y serpientes asociadas a sitios con cobertura vegetal y refugios. Entre los mamíferos, en paisajes costeros con baja ocupación humana suelen registrarse de manera transitoria especies generalistas como el mapache (*Procyon lotor*), el coatí (*Nasua narica*), el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*), pequeños roedores y murciélagos. La mención de estas especies corresponde a una expectativa regional basada en la distribución conocida de la fauna del litoral norte de Yucatán.

3.7.2 Metodología de registro faunístico

El registro de fauna se realizó mediante recorridos de observación directa dentro del Área del Proyecto y sus bordes inmediatos, en horario matutino de las 08:00 a las 11:00 horas, con conteos organizados en intervalos de una hora. Los registros integraron observaciones visuales, registros auditivos y evidencias indirectas, anotando para cada especie el número de individuos detectados en cada intervalo. Con esta información se construyó una matriz de abundancia horaria por especie, a partir de la cual se describieron la composición, la abundancia, el patrón de actividad y la diversidad de la comunidad. El listado resultante se contrastó con el Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para identificar especies en categoría de riesgo.

3.7.3 Composición faunística del Área de Estudio

El muestreo registró 94 individuos pertenecientes a 31 taxa, de los cuales 26 corresponden a aves y cinco a reptiles (Tabla 3.9). La avifauna concentró el 83.9

% de la riqueza y el 88.3 % de la abundancia total, condición congruente con la ubicación del predio en la interfase entre la playa, la duna costera y los humedales de la ciénaga. Por órdenes, Charadriiformes reunió el mayor número de especies (11), integrado por playeros, chorlos, vuelvepiedras, gaviotas y charranes; le siguieron Passeriformes, con elementos del matorral costero, y Squamata, con 5 especies cada uno, Pelecaniformes (3), Suliformes y Columbiformes (2 cada uno), además de órdenes con un solo representante.

Tabla 3.9. Listado faunístico registrado en el Área de Estudio y categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A, amenazada; Pr, sujeta a protección especial).

Especie	Nombre común	Grupo	Orden	NOM-059
Anarhynchus wilsonia	Chorlo pico grueso	Aves	Charadriiformes	—
Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	Aves	Apodiformes	—
Ardea alba	Garza blanca	Aves	Pelecaniformes	—
Arenaria interpres	Vuelvepiedras rojizo	Aves	Charadriiformes	—
Calidris alba	Playero blanco	Aves	Charadriiformes	—
Calidris minutilla	Playero diminuto	Aves	Charadriiformes	—
Himantopus mexicanus	Monjita americana	Aves	Charadriiformes	—
Icterus cucullatus	Calandria	Aves	Passeriformes	—
Larus fuscus	Gaviota sombría	Aves	Charadriiformes	—
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora	Aves	Charadriiformes	—
Megaceryle alcyon	Martín pescador norteño	Aves	Coraciiformes	—
Mimus gilvus	Cenzontle tropical	Aves	Passeriformes	—

Mycteria americana	Cigüeña americana	Aves	Ciconiiformes	Pr
Nannopterum auritum	Cormorán orejudo	Aves	Suliformes	—
Pelecanus erythrorhynchos	Pelícano blanco americano	Aves	Pelecaniformes	—
Pelecanus occidentalis	Pelícano café	Aves	Pelecaniformes	—
Petrochelidon fulva	Golondrina pueblera	Aves	Passeriformes	—
Phalacrocoracidae sp.	Cormoranes (sin determinar)	Aves	Suliformes	—
Pluvialis squatarola	Chorlo gris	Aves	Charadriiformes	—
Polioptila albiventris	Perlita yucateca	Aves	Passeriformes	—
Setophaga petechia	Chipe amarillo	Aves	Passeriformes	—
Sterna forsteri	Charrán de Forster	Aves	Charadriiformes	—
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	Aves	Columbiformes	—
Thalasseus maximus	Charrán real	Aves	Charadriiformes	—
Thalasseus sandvicensis	Charrán sándwich	Aves	Charadriiformes	—
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	Aves	Columbiformes	—
Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Caribe	Reptilia	Squamata	—
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	Reptilia	Squamata	—
Hemidactylus frenatus	Besucona	Reptilia	Squamata	—

Laemanctus serratus	Toloque coronado	Reptilia	Squamata	Pr
Sceloporus cozumelae	Lagartija espinosa de Cozumel	Reptilia	Squamata	Pr

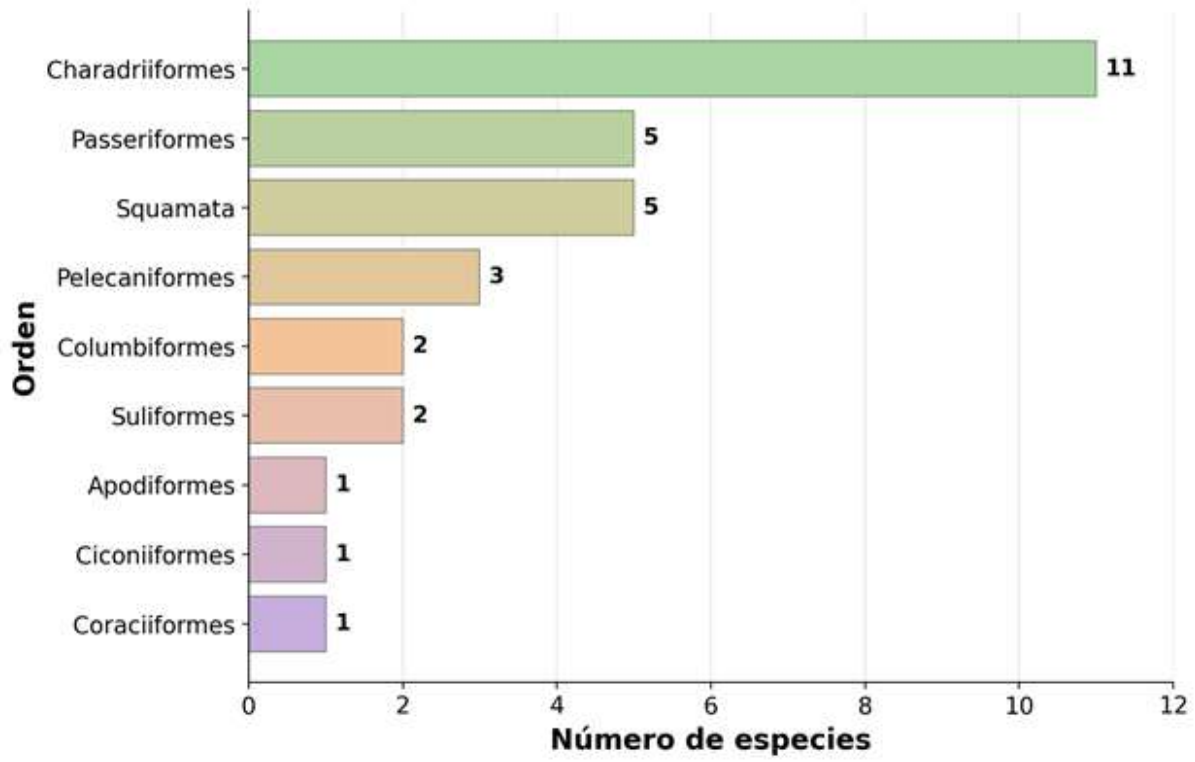


Figura 3.27. Riqueza de especies por orden taxonómico registrada en el Área de Estudio.

La especie más abundante fue el playero blanco (*Calidris alba*), con 22 individuos (23.4 % del total), asociado en parvadas a la franja intermareal de la playa; le siguieron la gaviota reidora (*Leucophaeus atricilla*, 6 individuos), el playero diminuto (*Calidris minutilla*), el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*) y el charrán real (*Thalasseus maximus*), con 5 individuos cada uno. El grupo funcional dominante corresponde a las aves playeras y marinas que utilizan la línea de costa como sitio de alimentación y descanso, mientras que los Passeriformes, como la perlita yucateca (*Polioptila albiventris*), el chipe amarillo (*Setophaga petechia*) y el cenzontle tropical (*Mimus gilvus*), se registraron en el matorral de duna del predio.

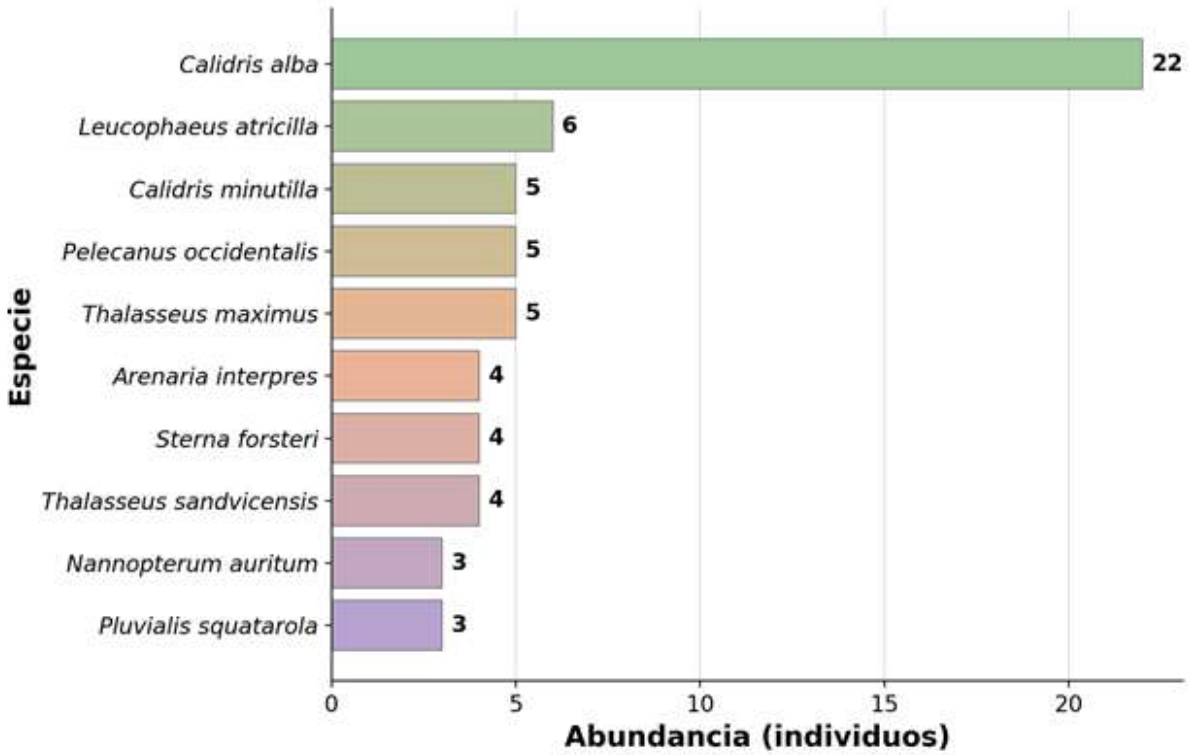


Figura 3.28. Especies con mayor abundancia registrada durante el muestreo faunístico.

El patrón de actividad horaria mostró tendencias opuestas entre los dos grupos registrados: la detección de aves fue máxima a las 08:00 horas (33 individuos) y disminuyó de manera sostenida hasta las 11:00 horas (9 individuos), conforme avanzó la mañana y se incrementó la temperatura; en contraste, los reptiles incrementaron su actividad hacia las 10:00 y 11:00 horas (4 individuos en cada intervalo), en congruencia con sus requerimientos de termorregulación (Figura 3.29). Este patrón indica que el esfuerzo matutino temprano resulta óptimo para la avifauna, mientras que las horas de mayor insolación favorecen la detección de la herpetofauna.

Los reptiles registrados pertenecen al orden Squamata e incluyen especies propias de los sustratos arenosos y la vegetación costera, como el huico yucateco (*Aspidoscelis angusticeps*), la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y el toloque coronado (*Laemanctus serratus*), junto con especies asociadas a ambientes modificados, como *Anolis sagrei* y *Hemidactylus frenatus*, cuya presencia es consistente con el historial de intervención del sitio.

La revisión del listado frente a la NOM-059-SEMARNAT-2010 identificó tres especies con categoría de riesgo, todas sujetas a protección especial (Pr): la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el toloque coronado (*Laemanctus*

serratus) y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*). Las categorías se verificaron directamente contra el Anexo Normativo III de la norma.

La cigüeña americana se registró en tránsito sobre la franja litoral y los humedales adyacentes, mientras que los dos reptiles con categoría Pr son residentes potenciales del matorral del predio, por lo que deberán considerarse en las medidas de prevención, rescate y reubicación del proyecto.

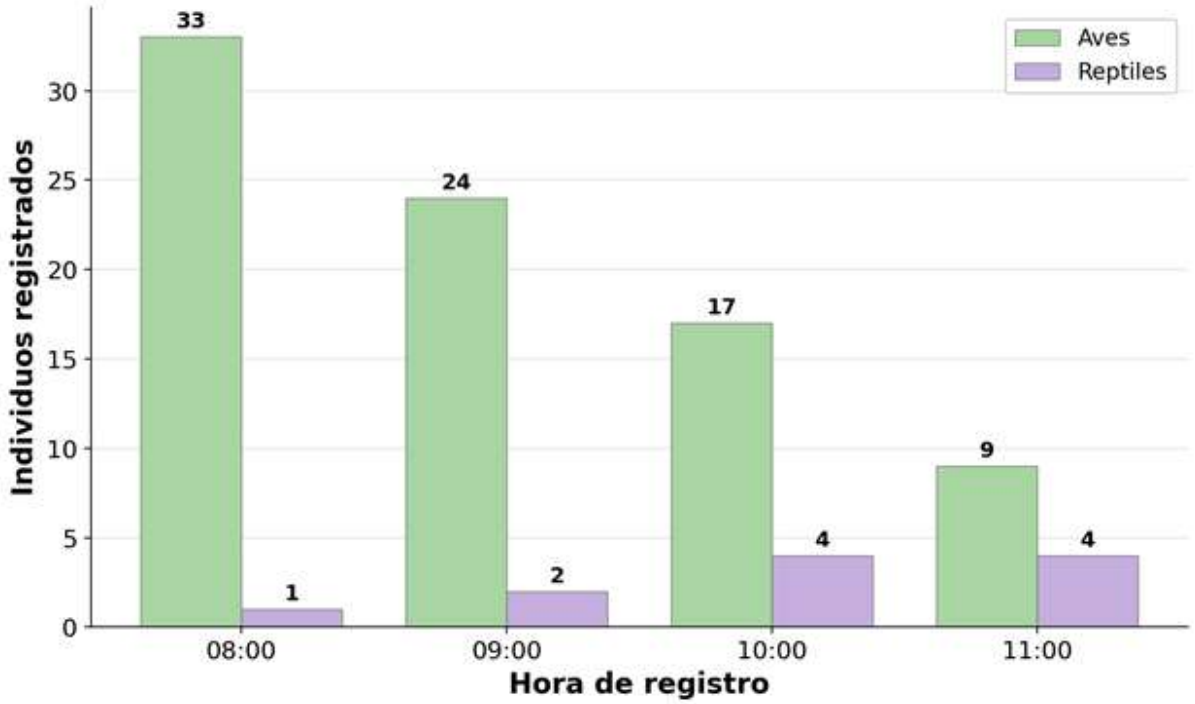


Figura 3.29. Abundancia registrada por intervalo horario y por grupo faunístico.



Figura 3.30. Evidencias fotográficas de avifauna registrada: Calidris alba, Larus fuscus, Nannopterum auritum, Polioptila albiventris, Thalasseus maximus y Zenaida asiatica.



Figura 3.31. Evidencias fotográficas de herpetofauna registrada: Aspidoscelis angusticeps y Sceloporus cozumelae.

3.7.4 Diversidad y suficiencia del muestreo faunístico

Tabla 3.10. Indicadores de riqueza y diversidad de la fauna registrada en el Área de Estudio.

Indicador	Símbolo	Valor	Interpretación
Riqueza observada	*S*	31	26 aves y 5 reptiles
Abundancia total	*N*	94	Individuos registrados
Diversidad de Shannon	*H'*	3.008	Alta (máximo teórico ln S = 3.43)
Diversidad de Simpson	$1 - \lambda$	0.918	Dominancia moderada de C. alba
Riqueza esperada	Chao 1	40.4	Asíntota estimada del inventario
Completitud del inventario	*S/Chao 1*	76.7 %	Inventario en progreso

La comunidad faunística presentó una diversidad media-alta (H′ = 3.008; 1 − λ = 0.918), con una dominancia moderada atribuible a la agregación del playero blanco en la franja de playa. La curva de acumulación de especies mantiene una pendiente ascendente al final del muestreo: con 12 especies representadas por un solo individuo (singletons) y 6 por dos individuos (doubletons), el estimador Chao 1 proyecta una riqueza esperada de 40.4 especies, de modo que el inventario registrado representa el 76.7 % de la fauna esperada. Este resultado es característico de comunidades de fauna móvil evaluadas en una sola jornada y señala la conveniencia de complementar el listado con registros en otras temporadas del año, particularmente durante el periodo de migración invernal, cuando la riqueza de aves playeras y acuáticas de la región se incrementa.

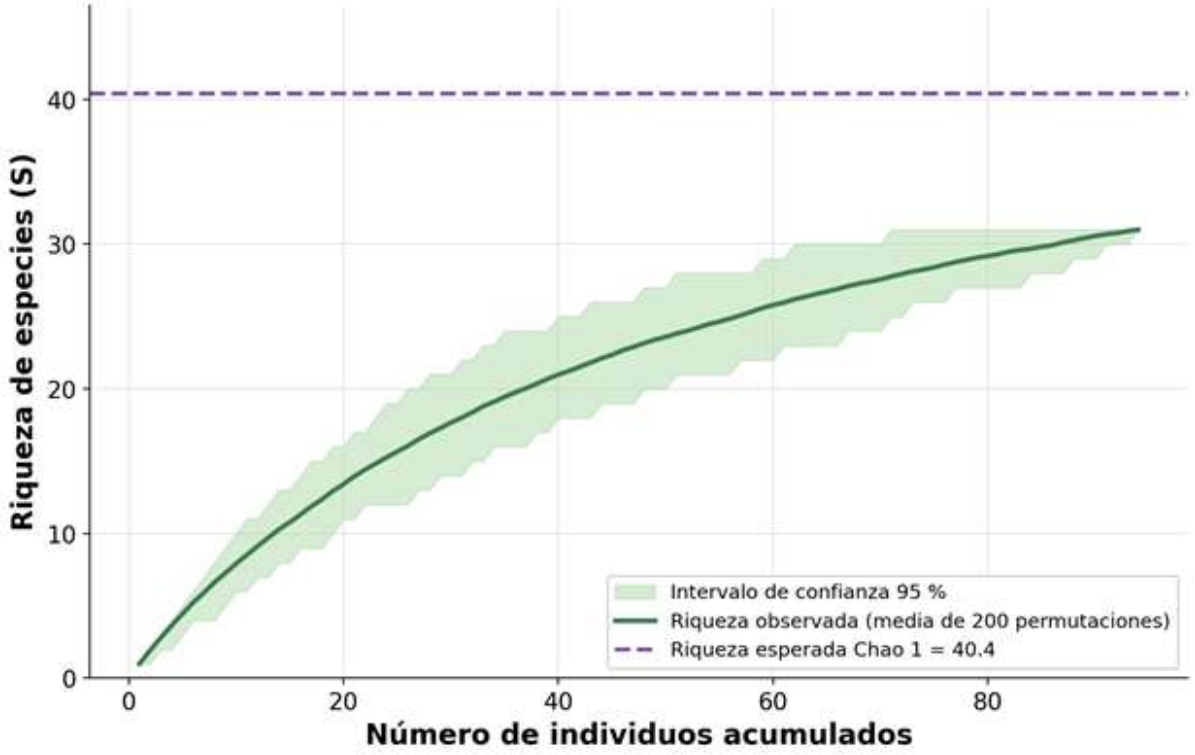


Figura 3.32. Curva de acumulación de especies de fauna basada en individuos (200 permutaciones) y riqueza esperada según el estimador Chao 1.

3.8 Diagnostico del sistema ambiental

El sistema ambiental asociado al Área de Estudio corresponde a un paisaje costero de baja ocupación humana en el litoral de Sisal, integrado por la franja de playa y duna costera sobre la que se asienta el predio, la ciénaga y los manglares que se extienden tierra adentro, y la matriz de humedales de la Reserva Estatal El Palmar hacia el poniente. Esta disposición genera un espacio de transición entre ambientes marinos, costeros y estuarinos, en el que la dinámica de sedimentos, la salinidad, los flujos de agua subterránea y los fenómenos hidrometeorológicos condicionan la estructura y funcionalidad de los hábitats presentes.

A diferencia de otros tramos del litoral yucateco, el entorno del predio conserva una elevada proporción de cubierta natural: el manglar y los humedales dominan el Sistema Ambiental, la vegetación de duna forma una franja continua sobre la barra y las superficies transformadas son mínimas. La problemática ambiental detectada se asocia principalmente con la fragilidad intrínseca del cordón de duna costera, la cercanía inmediata de la Reserva Estatal El Palmar y de los manglares de la ciénaga, la alta vulnerabilidad del acuífero costero y la exposición del sitio a fenómenos hidrometeorológicos extremos. En este contexto, cualquier intervención en el predio es viable únicamente bajo criterios de integración ambiental: mantener la conectividad funcional entre la playa, la duna y los humedales, conservar los individuos de especies en categoría de riesgo, prevenir la afectación del acuífero y adoptar diseños de baja intensidad adaptados a la dinámica costera.



Figura 3.32. Perspectiva del sistema ambiental del área de estudio.

CAPÍTULO 4

4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

Inicialmente, es relevante señalar que, de acuerdo con lo expuesto en las secciones anteriores, el proyecto **"CASA ARTHOBBIES"** se desarrollará en tres fases: **preparación del sitio, construcción y operación**. En este contexto, la presente sección tiene como objetivo identificar y clasificar los posibles efectos e impactos ambientales que podrían generarse como consecuencia de las actividades contempladas durante cada una de las etapas del proyecto.

4.1. Metodología de evaluación de impactos

Un **impacto ambiental** se refiere a las consecuencias derivadas de las acciones realizadas en el marco de un proyecto o actividad, las cuales pueden generar alteraciones, tanto positivas como negativas, en el entorno o en alguno de sus componentes. La **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**, en su artículo 3°, fracción XX, define el *impacto ambiental* como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Estas definiciones permiten establecer que cualquier obra o actividad, incluido el proyecto **"CASA ARTHOBBIES"**, puede generar efectos sobre los componentes del entorno, por lo que resulta necesario evaluar su naturaleza, magnitud, duración y posible importancia. En este sentido, el proyecto puede generar impactos tanto positivos como negativos durante sus diferentes etapas de desarrollo.

Por consiguiente, resulta fundamental identificar y analizar de manera sistemática los posibles impactos derivados de las actividades contempladas para el proyecto, con el propósito de establecer las medidas de prevención, mitigación, compensación o control que resulten aplicables. Asimismo, este análisis permitirá identificar aquellos efectos favorables que puedan potenciarse mediante acciones específicas, procurando que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo bajo un enfoque de manejo ambiental y de aprovechamiento responsable de los recursos naturales.

En resumen, la evaluación de los impactos ambientales permitirá determinar las posibles modificaciones que el proyecto pudiera ocasionar sobre los componentes ambientales y establecer las medidas necesarias para **prevenir, minimizar o controlar los efectos adversos**, favoreciendo al mismo tiempo los efectos positivos asociados con su ejecución.

4.1.1. Identificadores de impacto.

Un **indicador de impacto** se define como un elemento o componente del entorno que experimenta alteraciones o que potencialmente puede ser afectado por un agente de cambio. En este sentido, las distintas actividades contempladas en el proyecto pueden ejercer influencia sobre diversos componentes ambientales, incluyendo aspectos físicos, químicos, bióticos y socioeconómicos.

A partir de la identificación de los indicadores que se presentan a continuación, se realizará un análisis de los componentes ambientales con el propósito de determinar la manera en que podrían verse afectados durante la ejecución de las actividades previstas para el proyecto **"CASA ARTHOBBIES"**. Este enfoque permitirá identificar y valorar los posibles efectos que el proyecto pudiera generar sobre el entorno, así como establecer las medidas de prevención, mitigación, compensación o control que resulten aplicables para reducir los efectos adversos y favorecer aquellos impactos positivos asociados al desarrollo del proyecto.

Los indicadores de impacto pueden presentar efectos **positivos o negativos**, cuya magnitud y características pueden variar de acuerdo con la etapa en la que se encuentre el proyecto. Por ello, y en congruencia con lo señalado anteriormente, la evaluación de impacto ambiental se realizará considerando las diferentes fases de desarrollo del proyecto: **preparación del sitio, construcción y operación**.

Este enfoque permitirá efectuar un análisis ordenado y específico de las posibles interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, considerando las particularidades de cada etapa y facilitando la identificación de los impactos que pudieran presentarse, así como la definición de las medidas necesarias para su manejo.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

COMPONENTE	INDICADOR
Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del suelo Estabilidad del suelo Calidad de agua subterránea Disponibilidad de Agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación Terrestre Fauna Terrestre Hábitat Terrestre
Abióticos	Estructura del paisaje Microclima Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Infraestructura y servicios Calidad de vida Patrones de vida

Descripción de los indicadores ambientales

- *Calidad del aire: emisiones de los vehículos automotores y maquinaria pesada utilizada en las diferentes etapas del proyecto, así como la dispersión del polvo producto de su circulación y el transporte de material pétreo.*
- *Calidad del suelo: daños producidos por el lixiviado de los residuos generados, cambios en el relieve por cortes o rellenos, contaminación por derrame de sustancias.*
- *Estabilidad del suelo: modificaciones que producirá el proyecto en relación a hundimientos y deslizamientos en el sitio.*
- *Calidad del agua subterránea: infiltraciones o vertidos accidentales de contaminantes, tales como: lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames de aceites o combustibles.*
- *Generación de ruido: ruido generado por los vehículos y maquinaria pesada utilizada durante las diferentes etapas del proyecto.*
- *Vegetación terrestre: efectos directos hacia la vegetación presente en la zona y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio.*

- *Hábitat terrestre: efectos directos sobre la fauna, su desplazamiento hacia otras zonas, muerte accidental de especies, reducción o deterioro de sitios de resguardo, etc.*
- *Estructura del paisaje: tomándolo en cuenta como una unidad espacial con patrones de distribución, funcionalidad y flujos de materia, energía e información; se analizarán las afectaciones que el proyecto genere sobre este.*
- *Microclima: Conjunto de afectaciones atmosféricas que caracterizan a un contorno o ámbito reducido. Se hace referencia a todas las modificaciones locales que afecten a pequeña o gran escala directamente a una comunidad.*
- *Calidad sanitaria del ambiente: evalúa las condiciones de servicios ambientales en la zona como: presencia de residuos sólidos y peligrosos, generación de olores o gases y proliferación de fauna nociva.*
- *Empleo y mano de obra: oportunidades de empleo que generará el proyecto. Se consideran únicamente empleos directos temporales o permanentes que puedan surgir.*
- *Infraestructura y servicios: servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como: renta de sanitarios, recolección de basura, renta de maquinaria para mantenimiento, etc.*
- *Calidad de vida: condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región afectados por el proyecto. Toma en cuenta servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud y sanidad (recolección de basura, tratamiento de residuos, etc)*
- *Patrones de vida: modificaciones en la vida de los habitantes del sitio y colindancias.*

4.2. **Metodología para evaluar impactos ambientales.**

Se sugiere un enfoque para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) basado en un modelo de evaluación que fusiona el método de matrices causa y efecto, derivado de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, y el método cuantitativo del Instituto Batelle-Columbus. Este modelo se presenta como un cuadro de doble entrada, donde las acciones generadoras de impacto se listan en las columnas, mientras que los factores ambientales propensos a recibir impactos se detallan en las filas (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000).

La evaluación cuantitativa del impacto ambiental implica la conversión de medidas de impacto, inicialmente expresadas en unidades inconmensurables, a valores conmensurables de calidad ambiental. Estos valores se agregan ponderadamente para obtener el impacto ambiental total. Después de identificar las acciones y los factores ambientales que probablemente se verán afectados, las matrices desarrolladas en este estudio, que vinculan estos aspectos, permitirán obtener una evaluación cualitativa de los impactos ambientales.

La evaluación de los impactos identificados se realizará mediante matrices, empleando criterios de evaluación que abarcan aspectos como naturaleza, magnitud, importancia, grado de certeza, tiempo de aparición, duración, alcance, reversibilidad, tipo, entre otros.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	**Carácter del impacto.**			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	(+)	Positivo.	
		(–)	Negativo.	
		(X)	Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	**Intensidad del impacto.**			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	**Extensión del impacto.**			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno

		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	**Sinergia.**			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	**Persistencia.**			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	**Efecto.**			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	(D)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(I)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	**Momento del impacto.**			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.

		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	**Acumulación.**			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(MC)	**Recuperabilidad.**			
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial	(1)	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	

	del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	**Reversibilidad.**			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	**Periodicidad.**			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	**Importancia del efecto.**			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]		
(CLI)	**Clasificación del impacto.**			
	Partiendo del análisis del rango de la variación del mencionado importancia del efecto (IM).	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y

				menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

No existe una metodología específica aplicable a todos los desarrollos o tipos de impacto, lo que implica que la elección de la metodología de evaluación para cada proyecto es única y varía en función de su naturaleza y características particulares. En este sentido, se puede afirmar que la magnitud e importancia de los impactos dependen de factores y elementos específicos relacionados con el proyecto. Estos elementos incluyen las características inherentes al sitio donde se llevará a cabo el proyecto, como áreas protegidas o de importancia, zonas destacadas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitats, entre otros. Además, la duración de las actividades y los métodos utilizados para la implementación del proyecto también desempeñan un papel crucial en la generación de impactos.

En este contexto, se presenta a continuación una Matriz de Identificación de Impactos que abarca las tres etapas del proyecto. Esta herramienta permitirá una evaluación estructurada y detallada de los posibles efectos en el entorno, teniendo en cuenta los factores mencionados anteriormente. La matriz servirá como guía para identificar, clasificar y comprender mejor la naturaleza y el alcance de los impactos en cada fase del proyecto, lo que facilitará la posterior formulación de estrategias y medidas específicas para minimizar los impactos adversos y maximizar los beneficios.

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	**IMPACTOS IDENTIFICADOS**	**ETAPA DE OCURRENCIA**
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Calidad del Aire	La entrada y salida de los vehículos y maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	PS - C - O
		Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	PS - C - O
	Calidad del suelo	Se consideran las afectaciones de los lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	PS - C
		Posible afectación por la generación de fugas o derrames de	PS – C

		combustibles.	
	Estabilidad del Suelo	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación, se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	PS- C
	Calidad de Agua Subterránea	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a la contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	PS - C - O
	Disponibilidad de agua	Durante la operación el proyecto necesitará el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	O
	Generación de ruido	La construcción generará emisiones sonoras.	PS - C
FACTORES BIÓTICOS	Vegetación terrestre	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	PS
	Fauna Terrestre	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	PS - C
	Hábitat Terrestre	Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto.	PS – C
FACTORES ABIÓTICOS	Estructura de paisaje	Creará un paisaje modificado que cambiará la calidad visual de la zona.	PS - C - O
	Microclima	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	PS - C - O
	Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	PS - C - O
		Residuos de la vivienda generados en la etapa de operación.	O
	Empleo y mano de obra	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	PS - C - O
		Durante algunas etapas se	PS - C

FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Infraestructura y servicios	requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	
		Durante la etapa de operación se requerirá los servicios de Recolección de basura	O
	Calidad de vida	Ganancias económicas por el empleo temporales de los trabajadores	PS - C - O
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra.	PS - C – O

4.3. Matriz de identificación de impactos.

4.3.1. Evaluación de los impactos.

Una vez identificados los principales impactos ambientales, sociales y económicos para cada una de las etapas del proyecto se procede a la evaluación ambiental, con base en los valores que fueron proporcionados en la tabla anterior, siguiendo los pasos que se describen a continuación:

1. Se analizará cada factor impactado asignándole un valor numérico a cada criterio de análisis (mencionados en la tabla anterior)
2. Tomando en cuenta la sumatoria de todos los criterios, se sortearán dichos factores de impacto en las siguientes clasificaciones:
    - *Compatibles (CO):* sumatoria menor o igual a 25.
    - *Moderado (M):* sumatoria entre 25 y 50.
    - *Severo (S):* sumatoria mayor a 50 menor a 75.
    - *Crítico (C):* valores mayores a 75.

La metodología utilizada se deriva del modelo de Fernández, V y Vitoria, (2000), publicado en su libro *"Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental"* unificamos las 3 matrices (por etapa del proyecto) y analizamos los factores dentro de la misma matriz asignando valores diferentes para cada etapa del proyecto, de esta manera podemos

ponderar qué impacto es más significativo para cada etapa y desarrollar un plan de acción específico para mitigar el impacto o minimizarlo.

A continuación, se presenta la tabla de análisis de los factores de impacto en sus diferentes etapas:

FACTOR IMPACTADO	ETAPA EN LA QUE SE GENERARÁ EL IMPACTO	**VALORIZACIÓN POR CRITERIO**											
		CI	**I**	**EX**	**SI**	**PE**	**EF**	**MO**	**AC**	**MC**	**RV**	**PR**	**IM**
CALIDAD DEL AIRE	Preparación del sitio	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
	Construcción	-	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-16**
	Operación y Mantenimiento	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
CALIDAD DEL SUELO	Preparación del sitio	-	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-18**
	Construcción	-	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-17**
	Operación y Mantenimiento	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
ESTABILIDAD DEL SUELO	Preparación del sitio	-	1	2	2	4	1	4	1	4	4	1	**-24**
	Construcción	-	1	2	2	1	1	4	1	4	4	1	**-21**
	Operación y Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Preparación del sitio	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-16**
	Construcción	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-16**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-13**

GENERACIÓN DE RUIDO Y SUPERFICIE AFECTADA	Preparación del sitio	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
	Construcción	-1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-14**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-9**
COBERTURA DE VEGETACIÓN	Preparación del sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	4	1	**-19**
	Construcción	-1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	**-12**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	**-12**
DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA	Preparación del sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	**-16**
	Construcción	-1	1	1	2	4	1	4	4	1	1	1	**-19**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	**-13**
IMPACTO AL HÁBITAT	Preparación del sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	1	**-22**
	Construcción	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	4	**-25**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	**-16**
CALIDAD SANITARIA DEL PAISAJE	Preparación del sitio	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	4	**-20**
	Construcción	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-17**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	1	4	**-22**
CALIDAD ESTÉTICA	Preparación del sitio	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	**-28**

DEL PAISAJE	Construcción	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	**-28**
	Operación y Mantenimiento	-1	2	1	2	4	1	4	1	2	2	2	**-20**
ECONOMÍA LOCAL Y GENERACIÓN DE EMPLEO	Preparación del sitio	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	1	**19**
	Construcción	1	2	4	2	4	1	4	1	1	1	4	**25**
	Operación y Mantenimiento	1	4	4	2	4	1	4	1	2	2	4	**29**
CALIDAD DE VIDA Y BENEFICIOS SOCIALES	Preparación del sitio	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	1	**19**
	Construcción	1	2	4	2	4	1	4	1	1	1	4	**25**
	Operación y Mantenimiento	1	4	4	2	4	1	4	1	2	2	4	**29**
PATRONES DE VIDA SOCIAL	Preparación del sitio	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**16**
	Construcción	1	2	1	2	4	1	4	1	1	1	4	**22**
	Operación y Mantenimiento	1	4	1	2	4	1	4	1	2	2	4	**26**

Una vez analizados estos valores, como se mencionó anteriormente, se realizó una ponderación y un cálculo de promedios para determinar el nivel de incidencia de cada impacto por etapa del proyecto. En la siguiente tabla se resumen dichos promedios.

Promedios.

SUBSISTEMA	**FACTOR**	**ETAPA DEL PROYECTO**			**VALOR DEL IMPACTO**	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	**CONSTRUCCIÓN**	**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**	**PROMEDIO DEL FACTOR**	**PROMEDIO DEL SUBSISTEMA**

ABIÓTICO	CALIDAD DEL AIRE	-13	-16	-13	-14,0	-7,1
	CALIDAD DEL SUELO	-18	-25	26	-5,7	
	ESTABILIDAD DEL SUELO	-16	-16	0	-10,7	
	CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	0	-15	29	4,7	
	GENERACIÓN DE RUIDO Y SUPERFICIE AFECTADA	-14	-16	0	-10,0	
BIÓTICO	COBERTURA DE VEGETACIÓN	-17	-20	19	-6,0	-5,3
	DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA	-17	-20	19	-6,0	
AMBIENTAL	IMPACTO AL HÁBITAT	-20	-21	29	-4,0	
	CALIDAD SANITARIA DEL PAISAJE	-21	-25	25	-7,0	-5,7
	CALIDAD ESTÉTICA DEL PAISAJE	-21	-25	27	-6,3	
SOCIOECONÓMICO	ECONOMÍA LOCAL Y	-18	-19	26	-3,7	

	GENERACIÓN DE EMPLEO					
	CALIDAD DE VIDA Y BENEFICIOS SOCIALES	18	23	27	22,7	19,3
	PATRONES DE VIDA SOCIAL	17	23	25	21,7	
PROMEDIO		18	23	27	22,7	
		16	-16	30	10,0	
		-7,1	-5,3	5,7	19,3	**12,5**

Resultados.

Tomando en cuenta las puntuaciones obtenidas del análisis de los diferentes impactos potenciales que el proyecto podría generar sobre el medio ambiente, se observa que el subsistema con mayor puntuación negativa es el ambiental, principalmente en el rubro de calidad estética del paisaje, debido a la construcción de una vivienda en un predio anteriormente en desuso. En contraste, el subsistema con mayor puntuación positiva es el socioeconómico, ya que el proyecto generará empleos para habitantes de la comunidad durante las primeras etapas de su desarrollo.

Asimismo, la etapa con mayor incidencia sobre el medio ambiente corresponde a la preparación del sitio, seguida de la construcción. No obstante, se implementarán medidas de prevención desde el inicio del proceso constructivo, priorizando la conservación de la vegetación presente como un atractivo estético del predio.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En este segmento, se expondrán el diseño y el programa de implementación de las medidas, acciones y políticas destinadas a prevenir, eliminar, reducir y compensar los impactos previamente identificados y reportados con respecto al proyecto de CASA ARTHOBBIES.

El conjunto de medidas descritas en este capítulo deberá ser aplicado durante las diversas etapas y fases del proyecto, abarcando la preparación, construcción y operación del sitio, según corresponda.

Es crucial distinguir entre dos tipos de medidas:

Medidas Preventivas o Protectoras: Estas acciones están diseñadas para minimizar, antes de su ocurrencia o concreción, los impactos asociados al desarrollo del proyecto. En otras palabras, estas medidas poseen un carácter preventivo y están orientadas a anticipar posibles impactos negativos.

Medidas Mitigadoras: Por otro lado, estas medidas se emplearán para subsanar los daños que inevitablemente se producirán durante todas las etapas del desarrollo del proyecto. Tienen un enfoque correctivo y están diseñadas para contrarrestar o reducir los efectos adversos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto.

El diseño y la implementación efectiva de estas medidas son esenciales para garantizar una gestión ambientalmente responsable y sostenible del proyecto, procurando la preservación del entorno y minimizando los impactos negativos en la medida de lo posible.

4.4. Descripción de las medidas preventivas

La aplicación de medidas preventivas tiene como objetivo principal la ejecución de actividades diseñadas para prevenir los posibles impactos negativos que el desarrollo del proyecto de CASA ARTHOBBIES podría generar tanto en el entorno humano como en el natural.

A continuación, se detalla la primera medida preventiva propuesta:

Principales obras y/o	Componente	Impacto	Caracterización del

actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	ambiental impactado	ambiental	impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Desarrollo de viviendas unifamiliares en la localidad de Sisal Puerto	Suelo y cobertura vegetal	Cambio de uso del suelo y disminución de vegetación secundaria	Impacto negativo, permanente, local, de intensidad moderada y acumulativo, derivado del crecimiento urbano de la zona costera.
Utilización de vialidades urbanas	Suelo y movilidad urbana	Compactación del suelo y aumento del tránsito vehicular	Impacto negativo, permanente, local y de intensidad moderada, con efectos acumulativos sobre la dinámica urbana.
Operación de infraestructura urbana y sanitaria	Agua subterránea	Generación de aguas residuales domésticas	Impacto negativo, permanente y local, de intensidad moderada, mitigable mediante sistemas adecuados de tratamiento y disposición sanitaria.

Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad	Efectos	Tipo de Medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
Preparación del sitio, construcción y operación	Entrada del personal de la obra y ocupantes del proyecto	Flora y fauna	Contaminación del suelo, perturbación de fauna, mala gestión de residuos, incendios accidentales.	Impacto negativo, temporal, local y controlable	Alteración del ecosistema	Preventiva	Antes del inicio de la obra se realizará una plática obligatoria para todo el personal donde se explicarán las medidas ambientales del proyecto: uso obligatorio de sanitarios portátiles, manejo correcto de residuos, prohibición de caza	Registro de capacitación firmado por trabajadores ausencia de infracciones ambientales durante inspecciones.

							de fauna, prohibición de quema de residuos, restricción de mantenimiento de maquinaria dentro del predio y protección de vegetación costera. Se levantará registro de asistencia.	
Preparación del sitio	Delimitación y limpieza de la obra	Flora y suelo	Afectación a la vegetación y el suelo.	Impacto negativo, temporal, puntual y de baja intensidad, debido a que el predio se encuentra en una zona costera y cerca de la franja costera	Reducción parcial de cobertura vegetal	Prevención y mitigación	Se delimitarán previamente las áreas de conservación equivalentes al 30.79% de la superficie total del predio y el 47.32% como área verde,	Evidencia fotográfica de delimitación y conservación de áreas verdes; porcentaje de

							evitando afectaciones fuera del área autorizada. La limpieza será manual y selectiva en la medida de lo posible. Aplicación única durante la preparación del sitio.	superficie conservada.
Preparación del sitio y construcción	Movimiento de maquinaria y materiales	Calidad del aire y ambiente sonoro	Emisión de polvo y ruido	Impacto negativo, temporal, local y de baja intensidad	Alteración temporal de la calidad del aire y confort acústico	Prevención	Se implementará un reglamento interno para el uso de maquinaria y vehículos, que contemplará la prohibición de realizar mantenimiento dentro del predio,	Bitácoras de mantenimiento y registros fotográficos de riego del predio.

							la revisión técnica de los equipos, el uso de rutas definidas y su operación únicamente por personal capacitado. Asimismo, se realizará el riego periódico del área de trabajo para el control de polvo y el mantenimiento preventivo de la maquinaria, en cumplimiento con las NOM-041-SEMARNAT y NOM-045-SEMARNAT. En caso de que los	

							niveles de ruido resulten excesivos, se limitarán los horarios de operación y se suspenderán las actividades en horario nocturno para evitar molestias a la población cercana y a la fauna local.	
Construcción	Generación de aguas residuales.	Agua	Afectación por efluentes de aguas residuales.	Impacto negativo, permanente, local y de intensidad moderada	Riesgo de contaminación	Prevención y mitigación	Durante la construcción se instalarán sanitarios portátiles administrados por empresa autorizada. En	Mantenimiento peroódico del SITAR DLD y ausencia de descargas directas al suelo.

							operación se instalará un SITAR DLD 14 de 5,200 L/día.	Registro de incidentes y aplicación inmediata del protocolo.
Construcción y operación	Generación de residuos sólidos.	Suelo	Contaminación del suelo, dispersión de residuos fuera de contenedores.	Impacto negativo, temporal, puntual y mitigable	Riesgo de contaminación del suelo	Preventivas	Instalación de contenedores con tapa identificados para separación de residuos orgánicos, inorgánicos y reciclables. Los contenedores se ubicaran sobre superficies impermeabilizadas con lona. Los residuos serán retirados periódicamente	Inspecciones visuales periódicas y ausencia de residuos fuera de contenedores. Registros de limpieza y ausencia de residuos visibles en el predio.

							por servicio autorizado.	
Preparación del sitio	Pérdida de especies	Flora y Fauna	Pérdida de fauna, fauna y alteraciones al ecosistema.	Impacto negativo, temporal, puntual y mitigable	Reducción de la flora y fauna	Prevención	Antes de iniciar las obras se realizará una inspección ambiental para detectar especies de flora y fauna. En caso necesario se realizará su reubicación a zonas cercanas seguras. Se prohíbe la caza, captura o daño a fauna.	Registro inspección ambiental de inicial y de reporte especies observadas.

Indicadores de Cumplimiento:

Indicador para la Medida de Manejo de Residuos Sólidos: El parámetro de éxito consiste en mantener el área del proyecto completamente libre de contaminantes dispersos mediante la correcta distribución y uso de contenedores en el sitio. El indicador cuantitativo y cualitativo se define como la recolección, manejo integral y posterior retiro del 100% de los residuos sólidos generados a través de una empresa debidamente autorizada para su disposición final, mitigando con ello la afectación potencial al suelo, subsuelo, cuerpos de agua y paisaje local.

Indicador para la Medida de Manejo de Sustancias Contaminantes: Ante la ocurrencia de fugas incidentales en la maquinaria pesada o vehículos de transporte, el parámetro de cumplimiento obliga a la suspensión inmediata de las actividades del equipo involucrado y su posterior retiro del área operativa para su traslado a un taller especializado. El indicador de efectividad se fundamenta en la utilización total de materiales absorbentes industriales para lograr el control y confinamiento absoluto del derrame, cumpliendo el objetivo técnico de evitar la contaminación del suelo, el subsuelo y la infiltración hacia el manto freático.

Indicador para la Vigilancia y Delimitación: El parámetro técnico de cumplimiento consiste en la comprobación y verificación constante en campo, mediante el uso de dispositivos de posicionamiento global (GPS), de que todas las actividades constructivas y operativas se desarrollen de manera exclusiva dentro de las áreas de desplante autorizadas. Este indicador garantiza de forma objetiva la total ausencia de invasiones, afectaciones o desmontes fuera de los límites perimetrales del predio.

5. ANEXOS (DOCUMENTACIÓN, ESTUDIOS Y ARCHIVOS DIGITALES)

Se entrega un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental. Asimismo, como **Anexo 1**, se entrega el estudio completo grabado en memoria magnética (USB), incluyendo imágenes, planos e información en formato PDF.

De igual manera, se encontrarán los siguientes anexos:

Anexo 2. Cronograma de actividades

Anexo 3. Programa Integral de manejo de residuos

Anexo 4. Plano Arquitectónico con áreas verdes y de conservación

Anexo 5. Documentación del promovente

Anexo 6. Resumen Ejecutivo

Anexo 7. Cálculo de aguas residuales y ficha técnica de sistema de tratamiento de aguas residuales.

Anexo 8. Responsable técnico

Bibliografía.

5. Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.
6. Brokaw, N., Bonilla, N., Knapp, S., MacVean, A., Ortiz, J. J., Peña-Chamorro, M., . & Tun-Garrido, J. (2011). Arboles del mundo maya. Natural History Museum, Mérida.
7. Calderón R., Bahena B., Calmé S. (2005). Anfibios y reptiles de la reserva de la biosfera de Sian Ka´an y zonas aledañas. Fondo para el medio ambiente mundial. Quintana roo, México. 111p
8. Centro De Investigaciones Científicas De Yucatán. (s.f). *Flora de la península de Yucatán. de*
9. Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.

10. Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.

11. Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

12. Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.

13. Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.

14. Fernández, V y Vitora (2000). Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental". Segunda edición. Madrid, España.

15. Flores, S. J. y Espejel, C. I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Fasc. 3. UADY. 135 p.

16. Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.

17. García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

18. García-Gil, G. y Graniel-Castro E. (2010). Geología. En Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Durán García R. y M. Méndez González (eds.). Mérida [Yucatán]: Centro de Investigación Científica de Yucatán / Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.

19. Guadarrama P., Salinas P.L, Ramos Z.J., Castillo A.S., Bonilla V. L., Chiappa C.X. 2016. Métodos de estudio en comunidades vegetales costeras de Yucatán y guía de campo. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de apoyo a proyectos para la innovación y mejoramiento de enseñanza (PAPIME). Mérida, Yucatán. 171 p.

20. Hubp, J. L., Quesado, J. F. A., y Pereño, R. E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.

21. J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.

22. Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.

23. Llamosa N. E., Rodríguez M. G., (2011). Aves comunes de la península de Yucatán. Editorial Dante. Mérida Yucatán. 144p.

24. López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.

25. Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.

26. Matteucci. D. s., Colma A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía 22. Serie biología. Secretaria general de la organización de los estados americanos, programa regional de desarrollo científico y tecnológico, Washington D.C.

27. Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.

28. Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.

29. Orellana R., Balam K.M., Bañuelos I., García M.E., González–Iturbe J.A., Herrera C.F. y Vidal L.J. 1999. Evaluación climática. En: García de Fuentes A. y Córdoba–Ordoñez J. Eds. Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán, pp.163–182 Universidad Autónoma de Yucatán, México.

30. Pennington T.D. y Sarhukán J. 1998. Arboles tropicales de México. Universidad Nacional Aútonoma de México y Fondo Cultural. México, D.F. 52 1 p.

31. Pla, Laura. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590. Recuperado en 10 de agosto de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006000800008&lng=es&tlng=es

32. Secretaría de desarrollo sustentable. (S. F.). Bitácora ambiental, Programa del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán. https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/index.php

33. Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.

34. Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años.

35. UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.

- Bautista, F. (2010). El suelo. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY/PPD-FMAM/CONABIO/SEDUMA, Mérida, 14-16.
- Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.
- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.
- Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.
- Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- DOF. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Jueves 30 de diciembre de 2010.
- Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.

- Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- Friedman, J. B. (Ed.). (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García-Gil, G. y Graniel-Castro E. (2010). Geología. En Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Durán García R. y M. Méndez González (eds.). Mérida [Yucatán]: Centro de Investigación Científica de Yucatán / Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.
- Hubp, J. L., Quesado, J. F. A., y Pereño, R. E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.
- J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.
- Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.
- López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.
- Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.
- Potenciano, A. B., Cubells, F., Andueza, V. I. L., Martínez, V. C. O., Girbés, P. M., & Palmar, E. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR).
- Secretaria de Fomento Económico (SEFOE). http://www.sefoe.yucatan.gob.mx/secciones/ver/yobain
- Consultado el día xx de xxxx

- Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.
- Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años.
- UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.

LITERATURA CITADA.

- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.
- Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.
- Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.
- Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.

- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.
- Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.
- López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.
- Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.
- UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.