RESPONSABLE TÉCNICO:

Noviembre, 2025

Resumen

Ejecutivo

“Residencia Modular Costera”

Modalidad Particular

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

1.1. Datos generales del proyecto

El proyecto denominado "Residencia Modular Costera" consiste en la construcción e instalación de una vivienda unifamiliar de bajo impacto ambiental en la localidad de Chabihau, municipio de Yobaín, Yucatán.

La edificación se desarrollará mediante módulos habitacionales tipo contenedor sobre una estructura elevada en pilotes, con el objetivo de minimizar el contacto con el suelo natural y reducir el movimiento de tierra.

El conjunto incluirá dos habitaciones, dos baños, cocina, sala y terraza, distribuidos en una superficie reducida y funcional.

El proyecto utilizará dos predios contiguos:

- Tablaje 3115, con superficie de 400.00 m², destinado a área de conservación y reforestación.
- Tablaje 4558, con superficie de 487.85 m², donde se ubicará la vivienda modular.
- Total de superficie legal: 887.85 m^2

El diseño prioriza la permeabilidad del terreno, el uso de materiales reciclados (contenedores) y la protección del ecosistema costero.

El predio se encuentra aproximadamente a 40 metros de la línea de costa y a 5.5 kilómetros del centro de la localidad de Chabihau, lo que le permite mantener una conexión directa con la infraestructura vial existente, sin requerir apertura de nuevas vialidades ni urbanización adicional. La localización favorece un acceso rápido a los servicios básicos disponibles en la comunidad y una integración armónica con el entorno costero natural.

Cabe señalar que la cédula catastral y el plano del predio presentan una superficie diferente, ya que el predio original con tablaje 4558 contemplaba una porción de la carretera, la cual fue excluida en la delimitación actual. Por lo tanto, el proyecto contempla una superficie total de 823.2 m², considerando el derecho de vía de 20 metros y dejando libre el área correspondiente a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).

1.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto es denominado "Residencia Modular Costera".

1.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en la carretera costera Telchac Puerto – Dzilam de Bravo (carretera estatal 27), dentro de la localidad de Chabihau, municipio de Yobaín, Yucatán.

Los predios se encuentran en zona costera con vista al litoral, dentro de un entorno predominantemente residencial y turístico de baja densidad, característico de la franja norte del estado.

El sitio cuenta con acceso directo por la carretera costera, facilitando el traslado de materiales y servicios básicos.

1.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil estimado de la Residencia Modular Costera es de aproximadamente 30 años, pudiendo extenderse con mantenimiento adecuado de los contenedores y la estructura metálica.

Al estar construida con materiales reutilizados y sistema modular desmontable, la vivienda es reversible y reubicable, permitiendo un ciclo de vida sustentable y un impacto ambiental mínimo durante todas sus etapas.

1.2. Datos del promovente

1.2.1. Nombre o razón social del promovente

ANA FABIOLA GABER ARISTI

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP del promovente

1.2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.3.1. Nombre del responsable técnico del estudio

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP del responsable

1.3.3. Dirección del responsable técnico del estudio

1.3.4. Cédula profesional

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Información general del proyecto

El proyecto denominado "Residencia Modular Costera" consiste en la construcción e instalación de una vivienda unifamiliar de dos niveles, desarrollada a partir de contenedores marítimos reutilizados adaptados como módulos habitacionales.

La edificación se levantará sobre una estructura elevada en pilotes, lo que permite conservar la permeabilidad del terreno, evitar movimientos de tierra y mantener el flujo natural del agua.

La vivienda contará con dos habitaciones, dos baños, cocina, sala y terraza, integradas en un diseño compacto y sustentable que aprovecha materiales reciclados y reduce significativamente los impactos físicos y biológicos en el entorno.

2.2.1 Ubicación y dimensiones del proyecto

El proyecto Residencia Modular Costera contempla una superficie total de 823.20 m², distribuida en diferentes áreas de uso y conservación que garantizan un equilibrio entre el aprovechamiento habitacional y la preservación ambiental del entorno costero.

La huella de construcción representa únicamente el 9.00% del predio, correspondiente a la vivienda principal (74.11 m²), mientras que la cisterna (5.06 m²) y el sistema de tratamiento de aguas residuales (4.25 m²) suman un 1.13% adicional, evidenciando un diseño compacto y de bajo impacto.

El área verde constituye un componente fundamental del proyecto, ocupando el 49.80% de la superficie total. De esta proporción, 54.34 m² corresponden a áreas ajardinadas que rodean la vivienda, y 355.59 m² se destinan como área de conservación, ubicada principalmente en el predio colindante con la franja costera, la cual permanecerá sin intervención constructiva para preservar la vegetación natural y servir como barrera ambiental.

Por su parte, las circulaciones ocupan 121.47 m² (14.76%), mientras que el derecho de vía abarca 208.38 m² (25.31%), manteniendo libre la franja correspondiente a los 20 metros reglamentarios y respetando completamente la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).

En conjunto, la distribución de áreas refleja un aprovechamiento responsable del terreno, priorizando la conservación de la cobertura vegetal y la permeabilidad natural del suelo, en concordancia con los criterios ecológicos aplicables al sitio.

Tabla 1. Cuadro de áreas del proyecto

CUADRO DE ÁREAS			
Rubro	**Destino**	**Área**	**%**
Huella de construcción	Vivienda	74.11	9.00%
	Cisterna	5.06	0.61%
	SITAR	4.25	0.52%
Área verde	Área ajardinada	54.34	6.60%
	Área de conservación	355.59	43.20%
Circulaciones		121.47	14.76%
Derecho de vía		208.38	25.31%
TOTAL		823.2	100.00%

Figura 1. Plano de superficies del proyecto

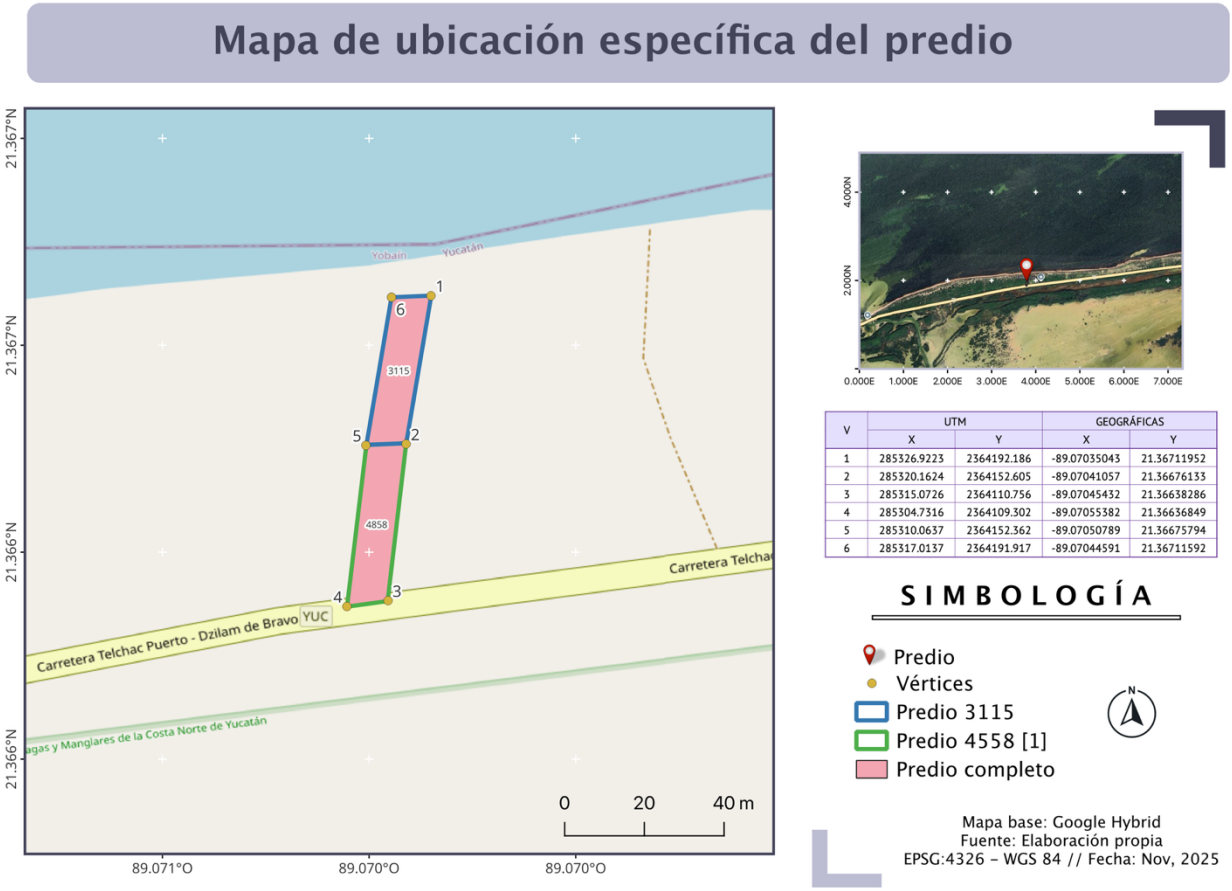


Figura 2. Mapa de ubicación general del proyecto evaluado.

Así mismo, y de acuerdo con la "Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad: particular" (SEMARNAT, 2022)[1], se presenta la ubicación específica del proyecto en coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) zona 16N y en el sistema de coordenadas geográficas, como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 2. Coordenadas del predio

V	UTM		GEOGRÁFICAS	
	X	Y	X	Y
1	285326.9223	2364192.186	-89.07035043	21.36711952
2	285320.1624	2364152.605	-89.07041057	21.36676133
3	285315.0726	2364110.756	-89.07045432	21.36638286
4	285304.7316	2364109.302	-89.07055382	21.36636849
5	285310.0637	2364152.362	-89.07050789	21.36675794
6	285317.0137	2364191.917	-89.07044591	21.36711592

[1] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2022). Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico, modalidad:particular. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

2.2.2 Inversión requerida

De acuerdo con el diseño arquitectónico, requerimientos técnicos, constructivos y ambientales, se estima una inversión $1,000,000.00 m.n. de los cuales, el 5% será destinado a la ejecución de las medidas de prevención como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Inversión estimada de la obra y medidas ambientales.

INVERSIÓN DESTINADA A MEDIDAS AMBIENTALES			
TIPO DE MEDIDA	**No. Medidas**	**% destinado**	**Monto destinado**
PREVENCIÓN	10	80%	$ 40,000.00
MITIGACIÓN	2	10%	$ 10,000.00
Total de inversión en medidas de prevención y mitigación		*5%*	50,000.00
Monto de obra		$	950,000.00
Monto total de obra		**$**	**1,000,000.00**

2.2.3 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto Residencia Modular Costera se desarrollará en una zona costera de baja densidad de ocupación, dentro de la localidad de Chabihau, municipio de Yobaín, Yucatán, caracterizada por viviendas de descanso con infraestructura básica y servicios individuales.

No se prevén obras de urbanización ni apertura de vialidades, ya que el predio cuenta con acceso directo desde la carretera costera Telchac Puerto–Dzilam de Bravo (carretera estatal 27). Únicamente se habilitará un acceso peatonal y vehicular menor con superficie de arena compactada que conectará con la vivienda.

Los servicios requeridos durante las etapas de construcción y operación serán de tipo individual, de bajo consumo y con un enfoque sustentable:

- Energía eléctrica: se obtendrá mediante conexión a la red local existente.
- Agua potable: será suministrada por pipa y almacenada en una cisterna con capacidad suficiente para cubrir las necesidades domésticas y de mantenimiento.
- Aguas residuales: se tratarán mediante un sistema DLD14, el cual permitirá la depuración del agua para su reutilización en riego de vegetación dentro del predio, sin realizar descargas al suelo ni al acuífero.
- Residuos sólidos urbanos: se almacenarán temporalmente en contenedores cerrados y serán retirados por el servicio municipal de recolección.

El proyecto no contempla ampliaciones de infraestructura pública ni la instalación de redes adicionales, por lo que su impacto urbano será mínimo, manteniendo una integración armónica con el entorno costero y promoviendo el uso eficiente de los recursos.

2.3 Características particulares del proyecto

El proyecto Residencia Modular Costera consiste en la construcción e instalación de una vivienda unifamiliar de dos niveles mediante el acondicionamiento de contenedores marítimos reutilizados, colocados sobre una estructura elevada en pilotes que permite conservar la permeabilidad natural del terreno.

La vivienda contará con dos habitaciones, dos baños, cocina, sala y terraza, integradas en un diseño compacto y funcional que reduce el impacto ambiental y se adapta a las condiciones del entorno costero.

No se realizarán procesos de urbanización ni apertura de vialidades; el abastecimiento de agua será mediante pipa y cisterna, el tratamiento de aguas residuales a través de sistema DLD14 con reutilización para riego, y la energía eléctrica se obtendrá de la red local existente.

A continuación, se muestran las actividades y etapas del proyecto.

Tabla 4. Obras y actividades programadas del proyecto.

Etapa	*Actividad*
Preparación del sitio	1. Delimitación del área de intervención.
	2. Limpieza ligera y retiro de residuos o vegetación secundaria.
	3. Nivelación mínima del terreno y trazo del proyecto.
Construcción e instalación	4. Transporte y colocación de los contenedores en sitio.
	5. Ensamblaje, adecuaciones estructurales y acabados.
	6. Instalación de servicios (eléctrico, hidráulico, sanitario).
	7. Revegetación perimetral y limpieza final del área de trabajo.
Operación y mantenimiento	8. Uso habitacional y manejo de residuos domésticos.
	9. Operación de sistema de tratamiento de aguas residuales.
	10. Mantenimiento general de la vivienda y áreas verdes.

2.3.1 Programa de trabajo

El programa de ejecución del proyecto considera un plazo de 24 meses, sin embargo, por la naturaleza del proyecto, el tiempo de vida útil del proyecto es indefinido, y se podrá continuar su operación y habitabilidad siempre y cuando se conserven las áreas verdes, amenidades, acabado e instalaciones en correctas condiciones. Este proyecto pretende dar inicio cuando se cuente con todos los permisos correspondientes para su construcción y operación.

A continuación, se presenta el programa de trabajo mediante un diagrama de Gantt proyectado a 12 bimestres (24 meses), considerando jornadas laborales de 8 horas y 6 días por semana, quedando también dispuesto a factores ambientales e hidrometeorológicos que obliguen la interrupción de las obras.

Tabla 5. Programa de trabajo de las obras del proyecto (diagrama de Gantt).

	BIMESTRES											
Etapa / Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio												
1. Delimitación del área de intervención	■											

2. Limpieza ligera y retiro de residuos o vegetación secundaria	■										
3. Nivelación mínima del terreno y trazo del proyecto	■										
Construcción e instalación											
4. Transporte y colocación de los contenedores en sitio		■									
5. Ensamblaje, adecuaciones estructurales y acabados		■	■								
6. Instalación de servicios (eléctrico, hidráulico, sanitario)			■								
7.Llimpieza final del área de trabajo				■							
Operación y mantenimiento											
8. Uso habitacional y manejo de residuos domésticos					■	■	■	■	■	■	■	■
9. Operación de sistema de tratamiento de aguas residuales (DLD14)					■	■	■	■	■	■	■	■
10. Mantenimiento general de la vivienda y áreas verdes						■	■	■	■	■	■	■

2.3.2 Preparación del sitio

Esta etapa incluye las labores iniciales necesarias para acondicionar el terreno antes del montaje de los contenedores. Las acciones se realizarán de manera manual o con maquinaria ligera, sin modificar significativamente la topografía ni remover grandes volúmenes de suelo. El objetivo es preparar el área de trabajo manteniendo la estabilidad y permeabilidad del terreno.

2.3.3 Etapa de construcción

Durante esta etapa se llevará a cabo el montaje de la estructura modular de la vivienda, la adecuación de los contenedores y la instalación de los servicios básicos. Debido a la naturaleza del sistema constructivo (basado en módulos prefabricados), las actividades se desarrollarán en menor tiempo y con un impacto ambiental considerablemente reducido en comparación con una obra tradicional.

2.3.4 Etapa de operación y mantenimiento

Esta etapa corresponde al uso cotidiano de la vivienda y a las acciones periódicas de mantenimiento, enfocadas en conservar las condiciones estructurales y ambientales del proyecto. Dado que se trata de una residencia de baja ocupación, las actividades previstas son de bajo impacto y se realizarán de manera rutinaria.

2.3.5 Etapa de abandono del sitio

No se contempla etapa de abandono debido a la naturaleza del proyecto.

2.3.6 Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.

2.3.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y gases a la atmosfera

El proyecto Residencia Modular Costera generará volúmenes reducidos de residuos durante sus distintas etapas, dada su escala doméstica y su sistema constructivo modular que minimiza el uso de materiales y procesos tradicionales.

El manejo de los residuos sólidos y líquidos se realizará conforme al Plan Integral de Manejo de Residuos (PIMR), el cual se presenta como anexo a esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en este apartado solo se describen de manera general los aspectos más relevantes.

Durante la construcción e instalación, los residuos sólidos estarán compuestos principalmente por restos de material vegetal, plásticos, cartón, metales y empaques, mientras que en la etapa de operación se generarán residuos sólidos urbanos (RSU) de tipo doméstico, manejados mediante separación y recolección por el servicio municipal.

En cuanto a las aguas residuales, estas serán tratadas mediante un sistema DLD14, cuyo efluente se reutilizará para riego dentro del predio, sin descargas al suelo ni al acuífero.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas derivadas del proyecto serán temporales, puntuales y de baja magnitud, originadas principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Estas emisiones provendrán del uso de maquinaria ligera, vehículos de transporte y herramientas de combustión, generando dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_2) y material particulado (PM10) por polvo y movimiento de materiales.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, las emisiones serán mínimas y se limitarán a las generadas por el uso ocasional de vehículos, el consumo eléctrico y la actividad doméstica. No se prevé el uso de generadores o equipos de combustión continua.

Se implementarán medidas de control como mantenimiento preventivo de vehículos, prohibición de quemas a cielo abierto y humectación ligera de superficies durante las maniobras de obra, asegurando niveles de calidad del aire dentro de los límites establecidos por la normatividad ambiental aplicable.

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

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán tiene por objeto regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el crecimiento urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales del estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar en el territorio estatal. Que, derivado de lo anterior, hace más de dieciséis años se expidió el Decreto 793/2007 por el que se formuló y expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007, y

desde entonces este programa no había sido actualizado, a pesar de su trascendencia para la conservación del medio ambiente del estado de Yucatán a la par del desarrollo económico y social hasta el Decreto 692/2023 publicado el 5 de diciembre del 2023.

Mediante el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se establece el "Modelo de Ocupación del Territorio" para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial.

El modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen el uso racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado. Con base en lo anterior, se establece un Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán que incluye la zonificación funcional o propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos en cada región del territorio.

El establecimiento del modelo considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado. Los usos de suelo corresponden a las diferentes actividades sectoriales que se realizan o pueden realizarse en el territorio estatal. La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento de este en donde se ubican las Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Cada una de las unidades de gestión ambiental reconocidas para el Estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo, bajo las siguientes políticas. De acuerdo con lo anterior, el proyecto se ubica en la UGA013-APROV-DZI como se muestra en la siguiente Figura.

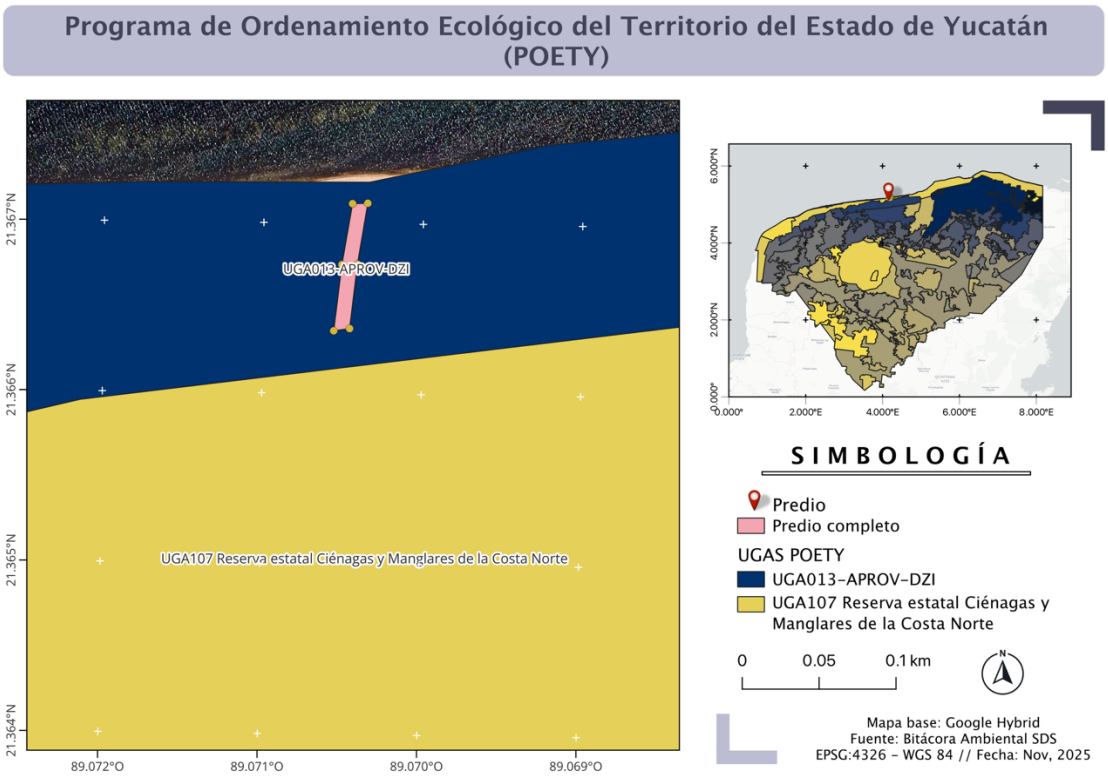


Figura 3. Mapa de identificación de la unidad de gestión ambiental del POETY correspondiente al proyecto.

La política de aprovechamiento se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, de modo que se realice el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable. Esta política se asigna a espacios que no forman parte de un ANP, y en unidades de gestión ambiental con cobertura vegetal modificada y/o impactada, así como aquellas donde se desarrolla actualmente actividades sectoriales, y por lo tanto se consideran zonas apropiadas para que el aprovechamiento de los recursos naturales no resulte en impactos negativos al medio ambiente.

Principales Tipos de Uso en el Estado de Yucatán.

NO	ACTIVIDAD	CLAVE	DEFINICIÓN
1	Acuacultura de agua dulce	ACUA_D	Comprende a la infraestructura y servicios requeridos por la actividad para la cría y engorda de especies de agua dulce que se realicen en tierra firme.
2	Acuacultura salobre	ACUA_S	Comprende a la infraestructura y servicios requeridos por la actividad para la cría y engorda de especies de agua salobre que se realicen en tierra firme.
3	Agricultura tecnificada	AGR_TEC	Agricultura comercial que se desarrolla en grandes extensiones, utiliza infraestructura para el riego de los cultivos e incorpora diversas tecnologías y soluciones (maquinaria, aplicación de agroquímicos, semillas mejoradas, entre otros) para mejorar la eficiencia y aumentar la producción
4	Agricultura extensiva	AGR_EXT	Agricultura comercial que se desarrolla en grandes extensiones, depende de la precipitación pluvial e incorpora diversas tecnologías y soluciones (maquinaria, aplicación de agroquímicos, semillas mejoradas, entre otros) para mejorar la eficiencia y aumentar la producción.
5	Apicultura	API	Corresponde a la crianza y cuidado de abejas con y sin aguijón, mediante el cual se obtienen productos como miel, jalea, propóleo, cera y polen.
6	Asentamientos humanos	AH	Se refiere al establecimiento de nuevos centros poblacional en zonas donde sea factible el aprovechamiento de la infraestructura y servicios actuales, y se contenga la expansión urbana desordenada.
7	Energía eólica	EEO	Comprende la generación de energía eléctrica aprovechando la energía del viento, mediante la construcción de parques eólicos que requieran la instalación de generadores de más de 0.5 MW de capacidad.
8	Energía fotovoltaica	EFOT	Comprende la generación de energía eléctrica aprovechando la energía solar, mediante de centros mayores a 5 MW de capacidad instalada.
9	Forestal	FOREST	Se refiere a la actividad en sitios con vegetación forestal o vegetación secundaria nativa que produce bienes y servicios forestales que pueden ser sujetos de aprovechamiento forestal maderable y/o no maderable.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán - Unidades de Gestión Ambiental

UGA013-APROV-DZI

Lineamientos ambientales
Propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.255 km2 para el desarrollo de las actividades compatibles.

Criterios Generales
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Matriz de compatibilidades		Criterios de regulación ecológica
Acuacultura de agua dulce	C	1, 2, 3, 4
Acuacultura salobre	C	1, 2, 3, 4
Agricultura tecnificada	INC	
Agricultura extensiva	INC	
Apicultura	INC	
Energía eólica	INC	
Energía fotovoltaica	INC	
Infraestructura	COND	1, 2, 3
Forestal	COND	1, 2, 3, 4, 5
Industrial	INC	
Milpa maya	INC	
Minería no metálica	INC	
Pecuario bovino	INC	
Pecuario porcino	INC	
Pecuario avícola	INC	
Pesca	COND	1, 2
Turismo de naturaleza	C	1, 2
Turismo de sol y playa	C	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Turismo convencional	COND	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Asentamientos humanos	COND	1, 3, 4, 11, 13, 14, 15

C= Compatible COND = Condicionado INC= Incompatible

Estrategia de regulación ecológica
Las estrategias aplicables serán aquellas correspondientes a los sectores compatibles.

El proyecto "Residencia Modular Costera" ubicado en la UGA013-APROV-DZI presenta un uso "CONDICIONADO" por lo tanto, es posible llevar a cabo el proyecto siempre y cuando el promovente cumpla a cabalidad con la normatividad aplicable, restricciones, regulaciones y condicionantes que la Secretaria determine.

En congruencia con las tablas anteriores, el uso de suelo de asentamientos humanos se considera CONDICIONADO conforme a los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, por lo tanto, el proyecto se encuentra a expensas de la evaluación y aprobación de la Secretaría y de las condiciones que esta resuelva para el proyecto.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETCY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)[2] es un instrumento jurídico de planeación, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial que maximice el consenso entre los actores sociales y minimice el conflicto sobre el uso del suelo. Tiene por objeto llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio costero del estado de Yucatán, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico; y establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para su conservación y desarrollo. Lo establecido en este programa de ordenamiento ecológico no será aplicable a las áreas naturales protegidas que se encuentren dentro del territorio que se regula. Dichas áreas se regirán conforme a lo establecido en sus programas de manejo.

Al igual que su homólogo general del estado, el POETCY estructura el territorio costero en unidades de gestión ambiental, (UGA), las cuales son las unidades mínimas territoriales en las que se aplican las políticas ambientales, criterios de regulación ecológica y actividades y usos de suelo referidos en este decreto. De acuerdo con esto y la base cartográfica del ordenamiento costero, el proyecto se localiza en la YOB05-BAR_C2-R como se muestra en la siguiente figura, seguido de la tabla descriptiva de la UGA.

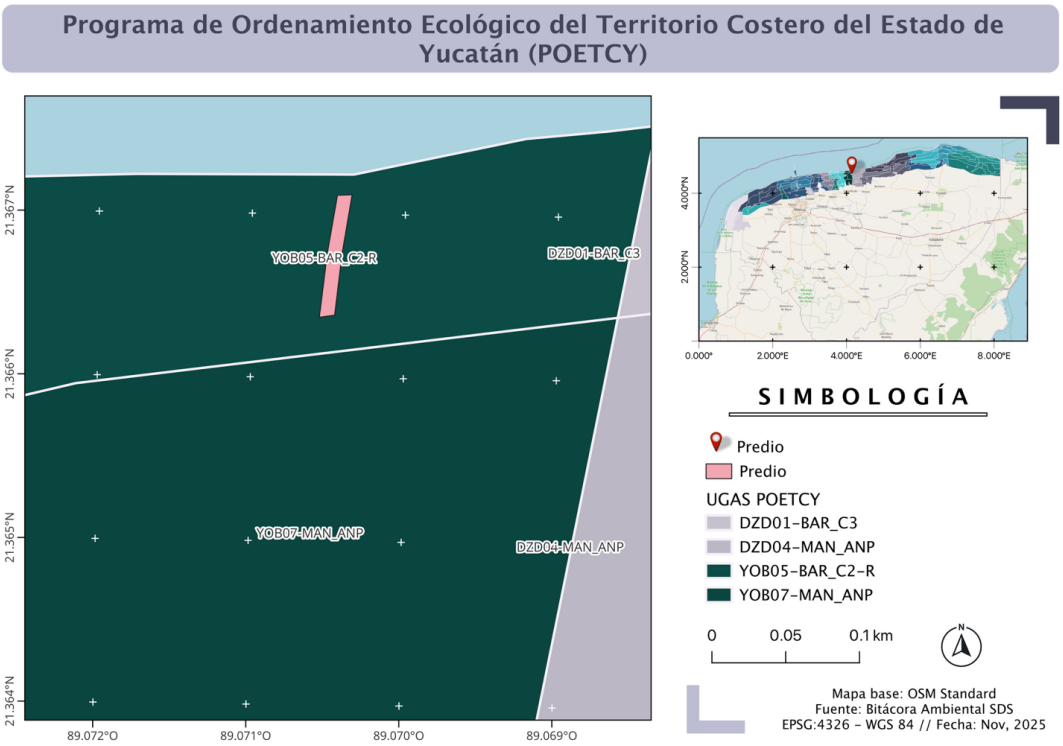


Figura 4. Mapa de identificación de la unidad de gestión ambiental del POETCY correspondiente al proyecto.

[2] Secretaría de Desarrollo Sustentable, (2015). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. Gobierno de Yucatán.

De acuerdo con la información del **POETCY**, la Unidad de Gestión Ambiental **(UGA YOB05-BAR_C2-R)** en la que se localiza el proyecto clasifica el uso de **"Vivienda Unifamiliar"** como **uso actual**, aunque se considera **incompatible** dentro de las proyecciones del ordenamiento. Sin embargo, es importante destacar que el proyecto **Residencia Modular Costera no implica un cambio de uso del suelo**, ya que el predio mantiene el mismo tipo de aprovechamiento habitacional presente en la zona.

A diferencia de un desarrollo urbano convencional, la **vivienda modular propuesta** presenta un **carácter ambientalmente responsable y de muy baja densidad**, construida mediante **contenedores marítimos reutilizados** sobre una **estructura elevada en pilotes**, lo que reduce significativamente la remoción de suelo, el movimiento de materiales y la impermeabilización del terreno.

Asimismo, el proyecto no contempla obras de urbanización, apertura de vialidades ni instalación de infraestructura a gran escala. La superficie del predio se mantendrá **mayoritariamente permeable**, destinando una parte al **área de conservación**, incluyendo la franja de la **ZOFEMAT**, donde **no se realizará ningún tipo de construcción**.

Por su escala, materiales y diseño sustentable, el proyecto **no altera el uso actual del suelo** ni genera presiones adicionales sobre el ecosistema costero. Por el contrario, promueve un modelo de **ocupación ordenada y de bajo impacto**, en concordancia con los objetivos de conservación y aprovechamiento responsable establecidos por el **POETCY**.

A continuación, se llevará a cabo la vinculación con los criterios aplicables a la UGA YOB05-BAR_C2-R.

3.1.1. Normas Oficiales Mexicanas

En consonancia con la naturaleza del proyecto, se consultaron las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia urbano y ambiental.

- En materia de suelo y agua

NOM-003-CNA-1996.- Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

> Congruencia: Dada la vulnerabilidad del medio, se optó por contar con un sistema de almacenamiento mediante la instalación de una cisterna para el almacenamiento de agua, abastecida mediante pipas de agua para uso doméstico. No se considera la apertura de ningún pozo en el proyecto.

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

En el caso del proyecto Residencia Modular Costera, no se realizarán descargas de aguas residuales a ningún cuerpo receptor, bien nacional o zona federal, durante ninguna de las etapas del proyecto (preparación, construcción, operación o mantenimiento).

Las aguas residuales domésticas generadas se conducirán a un sistema DLD14, el cual realizará su tratamiento primario y secundario. El efluente tratado será reutilizado para el riego de vegetación dentro del predio, evitando por completo descargas al subsuelo, al manto freático o a cuerpos de agua superficiales.

- En materia de flora y fauna

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.

Congruencia: De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y posterior al estudio de flora y fauna expresado en el Capítulo IV de este documento, se identificaron una especie de flora. No se registró la presencia de ninguna especie de fauna presente dentro de la NOM-059-SEMARNAT, por lo que no es necesario realizar ningún programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación para el desarrollo del proyecto.

- En materia de la atmósfera

NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Congruencia: Los vehículos que se utilizarán durante la etapa de preparación de sitio y construcción, emitirán gases a la atmosfera provenientes de fuentes móviles, por lo tanto, se considera que tendrán un menor impacto ya que la maquinaria que se utilizará tendrá sus respectivos mantenimientos.

NOM-043-SEMARNAT-1993.- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

Congruencia: El cumplimiento indirecto a través de la verificación vehicular que realiza la organización a sus vehículos utilitarios: camionetas de supervisión y contratistas.

NOM-045-SEMARNAT-2017.- Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Congruencia: En la vinculación con esta NOM, para la contratación de maquinaria y vehículos motorizados será requisito la verificación vehiculas y mantenimiento periódico.

- 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.

Congruencia: Se considera que la emisión de ruido en cualquier etapa del proyecto no rebasará los 65 dB. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para la construcción (equipo pesado). Sin embargo, debido a la ubicación del proyecto no se considera sea perjudicial para la población.

3.1.2. Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas

El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida.

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

En este capítulo se presentará los factores físicos y naturales del ecosistema donde se pretende desarrollar el proyecto "Residencia Modular Costera" con la finalidad de identificar las condiciones actuales, así como, la vocación del territorio para el soporte del desarrollo o deterioro.

4.1. Delimitación del área de influencia del proyecto

4.1.1. Áreas de afectación

Para determinar el área de influencia del proyecto, se tomó como principal referencia la metodología propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018)[3], a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales de Colombia en la "Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia. Con base a lo anterior, se analizaron 4 factores ambientales principales de afectación y 1 socioeconómico, los cuales, describen a continuación:

- Afectación Bioquímica
- Afectación Física
- Afectación Visual
- Afectación Auditiva
- Afectación socioeconómica

De acuerdo con la definición establecida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2018), el Sistema Ambiental (SA) corresponde al territorio potencialmente susceptible de ser afectado de forma directa o indirecta por las actividades del proyecto.

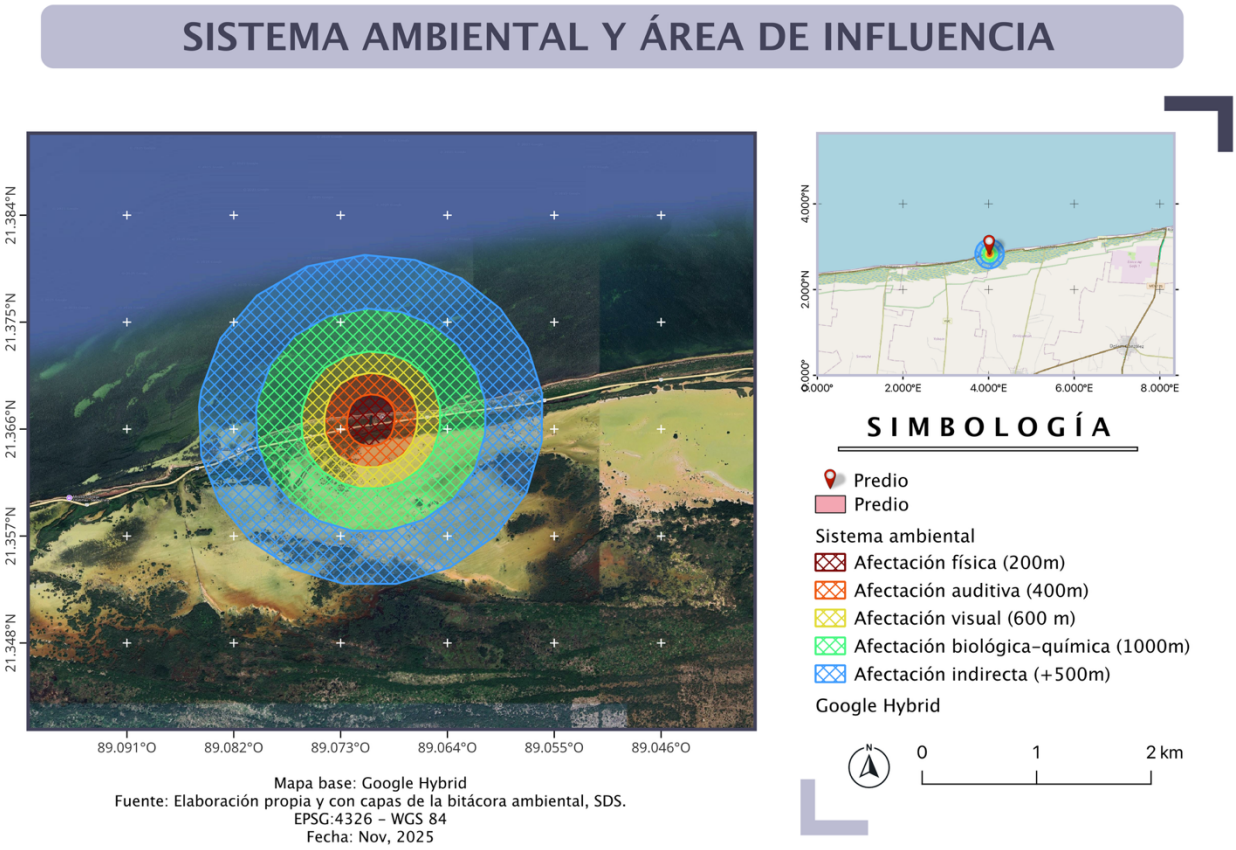
Considerando los radios descritos y la vulnerabilidad del ecosistema costero de Chabihau, se determinó un radio máximo de 1,500 metros para el Sistema Ambiental, el cual abarca la zona de

[3] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2018). Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Colombia.

afectación directa e indirecta. Este alcance permite incluir las interacciones ecológicas del entorno, la conectividad de la vegetación costera y el área de influencia social inmediata.

En conjunto, la delimitación del área de influencia y del Sistema Ambiental del proyecto Residencia Modular Costera refleja una escala de impacto reducida, temporal y controlada, congruente con la magnitud de la obra y las medidas de prevención y mitigación planteadas.

Figura 5. Mapa de delimitación del sistema ambiental y áreas de afectación.



4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)

En este apartado se realizará la descripción del medio biótico, abiótico y socioeconómico del área delimitada como Sistema Ambiental (SA) a través de cartografía, referencias bibliográficas y estudio de campo para posteriormente ser analizadas individual y conjuntamente. Así mismo, la descripción del medio de acuerdo con los programas de ordenamiento del estado se explica de la siguiente forma:

ASPECTOS BIÓTICOS

La península de Yucatán está conformada por los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo que cuentan con características climatológicas muy particulares que se diferencian desde el sur hasta el norte lo que ha permitido que se desarrolle una vegetación con cambios importantes tanto en cobertura como en diversidad (Carnevali et al, 2003). En la península se reconocen diferentes comunidades florísticas, las más características son la vegetación de duna costera, los manglares, la

selva baja caducifolia, la selva mediana subcaducifolia y subperenifolia, selva baja inundable, sabanas, petenes, comunidades de hidrófilas y vegetación secundaria (flores y Espejel, 1994).

Estas comunidades vegetativas se convierten en el hábitat de diferentes poblaciones de especies de fauna que utilizan estos ambientes como zonas de refugio, anidación, reproducción, resguardo o alimentación, sin embargo, el desarrollo de actividades ha ido modificando estos paisajes ocasionando que muchas especies de fauna y flora se encuentren en peligro latente de desaparecer incluso antes de ser conocidas. Con base a lo anterior se realiza un estudio de la diversidad florística y faunística en el predio del proyecto con la finalidad de conocer las diferentes especies que integran la comunidad y cuáles serían las consecuencias que tendrá la implementación del proyecto sobre ellas y así poder establecer lineamientos y acciones que garanticen un desarrollo sustentable.

Vegetación terrestre

En la península de Yucatán se presentan diversas comunidades vegetales como son la selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja inundable y la selva baja caducifolia espinosa, para el litoral se pueden encontrar comunidades de dunas costeras, matorral de duna, manglar, tasistales, carrizales, seibadales, y tulares, así como cenotes, petenes y aguadas.

En términos generales, la vegetación tropical de la Península de Yucatán se ha adaptado a la escasez de lluvia y a las altas temperaturas. Por otra parte, las transformaciones de los paisajes naturales de Yucatán se han dado desde hace tres milenios debido a los disturbios naturales (huracanes) y/o antropogénicos, cuando el cambio ocurre debido a este último la vegetación pasa a ser vegetación secundaria. Actualmente el cambio de uso de suelo y su posterior abandono es otro proceso que da paso a la sucesión secundaria, lo cual, al ocasionar cambios en la estructura y composición de las comunidades vegetales, modifica el paisaje.

En este sentido, la duna costera de Yucatán presenta una vegetación adaptada a las condiciones de alta salinidad, baja disponibilidad de agua y alta exposición al viento y la radiación solar. Algunos de los tipos de vegetación que se encuentran en las dunas costeras de Yucatán son:

- Pastos de duna: Como el pasto de playa (Paspalum vaginatum) y el pasto de duna (Uniola paniculata).
- Arbustos: Como el arbusto de playa (Borrichia frutescens) y la uva de playa (Coccoloba uvifera).
- Árboles: Como el árbol de playa (Coccoloba diversifolia) y el palo de tinte (Haematoxylum campechianum).
- Suculentas: Como las especies de cactus (Cactaceae) y agaves (Agave spp.).
- Hierbas: Como la hierba de playa (Ipomoea pes-caprae) y la hierba de duna (Sporobolus virginicus).

La vegetación de las dunas costeras de Yucatán juega un papel importante en la estabilización de las dunas y la protección de la costa contra la erosión. También proporciona hábitat para una variedad de especies de animales, como aves, reptiles y mamíferos.

Algunos de los beneficios de la vegetación de las dunas costeras incluyen:

- Protección de la costa: La vegetación ayuda a estabilizar las dunas y prevenir la erosión.

- Hábitat para la biodiversidad: La vegetación proporciona hábitat para una variedad de especies de plantas y animales.
- Regulación del clima: La vegetación ayuda a regular la temperatura y la humedad en la zona costera.

Por lo tanto, es importante proteger y conservar la vegetación de las dunas costeras de Yucatán para mantener la salud y la resiliencia de estos ecosistemas.

Con base en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI (escala 1:250,000), el área donde se localiza el proyecto se encuentra clasificada dentro de la categoría de suelo con vegetación de manglar. Sin embargo, de acuerdo con el muestreo de campo realizado para la caracterización de flora, no se registró presencia de especies de mangle.

Esta diferencia se atribuye a la escala generalizada de la cartografía del INEGI y a los cambios naturales en la cobertura vegetal derivados de procesos de regeneración costera. En consecuencia, el sitio no presenta cobertura de manglar ni vegetación protegida conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

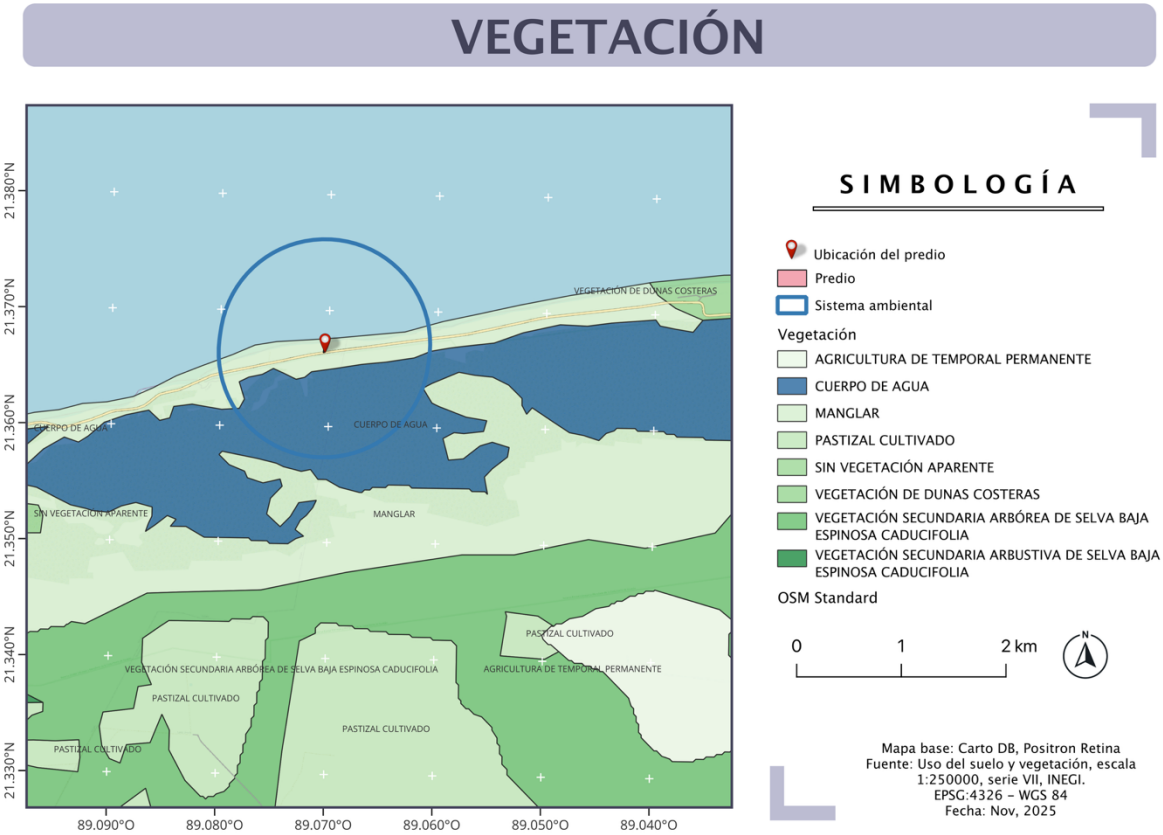


Figura 6. Mapa de vegetación

Caracterización florística del área del proyecto

Método de muestreo

Vegetación

Para describir a la comunidad vegetal se realizó un muestreo por medio de cuadrantes de 5x10m con intervalos de 10m entre cada cuadrante. En cada uno de los cuadrantes se identificaron las especies y se contabilizó el número de individuos por especie. Los ejemplares identificados fueron clasificados en árboles, arbustos y hierbas. Para la identificación de especies se utilizaron guías de campo especializadas, como las de Guadarrama-Chávez. 2016, Mackinnon. 2005, Colín & Monroy. 1997, en el caso de los individuos que no pudieron ser identificados en el sitio se realizaron registros fotográficos y muestras biológicas para su posterior identificación.

A cada uno de los ejemplares se le determinó, la altura, el ancho de copa o cobertura y en el caso de los ejemplares arbóreos se calculo el DAP (Diámetro a la altura de pecho). Con los datos obtenidos se calculó la riqueza específica por especie y familia, el porcentaje de abundancia y el valor de importancia de cada una de las especies encontradas aplicando las siguientes formulas:

- Riqueza: número de especies presentes en el área (S)
- Abundancia: Número de individuos de una especie
- Abundancia relativa: porcentaje de individuos de una espcie con respecto al total de individuos de la comunidad

$$\boldsymbol{Abundancia\ de\ la\ espcie\ X} = \frac{\text{Número de individuos de la espcie X}}{\text{No. Total de individuos}}$$

- Densidad: abundancia de una espcie en un área determinada.

$$Densidad = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área}}$$

- Frecuencia: número de muestras en las que se encuentra una especie
- Frecuencia relativa: es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las espcies

$$\boldsymbol{Frecuencia\ de\ la\ espcie\ X} = \frac{\text{Número de sitios en las que aparece la espcie X} * 100}{\text{No. Total de individuos}}$$

- Dominancia: cobertura de todos los individuos de una espcie medida en unidades de superficie.
- Dominancia relativa: Es la dominancia de una espcie refereidfa a la dominancia de todas las espcies:

Para el caso del estrato arbóre se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Dominancia\ de\ la\ espcie\ X} = \frac{\text{Área basal de la espcie X} * 100}{\text{área basal total de las espcies}}$$

Para el caso del estrato arbustivo y herbáceo se utilizo la siguiente fórmula

$$\boldsymbol{Dominancia\ de\ la\ espcie\ X} = \frac{\text{Cobertura de la espcie X} * 100}{\text{Cobertura total de las espcies}}$$

- Valor de importancia de la espcie (VI): se obtiene sumando sus valores relativos de densidad dominancia y frecuencia. Indica que tan importante es la espcie dentro de la comunidad, sin embargo, esta importancia pueder ser variable en el tiempo y espcio.

Para finalizar, se elaboró una lista de especies y se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para determinar el grado de protección de cada una de las especies registradas en el predio.

Tabla 2. Coordenadas de ubicación de los cuadrantes establecidos

	COORDENADAS UTM	
CUADRANTE	X	Y
1.	285319.25	2364182.39
2.	285317.74	2364167.39
3.	285315.02	2364151.44
4.	285313.66	2364138.27
5.	285311.90	2364122.35



Figura 7. Ubicación de los cuadrantes de muestreo

Resultados

El análisis florístico del sitio reporto un total de 22 familias botánicas agrupadas en 34 especies. Las familias con mayor representación son Asteraceae con 6 especies (17.64%), Boraginaceae 3 especies (8.82%) y Apocynaceae, Cactaceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae cada una con 2 especies (5.88%) que en conjunto aportan especies arbustivas y herbáceas, el resto de las familias están representadas por una sola especie (2.94% c/u), esto refleja una diversidad florística amplia, pero con baja dominancia.

Tabla 6. Abundancia absoluta y relativa por familia taxonómica de la comunidad vegetal registrada en el área de estudio

FAMILIA	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
Agavaceae	1	2.941176471
Aizoaceae	1	2.941176471
Anacardiaceae	1	2.941176471
Apocynaceae	2	5.882352941
Asteraceae	6	17.64705882
Boraginaceae	3	8.823529412
Cactacea	2	5.882352941
Celastraceae	1	2.941176471
Chrysobalanaceae	1	2.941176471
Commelinaceae	1	2.941176471
Convolvulaceae	1	2.941176471
Cyperaceae	1	2.941176471
Fabacea	2	5.882352941
Malvaceae	1	2.941176471
Pasifloraceae	1	2.941176471
Poaceae	2	5.882352941
Polygonaceae	1	2.941176471
Primulaceae	1	2.941176471
Sapotacea	1	2.941176471
Scrophulariceae	1	2.941176471
Solanaceae	2	5.882352941
Verbenaceae	1	2.941176471
TOTAL	**34**	**100**

Tabla 7. Listado de especies registradas en el área de estudio

FORMA DE VIDA	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
HERBACEA	Agavaceae	*Agave agustifolea*	*chelem*
HERBACEA	Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	verdolaga de playa
ARBOLEA	Anacardiaceae	*Metopium brownie*	Chechem
ARBUSTIVA	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Campanilla
HERBACEA	Asteraceae	*Melanthera Nivea*	levisa xiiw
HERBACEA	Asteraceae	*Flaveria linearis*	anis xiiw
HERBACEA	Asteraceae	*Ambrosia hispida*	margarita de mar

HERBACEA	Asteraceae	*Bidens pilosa*	te de milpa, acahual
HERBACEA	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	yerba de asma, jaway
ARBUSTIVA	Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	uklil
ARBOREA	Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Siricote blanco
ARBUSTIBA	Boraginaceae	*Varronia curassavica*	kopeche
ARBOREA	Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	*tabaquillo*
HERBACEA	Cactacea	*Acanthocereus tratagonus*	Xnumtsuytsuy
HERBACEA	Cactacea	*Opuntia stricta*	Tuna
ARBUSTIVA	Apocynaceae	*Calotropis Procera*	Algodoncillo gigante
ARBUSTIBA	Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma*	Bokanche
ARBUSTIBA	Chrysobalanaceae	*Crysobalanus icaco*	nuez
HERBACEA	Commelinaceae	*Commelina erecta*	flor de virgen
ARBUSTIBA	convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	riñonina, campanilla
HERBACEA	Cyperaceae	*Cyperus sp.*	xxxxx
ARBUSTIBA	Fabacea	*Caesalpinia vesicaria*	*yaxkinche, mareña*
HERBACEA	Fabacea	*Canavalia rosea*	Aba de mar
ARBUSTIBA	Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Tulipan
HERBACEA	Pasifloraceae	*Pasiflora foetida*	Pasiflora
HERBACEA	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	chilibil
HERBACEA	Poaceae	*Cynodon dactylon*	pie de pollo,
ARBUSTIVA	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar
ARBUSTIBA	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Lengua de gallo
ARBUSTIBA	Sapotacea	*Bumelia retusa*	Mulche, putsmucuy
HERBACEA	scrophulariceae	*Capraria biflora*	boox
HERBACEA	solanaceae	*Solanum verbascifolium*	ukuch
HERBACEA	solanaceae	*Solanum donianum*	berenjena, chalche
HERBACEA	verbenaceae	*Lantana involucrata*	oregano xiiw

En lo que respecta a la comunidad al nivel de especies se registraron 363 individuos distribuidas de manera homogénea entre las 34 especies. Las especies más abundantes fueron *Cyperus spp., Cynodon ddactylon* con 8.8% cada una, seguidas de *Bidens pilosa* con 7.4% de abundancia relativa y *Ambrosia hispida* con 6.8% de abundancia relativa. Las especies menos abundantes corresponden generalmente a herbáceas o especies raras.

Debido a su estructura y forma de vida, las especies arbustivas fueron las que mayor cobertura presentaron, entre ellas se puede mencionar *Tournefortia gnaphalodes, Cordia sebestena y Coccoloba uvifera,* que a pesar de tener poca abundancia su porte arbustivo arbóreo les permite ocupar mayor espacio contribuyendo de manera significativa a la biomasa del sitio.

El valor de importancia integra la frecuencia, dominancia y abundancia relativa, las especies con los valores más altos fueron; Tournefortia gnaphalodes, Cordia sebestena, Croton reflexifolius, Coccoloba uvifera y Caesalpinia vesicaria, estas especies constituyen el grupo ecológicamente mejor representado ya que aportan estructura, cobertura y biomasa, además ofrecen a las especies de fauna silvestre asociadas refugio y alimento.

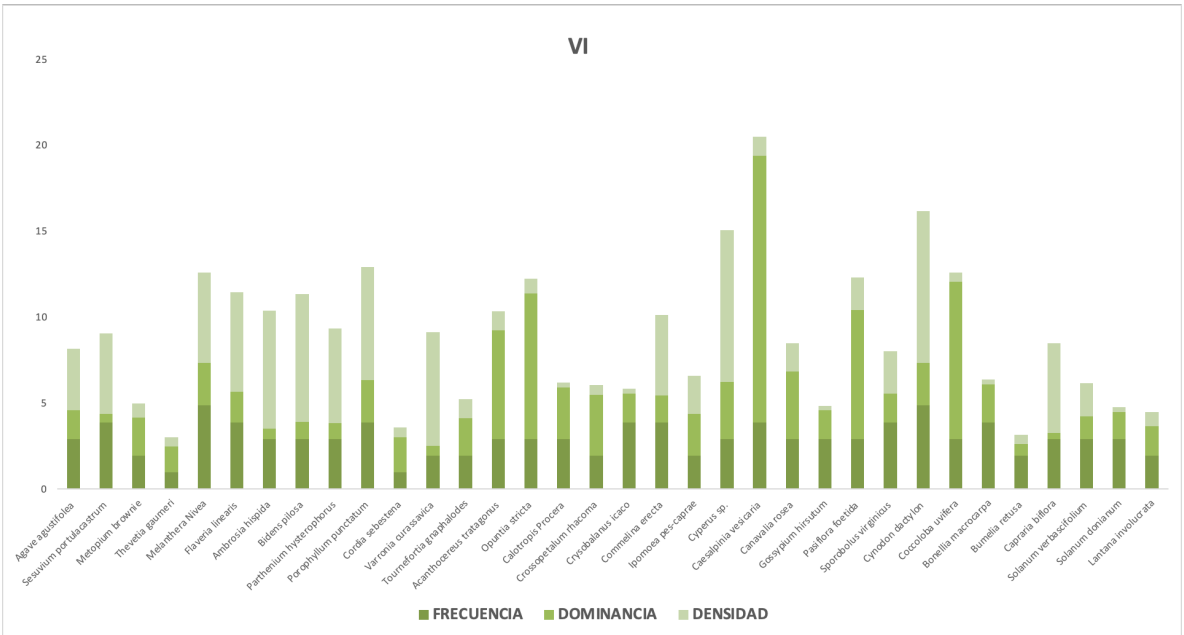


Figura 8. Valor de importancia relativa por especie

Conclusiones

Ecológicamente la comunidad corresponde a un matorral costero con elementos de vegetación secundaria y una dinámica sucesional bien establecida. Los resultados de análisis de la comunidad reflejan una comunidad madura, estable y bien estructurada, la alta diversidad (H´=3.09) y la elevada equidad (J´=0.88) sugieren una distribución uniforme de los recursos vegetales y ausencia de disturbios antropológicos o naturales severos. En el sitio se registraron especies endémicas de la región por lo que se considera un sitio con potencial para conservar biodiversidad y amortiguar procesos ecológicos claves como la retención de suelo, amortiguamiento eólico y provisión de hábitat para fauna.

Tabla XX. Parámetros estructurales de la comunidad arbórea

ESPECIE	ABUNDANCIA	PRESENCIA	COBERTURA	FRECUENCIA	DOMINANCIA	DENSIDAD	VI
Agave agustifolea	13	3	471.24	2.912621359	1.663893511	3.581267218	8.157782088
Sesuvium portulacastrum	17	4	138.2304	3.883495146	0.48807543	4.683195592	9.054766168
Metopium brownie	3	2	628.32	1.941747573	2.218524681	0.826446281	4.986718535
Thevetia gaumeri	2	1	424.116	0.970873786	1.49750416	0.550964187	3.019342133
Melanthera Nivea	19	5	706.86	4.854368932	2.495840266	5.23415978	12.58436898
Flaveria linearis	21	4	502.656	3.883495146	1.774819745	5.785123967	11.44343886
Ambrosia hispida	25	3	164.934	2.912621359	0.582362729	6.887052342	10.38203643
Bidens pilosa	27	3	282.744	2.912621359	0.998336106	7.438016529	11.34897399
Parthenium hysterophorus	20	3	259.182	2.912621359	0.915141431	5.509641873	9.337404663
Porophyllum punctatum	24	4	691.152	3.883495146	2.440377149	6.611570248	12.93544254
Cordia sebestena	2	1	581.196	0.970873786	2.05213533	0.550964187	3.573973304
Varronia curassavica	24	2	163.3632	1.941747573	0.576816417	6.611570248	9.130134238
Tournefortia gnaphalodes	4	2	618.8952	1.941747573	2.185246811	1.101928375	5.228922758
Acanthocereus tratagonus	4	3	1790.712	2.912621359	6.322795341	1.101928375	10.33734507
Opuntia stricta	3	3	2403.324	2.912621359	8.485856905	0.826446281	12.22492455
Calotropis Procera	1	3	848.232	2.912621359	2.995008319	0.275482094	6.183111772
Crossopetalum rhacoma	2	2	1005.312	1.941747573	3.54963949	0.550964187	6.04235125
Crysobalanus icaco	1	4	477.5232	3.883495146	1.686078758	0.275482094	5.845055997
Commelina erecta	17	4	439.824	3.883495146	1.552967277	4.683195592	10.11965801
Ipomoea pes-caprae	8	2	691.152	1.941747573	2.440377149	2.203856749	6.585981471

Cyperus sp.	32	3	942.48	2.912621359	3.327787022	8.815426997	15.05583538
Caesalpinia vesicaria	4	4	4398.24	3.883495146	15.52967277	1.101928375	20.51509629
Canavalia rosea	6	3	1107.414	2.912621359	3.91014975	1.652892562	8.475663672
Gossypium hirsutum	1	3	471.24	2.912621359	1.663893511	0.275482094	4.851996964
Pasiflora foetida	7	3	2120.58	2.912621359	7.487520799	1.928374656	12.32851681
Sporobolus virginicus	9	4	471.24	3.883495146	1.663893511	2.479338843	8.026727499
Cynodon dactylon	32	5	706.86	4.854368932	2.495840266	8.815426997	16.1656362
Coccoloba uvifera	2	3	2591.82	2.912621359	9.151414309	0.550964187	12.61499986
Bonellia macrocarpa	1	4	628.32	3.883495146	2.218524681	0.275482094	6.37750192
Bumelia retusa	2	2	188.496	1.941747573	0.665557404	0.550964187	3.158269164
Capraria biflora	19	3	94.248	2.912621359	0.332778702	5.23415978	8.479559841
Solanum verbascifolium	7	3	376.992	2.912621359	1.331114809	1.928374656	6.172110824
Solanum donianum	1	3	447.678	2.912621359	1.580698835	0.275482094	4.768802288
Lantana involucrata	3	2	486.948	1.941747573	1.719356628	0.826446281	4.487550482
Total	**363**	**103**	**28321.524**	**100**	**100**	**100**	**300**

Fauna

Para caracterizar la fauna asociada a la comunidad vegetal presente en el área de estudio se aplicaron técnicas de observación directa e indirecta por medio de recorridos tanto al interior del predio como en sus alrededores. Se realizó un muestreo de 24 horas con la finalidad de observar la mayor cantidad de individuos y especies.

Tecnicas de observación directa

La técnica de observación directa consistió en hacer recorridos a pie al interior del predio como en sus alrededores. Durante los recorridos se hicieron paradas de 5-10 minutos, esto con la intención de observar la mayor cantidad de especies posible, principalmente porque muchas al sentirse amenazados huyen a zonas de resguardo más seguros, pero existe la posibilidad de que pasado un tiempo regresen al sitio del que partieron. Durante el recorrido, se registró a todas las especies que fueron observadas en un radio máximo de 50 m desde el punto de ubicación del observador, para facilitar la identificación de las aves se utilizó unos binoculares SabPack 20x50, para el caso de los reptiles y anfibios, se realizaron búsquedas exhaustivas entre los troncos caídos, hojarasca y debajo de las rocas. El recorrido fue registrado con la aplicación Gaia GPS 2025.10 para smartphone.

Así mismo, tanto al interior del predio como en varios puntos tomados al azar en sus alrededores se colocaron trampas tipo Sherman para mamíferos pequeños cebadas con avena remojada en vainilla y trampas tipo Tomahawk para mamíferos medianos cebadas con atún en aceite. Las trampas permanecieron en el sitio durante 24 horas y se revisaban con una periodicidad de cada 5 horas.

Tecnicas de observación indirecta

Las observaciones indirectas se realizaron a lo largo de todo el transecto, con la variante de que al no poder observar a los organismos se tomaron en cuenta las señales que estos dejan de su presencia y actividades. Las observaciones indirectas y algunas técnicas de registro que se emplean son las siguientes:

- *Registro de nidos:* permite estimar la abundancia de individuos a partir del número de nidos observados considerando un individuo o una pareja por nido,
- *Madrigueras*: para estimar la abundancia de los organismos se puede contar el número de madrigueras ocupadas. Las madrigueras ocupadas son fácilmente identificables por la presencia de pelos, plumas, tierra removida, excretas, restos de huevos y alimentos, así como de huellas que permite la identificación de la especie que la utiliza,
- *Cantos, llamadas y señales de comunicación*: permite el registro de especies raras y/o difíciles de observar, y facilita la ubicación del organismo dentro del área de estudio, provee información indirecta de la presencia y número de individuos.
- *Registro de excretas*: es una técnica práctica para identificar especies difíciles de observar, o en sitios donde la visibilidad puede variar entre hábitat.
- *Restos y otras señales de alimentación*: muchas especies dejan marcas en los residuos de sus alimentos como marcas de dientes en los frutos, hojas u otras partes vegetales las cuales se pueden considerar señales de la presencia y distribución de las especies.

- *Registro de huellas:* es un método utilizado principalmente para especies sigilosas, sin embargo, solamente permite obtener medidas relativas. Aunque la identificación de las especies se puede obtener es difícil definir si las huellas pertenecen a un solo individuo o a varios dificultando así estimar la abundancia en la población.
- *Estructuras y características del hábitat:* muchas especies crean estructuras para la protección y alimentación de sus crías que son fácilmente detectables, como por ejemplo nidos de hojas y pastos de ardillas montículos de tierra creadas por tuzas
- Señales olfativas: este tipo de señales es común que sean utilizados por mamíferos para diversas funciones sociales y antidepredatorias a través de secreciones de glándulas especializadas, orina y excretas que transmiten información olfatoria.

Tabla 8. Coordenadas de ubicación de las trampas tipo Sherman (SH) y Tomahawk (TH)

COORDENDAS UTM		
TRAMPA	X	Y
TH.1	285313.77	2364133.53
TH.2	285363.12	2364161.20
TH.3	285213.05	2364165.80
SH.1	285368.97	2364138.20
SH.2	285314.84	2364168.05
SH.3	285254.83	2364168.30
SH.4	285242.01	2364104.97

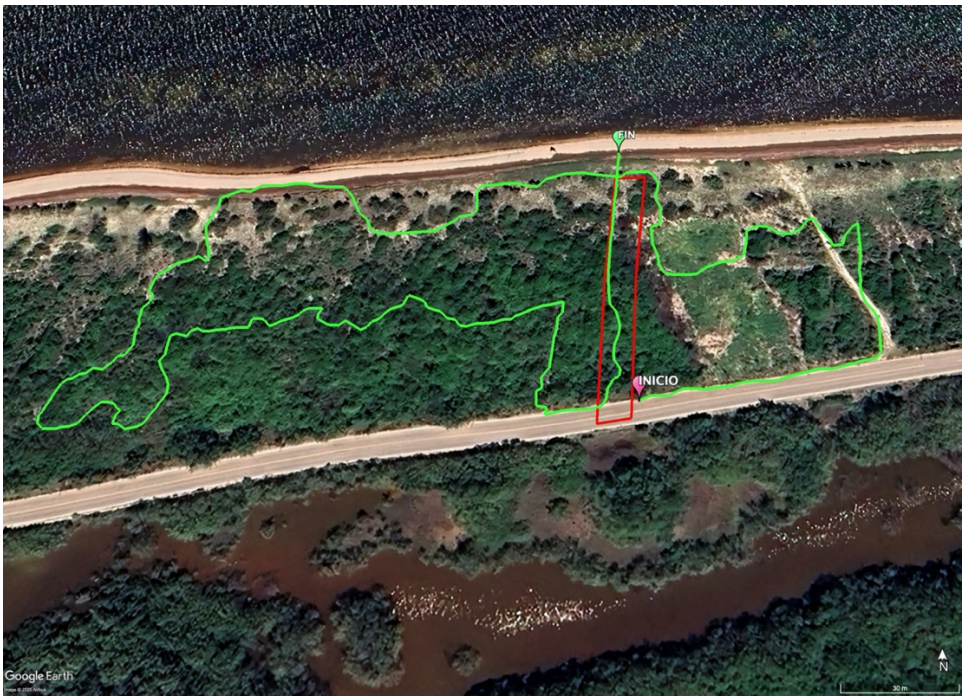


Figura 9. Trayecto recorrido para la observación de fauna silvestre



Figura 10. Ubicación de las trampas para mamíferos pequeños



Figura 11. Trampa tipo Tomahawk colocada en el área de estudio para la captura de mamíferos medianos

Resultados

El análisis del levantamiento faunístico realizado en el área de estudio permitió registrar la presencia de 13 especies de fauna silvestre distribuidas en tres grupos importantes, aves, mamíferos y reptiles. El grupo mejor representado fue el de las aves con 11 especies y 40 individuos. En contraste, la riqueza de mamíferos y reptiles fue baja, ya que únicamente se observó una sola especie de cada grupo, aun así, se infiere la presencia de otras especies comunes en la región que utilizan el sitio como zona de transición o alimentación ocasional. La baja diversidad de la comunidad faunística, sugiere un ecosistema con un grado bajo de alteración, es decir, un ecosistema con funciones ecológicas funcionales, disponible para uso y aprovechamiento de las diversas especies de la región.

Aves:

Durante el levantamiento se registró un total de 40 individuos pertenecientes a 11 especies y distribuidas en ocho familias. La familia mejore representada o con mayor número de especies registradas fue Columbidae e Icteridae con dos especies cada una, sin embargo, en cuento al número de individuos la familia Laridae fue la mejor representada específicamente por la especie *L. atricilla* (gaviota), con una abundancia relativa del 20%. También destacan las familias Icteridae, Tyrannidae y Hirundinidae, cada una con una abundancia de entre el 10 y el 15%, representadas por especies como Zanate mexicano (*Q. mexicanus*, 15%), el Luis bienteveo (*P. sulphuratus*, 10%) y la golondrina (*S. ridgwayi*, 10%).

Por su parte, especies como *P. occidentalis e I. auratus* mostraron una abundancia intermedia con 10% y 7.5% respectivamente, sí mismo las menos frecuentes fueron *R. magnirostris, C. talpacoti y F. magnificens* con valores entre los 2.5% y 5%.

La composición de la avifauna refleja una diversidad moderada, lo que sugiere un entorno con disponibilidad de alimento y hábitat propicio para alimentación, resguardo o reproducción.

Tabla 9. Abundancia relativa por especie de ave registrada en el área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ABUNDANCIA	%
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle	3	7.5
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortola rojiza	2	5
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	1	2.5
Icteridae	*Icterus auratus*	Yuya, calandria yucateca	3	7.5
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	4	10
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Torcaza	3	7.5
Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota	8	20
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano café	4	10
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	2	5
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	6	15
Hurindinidae	*Stelgidopterix ridgwayi*	Golondrina	4	10
		Total	**40**	**100**

Mamíferos

Durante los recorridos se pudo observar una especie de mamífero silvestre, *Urocyon cinereoargenteus,* sin embargo, este no se encontraba al interior del predio sino en el sistema ambiental, por lo que no se considera un residente sino más bien utiliza el predio como zona de desplazamiento. A pesar de lo anterior y debido a las condiciones biológicas del área de estudio y su sistema ambiental, se puede considerar la presencia de especies como las del genero *Didelphis* comúnmente conocidos como zorros o tlacuaches, así como mapaches (*Procyon lotor*) y tejones (*Nasuria narica*) que pudieran estar usando el predio como zona de tránsito.

Reptiles y anfibios

Se registro dos individuos de la especie *Sceloporus chrysosticus* para este grupo ambos pertenecientes a reptiles del género Phrynosomatidae, sin embargo, no se descarta la presencia de especies como *Ameiva undulata, Anolis sagrei, Incilus valliceps y Agkistrodon russeolus,* los cuales

son especies comunes en la región. Esta baja diversidad de especies, probablemente se deba a la presencia de ecosistemas adyacentes mejor conservados.

DIAGNÓSTICO DEL PAISAJE

El área del proyecto se ubica en la franja costera norte de Yucatán, dentro de planicies de acumulación a <10 m s.n.m., con topografía prácticamente plana y sustrato arenoso–calcáreo de alta permeabilidad. El paisaje local responde a la interacción de dunas costeras bajas con cobertura vegetal herbáceo–arbustiva y elementos aislados arbóreos, con vistas abiertas hacia el litoral y a predios habitacionales dispersos de baja altura.

La unidad visual predominante es costera y de baja complejidad estructural: horizontes amplios, textura fina (arena), cromática clara, y vegetación de porte bajo a medio. La sensibilidad paisajística es media: si bien el ambiente costero es apreciado, la matriz vegetal es secundaria y no se identifican hitos bióticos singulares ni rasgos geomorfológicos sobresalientes en el predio.

El cambio escénico esperado por el proyecto es moderado y reversible: una residencia ligera, elevada sobre pilotes, con huella reducida y materiales discretos, que mantiene 75% del predio permeable y destina el predio colindante al mar como zona de conservación (sin obras en ZOFEMAT). La volumetría propuesta (dos niveles) se integra al tejido vecino de baja densidad y la revegetación con especies nativas contribuye a la armonización visual y a la atenuación de bordes. No se introducen elementos que interrumpan el transporte litoral ni estructuras rígidas en zona federal.

El proyecto es compatible con la escena costera existente; el contraste visual se limita al plano inmediato del predio, con bajo impacto acumulado dada la mínima ocupación, el respeto a ZOFEMAT/derecho de vía y el uso de pilotes. La calidad visual del entorno se preserva y el cambio es local, acotado y mitigable.

Características socioeconómicas

El presente apartado describe las principales características sociales, económicas y de infraestructura del municipio de Yobaín, Yucatán, al cual pertenece la localidad costera de Chabihau, donde se ubicará el proyecto Residencia Modular Costera.

El análisis se basa en la información estadística disponible en las fuentes oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y otras dependencias federales y estatales, con el fin de contextualizar el entorno humano, demográfico y económico de influencia del proyecto.

Este diagnóstico permitirá identificar las condiciones socioeconómicas generales de la población, los servicios existentes y las posibles interacciones del proyecto con el entorno social, garantizando un desarrollo compatible con el bienestar local y el uso sustentable de los recursos.

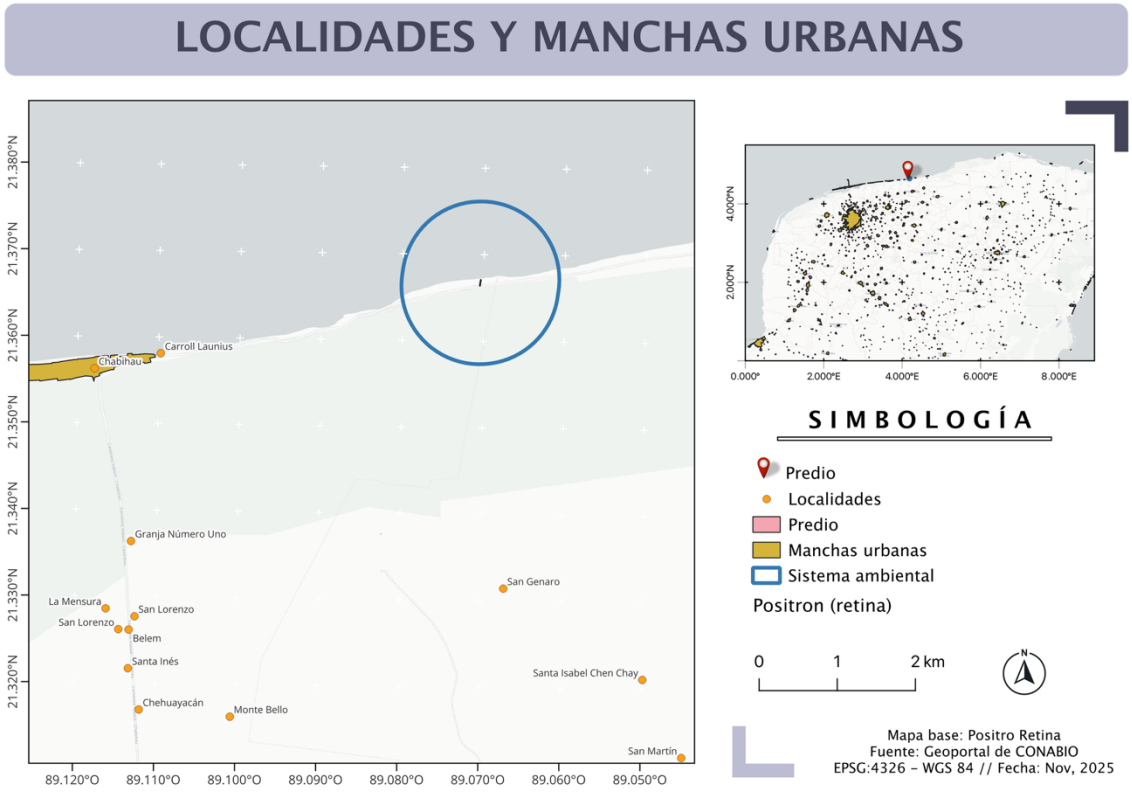


Figura 12. Mapa de localidades y manchas urbanas

Demografía

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Yobaín, Yucatán, cuenta con una población total de 2,215 habitantes, de los cuales 1,105 son mujeres y 1,110 son hombres, lo que muestra una distribución equilibrada por sexo.

La población del municipio es reducida y mantiene características propias de una comunidad rural, con densidad demográfica baja y una estructura social basada en la convivencia comunitaria. Esta composición favorece el desarrollo de proyectos de pequeña escala, como la Residencia Modular Costera, sin generar presiones significativas sobre los servicios o la dinámica poblacional.

Tabla 10. Demografía del municipio de estudio

INDICADOR	POBLACIÓN (HABITANTES)
POBLACIÓN TOTAL	2,215
POBLACIÓN FEMENINA	1,105
POBLACIÓN MASCULINA	1,110

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Economía

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio de Yobaín, Yucatán, cuenta con una Población Económicamente Activa (PEA) de 974 personas, lo que representa una participación significativa respecto a su población total. De este grupo, 969 personas se encuentran ocupadas, mientras que únicamente 5 se reportan como desocupadas, reflejando un índice de desempleo menor al 1%, indicador de una economía local estable aunque de escala limitada.

La Población No Económicamente Activa (PNEA) asciende a 812 personas, conformada principalmente por estudiantes, amas de casa, personas jubiladas y otras que no realizan actividades remuneradas. Este equilibrio sugiere una estructura económica donde la mayoría de los habitantes participan en el mercado laboral, con predominio de actividades primarias como la pesca, la agricultura y los servicios locales, característicos de las comunidades costeras del norte de Yucatán.

Tabla 11. Economía en el área de estudio

INDICADOR	POBLACIÓN (PERSONAS)
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)	974
POBLACIÓN OCUPADA	969
POBLACIÓN DESOCUPADA	5
POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PNEA)	812

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

En general, el municipio presenta una **tasa alta de ocupación** y una **baja tasa de desempleo**, lo que evidencia un entorno social funcional y con estabilidad económica, adecuado para el desarrollo de proyectos de pequeña escala sin generar presiones significativas sobre el empleo o la economía local.

Servicios de salud

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la gran mayoría de los habitantes del municipio de Yobaín, Yucatán, cuenta con acceso a algún tipo de servicio médico público o privado. De una población total de 2,215 habitantes, 1,968 personas están afiliadas a instituciones de salud, lo que representa una cobertura del 88.9 %.

Por otro lado, 247 habitantes (11.1 %) no se encuentran afiliados a ningún servicio médico, lo cual indica un grupo poblacional con atención médica limitada, probablemente dependiente de clínicas locales o brigadas comunitarias.

INDICADOR	POBLACIÓN (PERSONAS)
SIN AFILIACIÓN A SERVICIOS MÉDICOS	247
CON AFILIACIÓN A SERVICIOS MÉDICOS (SSA, IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA, ETC.)	1,968

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

En general, el municipio presenta una **cobertura sanitaria amplia** y suficiente para atender a la población, complementada con la oferta médica de municipios cercanos como Motul. Por su escala y características, el proyecto no representará **una demanda adicional significativa sobre los servicios de salud locales**.

Marginación

Según el Índice de Marginación 2020 elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el municipio de Yobaín, Yucatán, presenta un grado de marginación medio. Este nivel refleja la existencia de ciertas limitaciones en el acceso a servicios básicos, infraestructura y oportunidades económicas, aunque con condiciones sociales más favorables en comparación con municipios de alta marginación dentro del estado.

En términos generales, el grado medio de marginación indica que la población cuenta con una cobertura aceptable de servicios de salud, educación y vivienda, pero aún enfrenta retos en la generación de empleo formal y la cobertura total de servicios públicos, particularmente en las comunidades rurales y costeras como Chabihau.

Conclusión sociodemográfica

El municipio de Yobaín, Yucatán, presenta una población total de 2,215 habitantes, distribuida equitativamente entre hombres y mujeres, con un entorno demográfico estable y una estructura económica basada principalmente en actividades primarias, de servicios y comercio local. Este contexto define una comunidad de baja densidad, con dinámicas sociales y económicas que favorecen el desarrollo de proyectos de pequeña escala.

La población cuenta con niveles educativos adecuados en los grupos escolares básicos, aunque se observa una reducción en la asistencia entre los 18 y 24 años, asociada a la búsqueda de empleo o migración. En términos laborales, la tasa de ocupación es alta (969 personas) y el desempleo prácticamente inexistente, lo que refleja una economía activa, aunque mayormente informal.

En materia de vivienda y servicios básicos, la cobertura de electricidad, agua entubada y saneamiento es satisfactoria, lo que demuestra que el municipio dispone de infraestructura doméstica funcional. A esto se suma una cobertura sanitaria amplia, ya que casi el 90 % de la población está afiliada a algún servicio médico público o privado, garantizando condiciones mínimas de bienestar y atención a la salud.

El grado de marginación medio, según el CONAPO (2020), indica un contexto social con condiciones favorables, pero con áreas de oportunidad en desarrollo económico y fortalecimiento de infraestructura. En este sentido, el entorno socioeconómico de Yobaín proporciona un marco compatible para la implementación del proyecto "Residencia Modular Costera", el cual, por su baja escala constructiva, uso habitacional limitado y enfoque sustentable, no representa una presión significativa sobre los servicios públicos, la dinámica social ni las actividades económicas locales.

De esta forma, la caracterización sociodemográfica se integra al Sistema Ambiental del proyecto como un componente estable y con capacidad de asimilación frente a los efectos indirectos del

desarrollo propuesto, manteniendo el equilibrio entre el aprovechamiento del entorno y el respeto a su vocación natural y social.

4.3. Diagnostico ambiental

El área del proyecto se localiza en planicies de acumulación costera (<10 m s.n.m.), con suelos arenoso-calcáreos de alta permeabilidad y buena infiltración; el Atlas Estatal de Riesgos indica peligros bajos por hundimientos e incendios y susceptibilidad media-alta propia del litoral a ciclones (frecuencia 3.89/4.5). No existen cuerpos superficiales en el predio y no habrá descargas a bienes nacionales: las aguas residuales se tratarán en DLD-14 y el efluente se reusará en riego dentro del predio (por lo que la NOM-001-SEMARNAT-2021 no aplica). La vegetación corresponde a matorral/duna costera con 22 familias y 34 especies, sin registros NOM-059; la fauna registrada (13 spp., dominan aves costeras) refleja hábitat funcional y sin disturbio severo. En lo social, Yobaín (2,215 hab.) muestra alta ocupación (desempleo <1%), cobertura básica de servicios y marginación media, por lo que una vivienda unifamiliar de baja escala no presiona infraestructura. Normativamente, el sitio está en POETY UGA 013-APROV-DZI (Condicionada) y POETCY UGA YOB05-BAR_C2-R donde "vivienda unifamiliar" figura como uso actual (aunque clasificado incompatible de forma general); el proyecto no cambia el uso, mantiene >75% permeable, respeta derecho de vía y ZOFEMAT asignando el predio colindante al mar como conservación, y al ser modular sobre pilotes limita movimientos de tierra y efectos ambientales a impactos locales, temporales y mitigables.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. Identificación de los impactos

Para identificar los impactos ambientales, es necesario primeramente definir el término impacto ambiental. Aunque usualmente es interpretado como los efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros; como lo explica Perevochtchikova, (2013)[4]. Sin embargo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], (2018)[5], lo define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; lo cual abre el panorama a reconocer los impactos benéficos y neutrales de un proyecto, y no solo los adversos. Por su parte, Dellavedova (2011)[6], lo explica como el efecto o cambio que provoca una alteración, negativa o positiva, en la calidad de vida del ser humano; aunque en este caso, hacer hincapié al conjunto de factores que influyen en el bienestar de una persona. Para el caso de este manifiesto y a fin de evaluar el proyecto "Residencia Modular Costera", se define impacto ambiental como la transformación del medio natural o modificado, así como las dinámicas biológicas y socioespaciales, producto de las actividades y obras derivadas de un proyecto humano.

Una vez definido el término impacto ambiental, continúa su identificación; para ello, se analizará el efecto provocado por cada etapa del proyecto y las actividades individuales que la componen, en los factores bióticos, abióticas y de forma general, las dinámicas socioeconómicas dentro del Sistema Ambiental.

A partir de lo anterior, y en comparación con los factores ambientales descritos en el Capítulo IV. Se elaboró la siguiente tabla de identificación de impactos por etapa del proyecto.

Tabla 12. Cuadro de identificación de susceptibilidad a impactos.

TABLA DE IDENTIFICACIÓN DE SUCEPTIBILIDAD A IMPACTOS POR ETAPA

Componente	Factor	Componentes suceptibles	Etapa del proyecto
Físico-químico	*Suelo*	Calidad del suelo	P - C
		Capacidad de infiltración	P - C - OP
		Erosión del suelo	P - C

[4] Perevochtchikova, María. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y política pública, 22(2), 283-312. Recuperado en 07 de noviembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&tlng=es.

[5] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (13 de noviembre de 2018). Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental: Definición, tipos y clasificaciones de impacto ambiental. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental.

[6] Dellavedova, M, (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. La Plata. Universidad Nacional de La Plata.

Bióticos	*Agua*	Estabilidad del suelo	P - C
		Calidad del agua subteránea	P - C
		Capacidad de recarga	P - C - OP
	Atmósfera	Calidad del aire	P - C
		Modificación en la calidad de temperatura	P - C
		Generación de ruido	C
	Flora y fauna	Modificación en la diversidad y abundancia de especies de flora	P - C
		Especies protegidas	-
		Modificación en la diversidad y abundancia de especies de fauna	P - C
	Áreas Naturales Protegidas	Hábitats Terrestres	P - C
		Área Natural Protegida	P - C
Abióticos	*Paisaje*	Calidad en la estructura del paisaje	P - C
		Calidad sanitaria del ambiente	OP
Socio-económico	*Actividades económicas*	Generación de empleo	P - C - OP
		Demanda de prestación de servicios e Infraestructura	OP
		Reactivación economica en la construcción/turística	C - OP
	Uso de suelo	Cambio de uso de suelo	P - C

Así mismo, se realizó una matriz de identificación de impactos ambientales sobre los elementos del medio susceptibles a impacto y las actividades programadas en el cuadro de obras. En ella también puede identificarse las actividades con mayor estrés ambiental, aunque no se diferencian los impactos en positivos y adversos.

Tabla 13. Matriz de identificación de impactos por actividades.

MATRIZ DE IMPACTOS POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO												
Componentes	Factores	Elementos suceptibles	Preparación del sitio			Construcción				Op y mant.		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Físico-químico	Suelo	Calidad del suelo		X	X	X						
		Capacidad de infiltración y drenaje			X			X				
		Erosión		X	X							
		Estabilidad del suelo			X	X						
	Agua	Calidad del agua subterránea						X			X	X
		Capacidad de recarga			X			X				
	Atmósfera	Calidad del aire			X	X	X					
		Modificación en la calidad del clima		X	X							
		Generación de ruido			X	X	X					
Biótico	Flora	Modificación en la diversidad y abundancia de especies de flora	X	X	X							
	Fauna	Modificación en la diversidad y abundancia de especies de fauna		X	X	X						
	Flora y fauna	Especies protegidas	No aplica									
		Hábitat Terrestres		X	X							
Abiótico	Paisaje	Calidad en la estructura del paisaje				X	X					
		Calidad sanitaria del ambiente								X	X	
Socioeconómico	Actividades económicas	Generación de empleo				X	X	X				X
		Demanda de prestación de servicios e Infraestructura						X		X	X	
		Reactivación economica en la construcción/turística				X	X	X		X		
	Uso de suelo	Cambio de uso de suelo	X		X	X						

5.2. Caracterización de los impactos

Una vez identificados los impactos causados por las actividades del proyecto, se clasifican en dos grupos: impactos benéficos y adversos conforme a los efectos provocados en los elementos susceptibles en la interacción con las obras programadas. Conforme a ello, se tiene la siguiente clasificación:

- Impacto benéfico: Son aquellos que producen beneficios o mejoran las condiciones del elemento impactado.

- Impacto adverso: Se considera impacto adverso cuando la alteración causa daño o deterioro del elemento.

Cabe recalcar que las actividades pueden generar impactos combinados; es decir, cuando la interacción causó reacciones beneficiosas en un elemento y adversas en otro. A continuación, se presenta la caracterización de los impactos de acuerdo con la clasificación descrita.

Tabla 14. Matriz de caracterización de impactos por etapa.

MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS				
Factores	**Elemtos suceptibles**	**Efecto**	**+/-**	**Etapas**
SUELO	Calidad del suelo	Pérdida de la capacidad de realizar funciones básicas (productividad, absorción de nutrientes, compacidad, etc.).	–	P - C
	Capacidad de filtración	Reducción del suelo permeable y su velocidad de filtración del agua.	–	P - C
	Erosión del suelo	Pérdida de la capa superficial y nutrientes del suelo.	–	P - C - O
	Estabilidad del suelo	Pérdida de rugosidad, resistencia y estructura	–	P - C
AGUA	Calidad de agua subterránea	Contaminación del agua subterránea	–	P - C - O
		Saneamiento de aguas residuales	+	O
	Capacidad de recarga	Reducción del área permeable	–	P - C

ATMÓSFERA	Calidad del aire	Contaminación del aire y dispersión de partículas suspendidas	–	P - C
	Modificación en la calidad del clima	Aumento de la temperatura y puntos de calor	–	P - C
	Generación de ruido	Contaminación auditiva	–	P - C - O
FLORA	Modificación en la diversidad y abundancia de especies de flora	Deforestación y pérdida de cobertura vegetal	–	P - C
FAUNA	Modificación en la diversidad y abundancia de especies de fauna (aves y terrestres)	Pérdida del hábitat para fauna silvestre	–	P - C
	Especies protegidas	Afectación directa o desplazamiento de especies enlistadas en la NOM-059	–	P
PAISAJE	Hábitat terrestres	Fragmentación del hábitat en proceso de recuperación	–	P - C
	Calidad en la estructura de paisaje	Modificación del paisaje natural y pérdida de atributos escénicos	–	P - C
	Calidad sanitaria del ambiente	Generación de residuos sólidos y líquidos con riesgo de contaminación del suelo y agua	–	P - C - O
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Empleo y mano de obra	Generación de empleos temporales	+	P - C - O
	Demanda prestación de servicios e infraestructura	Dotación y mejora de los servicios urbanos	+	C-O
	Reactivación económica en la construcción/turística	Aumento de la red de servicios y derrama económica	+	P - C

USO DE SUELO	Cambio de uso de suelo	Mejoramiento en la habitabilidad humana del sitio	+	O
		Pérdida de biodiversidad	-	P - C

5.2.1. Descripción de los impactos detectados

A continuación, se presenta la descripción de los impactos ambientales identificados y sus posibles efectos sobre los elementos susceptibles, con base en la matriz de caracterización elaborada para el proyecto "Residencia Modular Costera", ubicado en la localidad de Chabihau, municipio de Yobaín, Yucatán.

Suelo: Durante la etapa de preparación del sitio se contempla únicamente una limpieza ligera del terreno en el área destinada a la vivienda, sin necesidad de desmonte intensivo ni excavaciones profundas. No obstante, la remoción puntual de vegetación secundaria puede generar una leve pérdida de agentes fijadores del suelo y un aumento temporal en su susceptibilidad a la erosión. Debido a que la vivienda se elevará mediante pilotes, no habrá compactación ni movimientos de tierra significativos, manteniendo la estructura y capacidad de infiltración del suelo en su estado natural. Adicionalmente, el uso de materiales prefabricados reducirá la generación de residuos y evitará el vertimiento de contaminantes.

Agua: El proyecto no contempla descargas directas al subsuelo ni cuerpos receptores, ya que las aguas residuales tratadas se destinarán al riego de áreas verdes, conforme al plan integral de manejo de residuos. Dado que se conservará gran parte del predio como área permeable, se asegura una adecuada infiltración pluvial, reduciendo el riesgo de escorrentías o encharcamientos. Durante la construcción, se implementarán bandejas y materiales absorbentes para prevenir derrames accidentales de aceites o combustibles de la maquinaria ligera que se empleará.

Atmósfera: Las emisiones a la atmósfera estarán limitadas a los gases provenientes del transporte de materiales y maquinaria ligera, así como al polvo generado durante el traslado y colocación de los contenedores. Estos impactos serán temporales y de baja magnitud, controlados mediante el riego periódico del área de trabajo y la programación de actividades en horarios adecuados. Asimismo, la estructura elevada sobre pilotes permitirá una mejor ventilación natural, evitando acumulación de calor y contribuyendo a la mitigación del efecto de isla térmica.

Flora: La vegetación presente en el sitio corresponde a comunidades secundarias derivadas de duna costera, compuestas principalmente por herbáceas y arbustos adaptados a condiciones salinas. Su remoción será mínima, limitada al área exacta donde se colocarán los pilotes. No se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna: Durante la preparación y construcción, el ruido y presencia humana temporal podrán provocar el ahuyentamiento de fauna silvestre en el entorno inmediato (hasta 200 m a la redonda). Sin embargo, no se prevén afectaciones directas a hábitats, ya que la zona no presenta fauna residente de carácter prioritario. Concluidas las actividades, el entorno recuperará sus condiciones naturales por el bajo nivel de intervención y la revegetación prevista.

Paisaje: El proyecto modificará parcialmente el paisaje actual, pasando de un predio con vegetación costera dispersa a un sitio con una residencia ligera y desmontable, construida con contenedores marítimos reutilizados. Dada su escala reducida, coloración neutra y diseño elevado sobre pilotes, la alteración visual será mínima y reversible, integrándose de forma armónica con el entorno costero.

Actividades económicas: El desarrollo generará efectos económicos positivos a nivel local, principalmente mediante la contratación temporal de mano de obra para las etapas de instalación, transporte y adecuación del sitio. Asimismo, se requerirán servicios de proveedores locales para suministros, alimentos y mantenimiento, contribuyendo a la economía municipal sin alterar su estructura productiva.

Uso de suelo: El proyecto se localiza en una zona donde el uso de suelo habitacional unifamiliar se encuentra registrado como uso actual en el POETCY. Por tanto, la intervención no modifica el uso del suelo existente, sino que se ajusta a su vocación actual, manteniendo un bajo nivel de impacto ambiental. Además, el área colindante con la ZOFEMAT será destinada como zona de conservación, garantizando la preservación de la franja costera natural y reduciendo significativamente la carga ambiental del proyecto.

5.3. Metodología para evaluar impactos ambientales

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta de gestión para la protección del medio ambiente y el cual funciona como instrumento para el desarrollo de un proyecto sea sustentable, con el propósito de evaluar los posibles futuros impactos (Dellavedova, 2011). La metodología elegida para la elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe permitir identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales sobre un proyecto. En la figura 33 se puede observar el proceso de la evaluación que se llevó a cabo para el presente proyecto.

De acuerdo con el proceso presentado, iniciar la EIA se realiza un análisis preliminar de impactos para una primera visión del proyecto-entorno. En el que consiste una aproximación de analizar las actividades que se van a desarrollar en las diferentes fases de su ejecución del proyecto, así como la identificación de las acciones que pueden causar un impacto. Posteriormente, la identificación de impactos ambientales a partir de la relación entre las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados. Estos factores ambientales son a partir de la lista de chequeo de la metodología de Lepold (1972)[7]. Así como, ajustes para la adaptación del proyecto.

Para la evaluar los impactos del proyecto se seleccionó un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivados de la matriz misma de Leopold para obtener los resultados cualitativos, y del método del Instituto Batalle-Columbus, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000).

[7] Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relaciones dichos aspectos nos permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales. Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación de carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

La valoración cualitativa se efectúa sobre la Matriz de Impactos. Cada casilla de cruce de la matriz arroja el efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Al ir determinando la importancia del impacto de cada elemento tipo, con base a la siguiente ecuación presentada:

$$(I) = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La estimación de los indicadores como magnitud e importancia, están en función de la experiencia y consulta del evaluador, la cual, se acompañará de una justificación que explique los impactos señalados resaltando los más significativos. Es importante mencionar que no existe una metodología específica por cada proyecto o tipo de impacto, por tanto, la selección de la metodología de la evaluación que debe aplicarse en cada proyecto debe ser seleccionada en función, de las acciones que se emprendan, de los recursos naturales disponibles, de la calidad de la información, al igual que otros aspectos, e incluso se pueden utilizar y combinar varias metodologías para evaluar un mismo proyecto.

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o acción sobre el medio ambiente. Dichos conceptos se abordan a continuación:

Es importante mencionar que no existe una metodología específica para cada proyecto o tipo de impacto; por lo tanto, la selección de la metodología para evaluar debe corresponder a las acciones que se vayan a desarrollar en el proyecto, así como de los recursos disponibles y de la calidad de la información proporcionada por el promovente. Por lo tanto, es posible utilizar y combinar varias metodologías para evaluar el proyecto. Teniendo identificados los principales impactos ambientales, sociales y económicos, que pudieran generarse durante las etapas del proyecto "Residencia Modular Costera". Se procede a la evaluación ambiental, con base a los criterios y ponderación de valores que fueron proporcionados en la tabla anterior.

Partiendo de lo anterior, se identificará los impactos mientras se examinan detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio. Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él,

estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

A continuación, se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de la matriz de acuerdo con los criterios de la evaluación de carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc. Una vez identificados y relacionados los componentes, los factores ambientales, cuáles son sus impactos y en qué etapa se generará, ahora se aplicará la metodología señalada para el cálculo de estos posibles impactos en la ejecución del proyecto. Se les proporcionará un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados:

- Si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como LIGERO (L).
- Si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M)
- Si es mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es INTENSO (I)
- Si se obtiene un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRÍTICO (C).

Se elaboraron tres matrices, una para cada etapa del proyecto, debido a que las valoraciones numéricas de los impactos son variables de acuerdo con las diferentes etapas, sin embargo, se presenta una matriz síntesis de dicha evaluación.

Tabla 15. Matriz de valoración de impactos.

MATRIZ DE VALORIZACIÓN DE IMPACTOS DETECTADOS															
Componente	Impacto	Etapa de generación	VALORIZACIÓN POR CRITERIO												
			CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	RC	RV	PR	IM	CLI
Físico-químico	Calidad del suelo	P	-1	4	4	2	4	2	4	1	4	2	2	-41	*Moderado*
		C	-1	4	4	2	4	1	4	1	4	2	2	-40	*Moderado*
	Capacidad de infiltración	P	-1	4	4	2	2	1	1	1	2	2	2	-33	*Moderado*
		C	-1	4	4	2	4	1	4	4	4	2	4	-45	*Moderado*
	Erosión	P	-1	4	4	2	2	1	4	1	4	2	2	-38	*Moderado*
		C	-1	4	4	2	4	1	4	4	4	2	4	-45	*Moderado*
		OP	-1	2	4	2	4	2	4	1	4	2	2	-35	*Moderado*
	Estabilidad del suelo	P	-1	4	2	2	2	1	4	1	2	1	2	-31	*Moderado*
		C	-1	4	4	2	2	1	4	1	2	2	2	-36	*Moderado*
	Calidad del agua subterránea	P	-1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	-24	*Ligero*
		C	-1	4	2	2	4	1	1	1	4	2	4	-35	*Moderado*
		OP	1	4	4	2	4	1	2	1	2	2	2	36	*Moderado*
	Capacidad de recarga	P	-1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	-24	*Ligero*
		C	-1	4	4	2	2	1	4	1	4	2	1	-37	*Moderado*
		OP	-1	2	4	2	2	1	2	1	2	2	1	-27	*Moderado*
	Calidad del aire	P	-1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	-21	*Ligero*
		C	-1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	-21	*Ligero*
	Modificación de la temperatura	P	-1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	-24	*Ligero*
		C	-1	4	4	2	2	2	4	1	4	2	2	-39	*Moderado*
	Generación de ruido	P	-1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	-21	*Ligero*

		C	-1	4	4	2	2	1	4	4	2	2	2	-39	*Moderado*
		O	-1	4	4	2	2	1	4	4	2	2	2	-39	*Moderado*
Biótico	Modificación en la diversidad y abundancia de flora	P	-1	4	4	2	4	2	4	1	4	2	4	-43	*Moderado*
		C	-1	4	2	2	2	1	4	4	4	2	8	-43	*Moderado*
	Modificación en la diversidad y abundancia de fauna	P	-1	4	4	2	2	1	4	1	4	2	2	-38	*Moderado*
		C	-1	4	4	2	2	1	4	4	4	2	4	-43	*Moderado*
	Especies protegidas	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*No aplica*
	Afectación al habitat terrestre	P	-1	4	4	2	4	1	2	4	4	2	4	-43	*Moderado*
		C	-1	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	-38	*Moderado*
Abióticos	Calidad en la estructura del paisaje	P	1	4	4	2	4	1	4	4	4	2	1	42	*Moderado*
		C	-1	4	2	2	4	1	4	4	4	2	2	-39	*Moderado*
	Calidad sanitaria del ambiente	P	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	24	*Ligero*
		C	-1	4	4	2	4	1	4	1	4	2	1	-39	*Moderado*
		OP	1	4	4	2	2	1	2	4	2	2	2	37	*Moderado*
Socioeconómico	Generación de empleo	P	1	4	4	2	1	1	8	1	2	1	2	38	*Moderado*
		C	1	4	4	4	1	1	8	1	2	1	2	40	*Moderado*
		OP	1	2	1	2	2	1	2	4	2	1	2	24	*Ligero*
	Demanda y dotación de sericios	OP	1	4	4	4	2	1	4	4	4	2	1	42	*Moderado*
	Reactivación económica en la construcción/turismo	P	1	4	4	4	2	1	2	1	2	2	2	36	*Moderado*
		C	1	4	4	4	2	1	4	4	2	2	2	41	*Moderado*
		OP	1	4	4	4	4	1	4	4	2	2	4	45	*Moderado*
	Cambio de uso de suelo	P	-1	4	4	4	4	1	4	4	2	2	2	-43	*Moderado*
		C	-1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4	-48	*Moderado*
		OP	1	2	2	4	2	1	4	4	2	2	2	31	*Moderado*

Una vez identificado y evaluado los impactos, podemos realizar en la siguiente tabla el resumen de manera cuantitativa y así obtener un promedio de cada factor y de cada subsistema.

Tabla 16. Tabla de resumen cuantitativo de los impactos detectados

Subsistema	Factor ambiental	Etapa			Valor promedio	
		P	C	OP	Factor	Subsitema
Físico-químico	Calidad del suelo	-41	-40	-	-40.50	**-30.54**
	Capacidad de infiltración	-33	-45	-	-39.00	
	Erosión	-38	-45	-35	-39.33	
	Estabilidad del suelo	-31	-36	-	-33.50	
	Calidad del agua subterránea	-24	-35	36	-7.67	
	Capacidad de recarga	-24	-37	-27	-29.33	
	Calidad del aire	-21	-21	-	-21.00	
	Modificación de la temperatura	-24	-39	-	-31.50	
	Generación de ruido	-21	-39	-39	-33.00	
Biótico	Modificación en la diversidad y abundancia de flora	-43	-43	-	-43.00	**-42.17**
	Modificación en la diversidad y abundancia de fauna	-38	-43	-	-40.50	
	Especies protegidas	0	-	-	-	
	Afectación al habitat terrestre	-43	-	-	-43.00	
Abióticos	Calidad en la estructura del paisaje	42	-39	-	1.50	**4.42**
	Calidad sanitaria del ambiente	24	-39	37	7.33	
Socioeconómico	Generación de empleo	38	40	24	34.00	**30.75**
	Demanda de prestración de servicios e infraestructura	-	-	42	42.00	
	Reactivación económica en la construcción/turismo	36	41	45	40.67	
	Cambio de uso de suelo	-43	31	31	6.33	
Promedio		**-15.78**	**-24.31**	**12.67**	**-14.97**	**-9.38**

5.4. Conclusión de la evaluación de impactos

De acuerdo con la evaluación, se concluyó que el proyecto generará un total de 44 impactos ambientales, compuestos por 12 positivos (27.91%) y 31 negativos (72.09%); así mismo, los impactos se clasificaron en ligeros (8), moderados (35), intensos (0) y críticos (0), de los cuales, los impactos moderados representaron el 81.40% del total de los impactos, seguido del 18.60% de los impactos considerados ligeros. En la siguiente tabla puede apreciarse de manera general los resultados de la evaluación.

Tabla 17. Tabla de resultados de la evaluación por nivel de impacto.

RESULTADOS POR NIVEL DE IMPACTO						
Magnitud	**Impactos**	**Porcentaje**	**Positivos**	**%**	**Negativos**	**%**
Ligero	8	18.60%	2	4.65%	6	13.95%
Moderado	35	81.40%	10	23.26%	25	58.14%
Intenso	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Crítico	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Total	***43***	***100.00%***	***12***	***27.91%***	***31***	***72.09%***

Como se pudo observar, es evidente que el proyecto generará impactos negativos principalmente en el componente fisicoquímico, durante la etapa de construcción, tal como la mayoría de los proyectos presenta este tipo de valoración. Sin embargo, se considera que todos los impactos negativos serán mitigados para evitar mayor afectación, adicionalmente estos impactos se presentarán durante una etapa corta.

Por el contrario, los impactos positivos, es decir, los beneficios que el proyecto fundamenta son a corto, mediano y largo plazo, ya que durante la operación del proyecto se le dará mantenimiento al área, tanto en el manejo de los residuos como en las áreas verdes. En cuanto al aspecto socioeconómico, también habrá un mayor beneficio, ya que equipamientos de este tipo permite a los turistas y locales disfrutar de las viviendas veraniegas existentes en la zona, generando una derrama económica en las localidades aledañas y generando fuentes de empleo, significando mayores ingresos para las familias y con esto, la posibilidad de mejorar su calidad de vida. Es decir, el proyecto genera muchos beneficios de gran relevancia que muchas veces no son considerados.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS

Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

La correcta aplicación de medidas puede prevenir o reducir los posibles impactos identificados anteriormente que el proyecto pueda generar en el entorno humano y natural. Las siguientes medidas generales se aplicarán durante el desarrollo del proyecto para poder realizar las fases de este; preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento del sitio:

1. Antes de iniciar las actividades del proyecto se realizará una verificación topográfica de los límites del predio.
2. La realización de los trabajos se limitará únicamente al área del proyecto.
3. El horario de trabajo será diurno de 7am a 6 pm aproximadamente.
4. La construcción tendrá un sitio temporal para resguardo de equipo y material, que este se mantendrá en buen estado para evitar derrames de aceites, combustibles u otros materiales.
5. La maquinaria para utilizar contara previamente con su servicio de mantenimiento, sin embargo, en caso de necesitar algún ajuste en la maquinaria, se consideran llevarlo a cabo fuera del área del proyecto.
6. En caso de alguna emergencia en derrames de alguna sustancia, se colocarán lonas para evitar la permeabilidad al suelo y se colectará de inmediato, saneando el área.
7. Se prohíbe el uso de armas de fuego o quemas dentro del área del proyecto y zona colindante.
8. Es obligatorio contar con un equipo de primeros auxilios que contenga los medicamentos e instrumentos de curación para emergencias.

El presupuesto estimado para las medidas es el siguiente:

Tabla 18. Presupuesto para medidas ambientales

SÍNTESIS DE PRESUPUESTO PARA MEDIDAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN	Monto	%
PRESUPUESTO PARA MEDIDAS DE PREVENCIÓN	$40,000	80%
PRESUPUESTO PARA MEDIDAS DE MITIGACIÓN	$10,000	20%
TOTAL	**$50,000**	**100.00%**

A continuación, se describen las medidas a implementar:

Tabla 19. Cuadro de medidas de prevención ambiental planteadas para el proyecto.

MEDIDAS DE PREVECIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PROPUESTAS PARA EL PROYECTO

IMPACTO A PREVENIR	#	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	INDICADOR DE EFICIENCIA	ETAPA	Costo de aplicación	%
Todos los impactos identificados	1	Plática informativa a los trabajadores de obra del proyecto	Se capacitará e informará al personal de obra sobre las medidas ambientales establecidas, con el fin de prevenir su omisión o aplicación incorrecta durante la preparación del sitio y la construcción.	Reuducción en errores en la aplicación de medidas y con ello el riesgo de impactos ambientales o afectaciones a la seguridad del personal.	Será con base a la manera en que se estén aplicando correctamente las demás medidas de prevención y mitigación propuestas, así como se realizaran rondas de vigilancia y evaluación de que dichas medidas se estén llevando a cabo.	PS	$800	2.00%
Calidad del suelo y capacidad de infiltración, calidad del agua subterránea.	2	Manejo y disposición de residuos sólidos.	Se implementará un manejo adecuado de residuos mediante contenedores temporales sellados e identificados para separar orgánicos, inorgánicos y plásticos.	Evitar la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados.	Registro de presencia de residuos sólidos urbanos dentro del predio y fuera de los contenedores Durante las visitas de inspección. Quejas por parte de los vecinos aledaños al predio.	PS, C y OM	$3,000	7.50%

	3	Manejo y disposición de residuos fisiológicos y aguas residuales.	Se instalarán letrinas portátiles para uso del personal, garantizando su limpieza, disposición adecuada de residuos y retiro al finalizar la obra, prohibiéndose actividades fisiológicas en el predio o alrededores.	Evitar que los trabajadores defequen o realicen sus actividades fisiológicas dentro del predio o sus inmediaciones, proveyéndoles de una manera higiénica y segura para realizar sus necesidades. Evitamos la contaminación del predio.	Durante las visitas de inspección se verificará que se estén utilizando correctamente los sanitarios, así como la presencia de heces fecales en las inmediaciones del predio.	PS y C	$4,500	11.25%
	4		Instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales	En el caso que el sistema de tratamiento que se instale durante la etapa de operación, se debe dar un correcto manejo del mismo, ya que se ubica cerca del manto freático, por riesgos de inundación o filtraciones	Mal funcionamiento del sistema de tratamiento durante la etapa de operación.	OM	$10,000	25.00%

Erosión Costera, Calidad del suelo, Capacidad de infiltración y diversidad y abundancia de especies de flora.	5	Delimitar el área verde y reforestaciones	Se realizará un desmonte parcial que afectará el suelo, pero al tratarse de vegetación ornamental se compensará mediante la delimitación y reforestación de áreas verdes para mantener la estabilidad y favorecer la infiltración al manto freático.	La reabsorción de agua y nutrientes del suelo	Visitas de inspección que se este cumpliendo con el área verde en el proyecto y una correcta delimitación del suelo	PS, C y OM	$2,500	6.25%
Calidad de aire, modificación en la calidad del clima.	6	Uso de transporte de material en vehiculos	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	Controlar la dispersión de polvo durante el uso de vehículos de transporte material, para ayudar a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.	Reporte de derrames de materiales o daños por maquinaria, que dañen la vía publica o presencia de humo en el aire	PS y C	$2,000	5.00%
Calidad del suelo **Capacidad de infiltración** **Calidad de agua subterránea** **Calidad sanitaria del ambiente.**	7	Mantenimiento de maquinaria y vehículos	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo a la Norma correspondiente.	Se controlará la emisión de gases y partículas de combustión lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.	Reportes de falla, averíos o mal funcionamiento de la maquinaria y/o vehículos, reporte de quejas por vecinos y poblaciones cercanas, reporte de derrames o daños por maquinaria.	PS y C	$7,000	17.50%

Generación de ruido.	8	Controlar los niveles de ruidos provocados por los vehiculos o maquinarias utilizados en el proyecto	La maquinaria y vehículos deberán contar con mantenimiento preventivo y correctivo antes de su traslado y operación en el sitio de obra.	Evitar daños o problemas auditivos en el personal empleado, la fauna silvestre, la población de la zona en general cercana al proyecto	Quejas o incidencias por parte del personal o vecinos cercanos a la zona del proyecto	PS y C	$3,000	7.50%
Diversidad y abundancia de especies de flora	9	Se respetará a la flora silvestre.	No se desmontará más área de la necesaria y autorizada para el proyecto. En caso del proyecto no se encontró ninguna especie protegida que requiera de un programa para reubicación, ya que el predio esta escaso de vegetación e impactado.	Evitar daño al área florística y tenga un impacto ambiental	Inspección al inicio de la obra	PS	$1,000	2.50%

Hábitat terrestres	10	Reubicación de flora y micro hábitat en el sitio del proyecto	Realizar recorridos de inspección para la detección de nidos y madrigueras y en su caso reubicarlos o ahuyentar a la población que ahí se encuentre. Además, en el caso de especies de flora representativa, serán reubicadas a las áreas verdes del proyecto según su importancia ecosistémica.	Con esta medida se busca salvaguardar la población faunística y florística del medio, así como evitar mayores impactos al área del proyecto.	Se entregarán reportes escritos con el listado de las especies que se encuentren a lo largo del proyecto. Sin embargo, el predio no se detectó que presencia de alguna especie protegida durante los recorridos previos al inicio de obra.	PS, C y OM	$2,500	6.25%
Diversidad y abundancia de especies de flora y hábitat terrestre	11	Programa de Vigilancia Ambiental	Contratación de un responsable ambiental que supervise la implementación de medidas y emita reportes trimestrales.	Dar seguimiento al cumplimiento ambiental.	El programa se verificará con cuatro reportes anuales y visitas trimestrales de supervisión, donde se registrarán observaciones y, de ser necesario, medidas correctivas.	OM	$3,700	9.25%
						Subtotal de medidas	$40,000	100.00%
						TOTAL DE PRESUPUESTO PARA MEDIDAS PREVENTIVAS	$40,000	100.00%

Tabla 20. Cuadro de medidas de mitigación de impactos ambientales planteados para el proyecto.

MEDIDAS DE MITGACIÓN AMBIENTAL PROPUESTAS PARA EL PROYECTO

IMPACTO A MITIGAR	NO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	ETAPA	Costo de aplicación	%
Calidad del suelo y agua	1	Manejo de sustancias que podrían contaminar el suelo	En caso de fuga, se suspenderá la maquinaria, se aplicarán absorbentes y el suelo contaminado será manejado como residuo peligroso.	Evitar la contaminación del suelo, subsuelo y agua por infiltración de sustancias contaminantes. Dar un debido manejo a los residuos.	**PS y C**	$2,000	20.00%
	2	Contaminación del agua por descargas accidentales	Si se presentan vertimientos, se confinarán de inmediato, evitando infiltración, y se dispondrán a través de empresa autorizada. Se contará con kits antiderrame en la etapa de construcción	Minimizar el riesgo de contaminación del agua por descargas accidentales mediante la contención inmediata de los vertimientos y su manejo seguro a través de empresas autorizadas para su disposición final.	**PS y C**	$4,000	40.00%
					Subtotal de medidas	**$6,000**	**60.00%**
					Porcentaje para improvistos	**$4,000.00**	**40%**
					PRESUPUESTO PARA MEDIDAS DE MITIGACIÓN	**$10,000**	**100.00%**

6.1. Impactos residuales

Un "impacto residual" es el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. En este sentido, no se considera la generación de impactos residuales en el proyecto.

6.2. Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (P.V.A) o Supervisión Ambiental (S.A) es un sistema establecido en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) que tiene la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que se establecieron en dicho estudio. Los objetivos del programa de vigilancia ambiental son la identificación de los sistemas afectados, de los tipos de impactos y de los indicadores seleccionados. Para que el programa sea efectivo, lo óptimo es que el número de indicadores sea bajo, que sean fácilmente cuantificables y medibles, así como representativos de cada sistema afectado. El programa de vigilancia ambiental también tiene funciones de control. Es una fuente de datos, principalmente empíricos, que ayuda a mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, porque permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas en el Estudio de Impacto Ambiental son correctas. A partir de esta información, es posible también la detección de alteraciones no previstas en dicho estudio, que deberán ser corregidas adecuadamente por medio de medidas correctoras. Así, el programa de vigilancia ambiental es una fuente para retroalimentar los resultados de la MIA.

Por ello, el aspecto más importante de un plan de seguimiento es la interpretación de la información recogida. Esta información sirve para poder interpretar el cambio de la situación ambiental, puesto que la simple desviación entre la situación previa y posterior a una obra no es totalmente válida. Las técnicas posibles para interpretar los cambios suelen basarse en tener una base de datos de un periodo importante anterior a la obra o su control en zonas testigo. La retroalimentación de los resultados sirve para modificar los objetivos iniciales que se establecieron desde la MIA. Por ello, el Programa de Vigilancia debe ser flexible y encontrar un punto de equilibrio entre la conveniencia de no realizar cambios para aumentar la longitud de la serie temporal y la necesidad de modificar el programa para reflejar la problemática ambiental.

Objetivo

Establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación propuestas en el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Objetivos Específicos

- Identificar cuantitativa y cualitativamente cada afección para todas y cada una de las variables ambientales, seguir las operaciones de obra que provocan impacto, describir el tipo de impacto y ejecutar las medidas preventivas y correctoras propuestas para prevenirlo o minimizarlo.
- Comprobar la eficacia de las medidas propuestas, y en su defecto, determinar las causas de la desviación de los objetivos y establecer los mecanismos de diagnóstico y rectificación.

- Detectar posibles impactos no previstos y establecer las medidas adecuadas para reducirlos, compensarlos o eliminarlos.
- Comprobar que las acciones a desarrollar en el seguimiento ambiental, durante los procesos de ejecución de la obra, están vinculadas con el mayor grado de eficacia posible a aquellas actividades de prevención.
- Seleccionar indicadores ambientales fácilmente mensurables y representativos.
- Proporcionar resultados específicos de los valores reales de impacto ambiental alcanzado por los indicadores ambientales preseleccionados, respecto a los previstos.

Alcance

El alcance general del presente documento incluye:

1. La realización de inspecciones visuales durante las visitas a la obra y reporte fotográfico Informes periódicos, en los que se detallan las medidas preventivas, correctoras y de mitigación que se están llevando a cabo y mencionando los incumplimientos.

2. Informe final que detalla los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias ejecutadas.

Estrategias

En el P.V.A. se especifican los responsables y las funciones a desempeñar por los mismos durante el seguimiento ambiental. El control y seguimiento de las medidas es compromiso de la empresa que es el responsable de adoptar las medidas preventivas y correctoras, ejecutar el Programa de Vigilancia Ambiental, emitir informes técnicos periódicos sobre el cumplimiento de las medidas propuestas y remitirlos al organismo competente.

Para las cuestiones medioambientales se designa un responsable Técnico de Gestión Medioambiental el cual dentro de sus responsabilidades tendrá:

- Supervisión de las actividades a realizar y los procedimientos constructivos de acuerdo con las condicionantes del resolutivo de la Secretaría.
- Coordinación de actividades del Programa de Manejo de Residuos Sólidos.
- Supervisión permanente de que todas las acciones se encuentren dentro de las poligonales autorizadas por la Secretaría.
- Vigilancia permanente de cumplimiento de todos los procedimientos establecidos por la Secretaría y la elaboración del expediente de supervisión ambiental y para control directo del Promovente.
- Redactar informes mensuales de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental y remitirlos en cumplimiento ante la Secretaría.

Entregables

Durante la ejecución de las actividades que integran el proyecto se deberán entregar:

- Informes periódicos, en los que se detallan al menos: Medidas preventivas, correctoras y de mitigación que se están llevando a cabo, y en caso de existir, partes de no conformidad.

Previo al término de la obra:

- Informe Final que detalla al menos: los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias realmente ejecutadas, los resultados de la inspección final efectuada para la verificación de la limpieza de la zona de obras y entorno inmediato, así como la comprobación de la retirada de restos de residuos, materiales o instalaciones ligados a las obras.

Calendario de actividades

Debido a la naturaleza del proyecto se está considerando la etapa de construcción para llevar a cabo dicho programa, ya que en la etapa de operación el uso y aprovechamiento de los servicios, así como de la generación de residuos será responsabilidad del complejo comercial.

Tabla 21. Programa de seguimiento de medidas ambientales.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	PERIODICIDAD	FORMA DE VERIFICACIÓN
Separar y almacenar los residuos sólidos por tipo (orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables) en un área techada y con piso impermeable.	Diariamente	Evidencia fotográfica
Transportar los residuos sólidos urbanos al sitio de disposición final autorizado mediante el servicio municipal de recolección.	3 veces por semana	Pago por el servicio de recolección municipal
Contratar empresas autorizadas para la recolección y transporte de residuos de manejo especial (aceites, trapos contaminados, envases de lubricantes, etc.).	Semanal o según generación	Facturas del servicio autorizado
Utilizar baños portátiles para los trabajadores durante la construcción, con mantenimiento y vaciado por empresa autorizada.	Cada 5 días	Facturas del servicio correspondiente
En caso de derrames accidentales de combustibles o aceites, realizar su recolección inmediata y disponerlos en contenedores adecuados para su manejo seguro.	Al momento del evento	Supervisión y evidencia fotográfica
Asegurar que la maquinaria y equipo cuenten con mantenimiento preventivo y dispositivos reductores de ruido.	Trimestral	Facturas o bitácoras de mantenimiento
Cumplir con el plan integral de manejo de residuos presentado como anexo a la mia.	Permanente	Bitácora ambiental y evidencia fotográfica
Mantener el área de trabajo limpia, libre de residuos y materiales en desuso.	Diariamente	Evidencia fotográfica

Prohibir cualquier tipo de quema de residuos o uso de herbicidas y defoliantes.	Permanente	Supervisión y evidencia fotográfica
Instalar señalización informativa y preventiva durante la preparación y ejecución del proyecto.	Durante la preparación del sitio	Evidencia fotográfica
Cumplir con las condicionantes y lineamientos ambientales que emita la autoridad competente (sds o semarnat).	Según lo establecido	Documentación y evidencia fotográfica
Brindar capacitación al personal sobre seguridad, manejo de residuos y medidas preventivas ambientales.	Antes del inicio de obra	Lista de asistencia y evidencia fotográfica

Al momento de llevar a cabo la supervisión y la vigilancia ambiental se podrá contar con una "check list" para marcar las acciones que se deberán evaluar en el momento y anotar las observaciones que sean necesarias como la que se muestra en la siguiente tabla. De igual manera se podrá llevar una bitácora de control con fechas y anotaciones pertinentes y adjuntar en ella la evidencia fotográfica y los recibos y facturas de pago para ir integrando la carpeta de seguimiento ambiental.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

7.1. Descripción y análisis del escenario con proyecto, considerando las medidas ambientales

El escenario con proyecto contempla la construcción de una residencia unifamiliar ligera de dos niveles, diseñada a partir de contenedores marítimos reutilizados y elevada sobre pilotes, lo que reduce significativamente la remoción de suelo y la compactación del terreno. Esta condición estructural minimiza los impactos negativos al medio físico, ya que no se realizarán excavaciones profundas ni cimentaciones tradicionales.

En cuanto al suelo y agua, los impactos esperados serán localizados y de baja magnitud, asociados únicamente a la preparación del sitio y la instalación de los pilotes. El proyecto conservará el 75 % de la superficie total como área permeable (área verde, área de conservación y derecho de vía), incluyendo áreas verdes y una zona de conservación ambiental en el predio colindante con la ZOFEMAT, garantizando la infiltración pluvial y la estabilidad del ecosistema costero.

No se contemplan descargas de aguas residuales a cuerpos o bienes nacionales, ya que el sistema de tratamiento tipo DLD-14 permitirá la reutilización del agua tratada para riego, cerrando el ciclo hídrico dentro del predio.

Respecto a la atmósfera, las emisiones serán mínimas y temporales, limitadas al tránsito de vehículos de transporte y a las actividades de colocación de los módulos. El riego periódico y el recubrimiento de materiales con lona evitarán la dispersión de partículas, conforme al Plan de Vigilancia Ambiental.

En los componentes biológicos, el impacto será ligero y reversible, pues solo se retirará la vegetación secundaria del área inmediata de construcción. Las especies no protegidas podrán restablecerse con la revegetación nativa contemplada en el área de conservación.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto generará impactos positivos durante las etapas de preparación y construcción, al favorecer la contratación de mano de obra local, la movilización

de servicios de transporte, mantenimiento y recolección, y el consumo de insumos locales. En la fase de operación, la residencia representará una actividad de bajo impacto urbano y compatible con el uso habitacional existente, contribuyendo de manera moderada al dinamismo económico de la zona.

En conclusión, el escenario con proyecto muestra un balance ambiental positivo, en el que los impactos potenciales son puntuales, temporales y mitigables, mientras que los beneficios sociales y económicos se distribuyen localmente. El diseño modular, el uso de materiales reutilizados y la aplicación de medidas de mitigación establecidas en la presente MIA aseguran una intervención ambientalmente responsable, compatible con la vocación costera y de conservación del entorno de Chabihau.

7.2. Conclusión integral del Manifiesto de Impacto Ambiental

El proyecto **"Residencia Modular Costera"** consiste en una **vivienda unifamiliar ligera de dos niveles**, construida a partir de **contenedores marítimos reutilizados** y **elevada sobre pilotes**, lo que permite una intervención mínima en el terreno, mantiene la **permeabilidad del suelo** y evita excavaciones o movimientos de tierra significativos. Este diseño reduce considerablemente la generación de impactos negativos sobre el medio físico y biológico del entorno costero.

En la **caracterización de flora y fauna** se registró vegetación típica de **duna costera**, sin identificarse especies incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Aunque el predio presenta cobertura vegetal natural, ésta **no corresponde a comunidades críticas ni de alta relevancia ecológica**, por lo que la intervención no representa pérdida significativa de hábitat ni afectación a especies de importancia para la conservación.

Del total de **43 impactos ambientales identificados**, **12 son positivos** y **31 negativos**; en cuanto a su magnitud, **8 se clasificaron como ligeros** y **35 como moderados**, sin registrarse impactos severos o críticos. La aplicación de las **medidas de prevención, mitigación y seguimiento** descritas en el Capítulo VI permitirá mantener los efectos dentro de **niveles aceptables y reversibles**.

El **5 % de la inversión total del proyecto** se destinará específicamente a la **implementación de medidas ambientales y de control**, asegurando su correcta ejecución durante las etapas de preparación, construcción y operación.

Con relación a los instrumentos de ordenamiento territorial, el proyecto se localiza dentro de la **UGA 013-APROV-DZI** del **POETY**, clasificada como **condicionada**, y dentro de la **UGA YOB05-BAR_C2-R** del **POETCY**, donde el uso de **vivienda unifamiliar se encuentra identificado como uso actual, aunque clasificado como incompatible**. Sin embargo, dado que el proyecto **no modifica el uso del suelo existente**, se trata de una **intervención mínima y no urbanizadora**, orientada al aprovechamiento responsable y sustentable del predio, sin generar presiones adicionales sobre el ecosistema ni alterar su vocación natural.

De acuerdo con el **Atlas Estatal de Riesgos de Yucatán (2013)**, el área presenta **baja peligrosidad** ante hundimientos, incendios o inundaciones, condiciones que favorecen la viabilidad técnica y ambiental del desarrollo. Asimismo, el proyecto **respeta las zonas de restricción ambiental**, incluyendo el **derecho de vía**, la **ZOFEMAT** y el **predio colindante al mar**, el cual se destina como **zona de conservación** y amortiguamiento ecológico.

En conjunto, se concluye que la **"Residencia Modular Costera" es ambientalmente viable**, ya que cumple con la normatividad aplicable, mantiene una escala constructiva reducida, evita impactos permanentes y promueve un modelo **de construcción sustentable y de bajo impacto**, en equilibrio con el entorno natural y social de la costa de **Chabihau, Yucatán**.

