CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto
Construcción y Operación de casa 13, en Chuburná Puerto, Yucatán.

I.1.2 Ubicación del proyecto
El proyecto se encuentra ubicado en el predio con el número de tablaje catastral 8296 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.



Fig. 1.1 Ubicación del predio donde se realizará el proyecto.

Cuadro 1.1. Poligonal con referencias geográficas del área del proyecto (DATUM WGS84)

TABLAJE 8296		
VÉRTICE	**X**	**Y**
1	205911.56 m E	2352457.70 m N
2	205880.42 m E	2352654.98 m N
3	205890.74 m E	2352655.51 m N
4	205920.27 m E	2352459.45 m N
Superficie = 1,864.680 m²		

I.1.3. Duración del proyecto

Se estima un tiempo máximo de construcción del proyecto en un periodo de dos años seis meses. Ahora bien, en la etapa de operación y por las características de este y su consecuente mantenimiento, se considera tenga un tiempo de vida útil indefinido.

I.2. Datos generales del promovente

Mark Wayne Hetherington
Erica Jane Hetherington

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

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

No tiene domicilio en Yucatán, por lo que se utiliza la dirección de la consultora ambiental.

I.3. Responsable de la elaboración del Documento Técnico unificado

I.3.1. Nombre o Razón Social

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento

I.3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal.

PRESTADOR DE SERVICIOS TECNICO FORESTALES

Inscripción en el Registro Forestal Nacional: Libro México, Tipo UI, Personas físicas prestadoras de servicios técnicos forestales- Inscripciones, Volumen 2 número 38. Inscrito con fecha 20 de abril de 2006. Copia de identificación oficial y Registro: **(Se presenta en el anexo 1).**

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza y objetivo del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación con una superficie total de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 658.4202 m^2.

El proyecto se encuentra ubicado en el predio con el número de tablaje catastral 8296 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán. Como se observa en la figura 2.1., el proyecto colinda en su costado Sur con la carretera que conduce al Puerto de abrigo de la localidad, en el lado Norte, con la playa y al Este y Oeste, con casas habitación.



Fig. 2.1. Sitio donde se pretende desarrollar el proyecto.

II.1.2 Ubicación física del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en el predio con el número de tablaje catastral 8296 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.

Cuadro 2.1. Poligonal con referencias geográficas del área del proyecto (DATUM WGS84)

TABLAJE 8296		
VÉRTICE	**X**	**Y**
1	205911.56 m E	2352457.70 m N
2	205880.42 m E	2352654.98 m N
3	205890.74 m E	2352655.51 m N
4	205920.27 m E	2352459.45 m N
Superficie = 1,864.68 m²		

II.1.4. Urbanización del área.

Disponibilidad de servicios básicos:

***Vías de acceso*:** La principal vía de acceso es la carretera que comunica la localidad de Chuburná a Progreso. El predio está ubicado a la orilla de la carretera, a un kilómetro del Puerto de Abrigo.

Agua potable: El agua requerida durante la etapa de construcción será traída a través de pipas. El abastecimiento de agua durante la etapa de operación estará provisto por un sistema de bombeo de un pozo con bomba sumergible a una cisterna de almacenamiento para la casa. La cisterna tendrá una capacidad de almacenamiento de 3500 litros. La calidad del recurso será suministrada por la empresa *"Pipas de agua de Chicxulub Pueblo".*

Adicionalmente, el agua de lluvia se recolectará a través de las azoteas y se conducirá por medio de bajantes de pvc hacia el recolector de agua de lluvia con una capacidad de 2000 litros, el cual puede ser fabricado en sitio con concreto o bien mediante la instalación de un recolector prefabricado. El recolector deberá tener un filtro para evitar la entrada de hojas y residuos más grandes y podrá estar conectada a su vez con la cisterna o tener un acceso directo hacia los inodoros. Esta agua será distribuida a través de tuberías para su reutilización dentro de los servicios de la casa.

Energía eléctrica: Existen líneas de transmisión eléctrica en la zona, por lo que el proyecto realizará la conexión a la línea existente, sin embargo, se realizará la instalación de paneles solares que van a abastecer el 70% de consumo de energía eléctrica de la casa.

Servicios de apoyo: Para la correcta operación del proyecto será necesaria la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que posteriormente se describe en este capítulo. En el caso de los residuos sólidos, se dispondrá de un área techada para su separación y disposición temporal, trasladándose posteriormente a los centros de acopio de las empresas de reciclaje y/o sitios de disposición final autorizados por el municipio.

II.1.5 Inversión requerida

La inversión para el proyecto será de $5,000,000 pesos (son cinco millones de pesos 00/100 M.N), lo cual incluye el presupuesto destinado a las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Dimensiones del proyecto

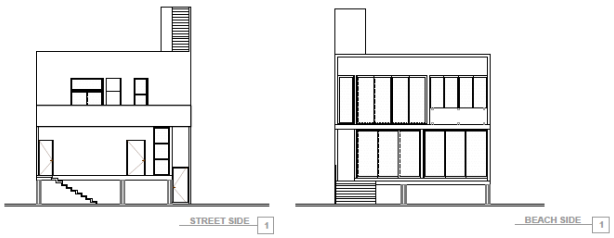
A continuación, se enlistan cada una de las obras y actividades que comprende el proyecto con sus respectivas dimensiones. En un cuadro posterior se describen a detalle cada una de estas obras (Ver plano general de planta en el anexo 2):

Cuadro 2.2. Obras y actividades que comprende el proyecto

Concepto	superficie m²	% ocupación
Casa habitación planta baja	280.00	15.01
Camino de acceso*	297.00	15.92
Sendero serpenteado acceso a playa	81.4202	4.36
Superficie total de cambio de uso de suelo	**658.4202**	**35.31**
Área de conservación*	***1,206.26***	***64.69***
Poligonal envolvente	**1,864.68 m²**	**100%**

NOTA**: Las áreas de conservación son definidas en este estudio como zonas donde la vegetación nativa por ningún motivo será removida.
*Actualmente, el costado oeste del predio se encuentra afectado por la construcción de la obra aledaña, por lo que se utiliza esta zona para no afectar la vegetación existente.

Cuadro 2.3. Descripción detallada de cada una de las obras y actividades del proyecto

OBRA	CARACTERÍSTICAS
Casa habitación	Primer nivel: Sala-comedor, cocina, recámara con baño, terraza techada, piscina, cochera techada pero con piso arena. Segundo nivel: Dos recámaras con baño. Tercer nivel: No está techado, únicamente tiene una escalera para acceso y barandal. La casa tendrá dos niveles con una altura total de 9 metros y será construida sobre pilotes de una altura de 1.5 metros sobre el nivel del terreno natural. La profundidad de las excavaciones serán a máximo 1.50 metros abajo del nivel de arena. 

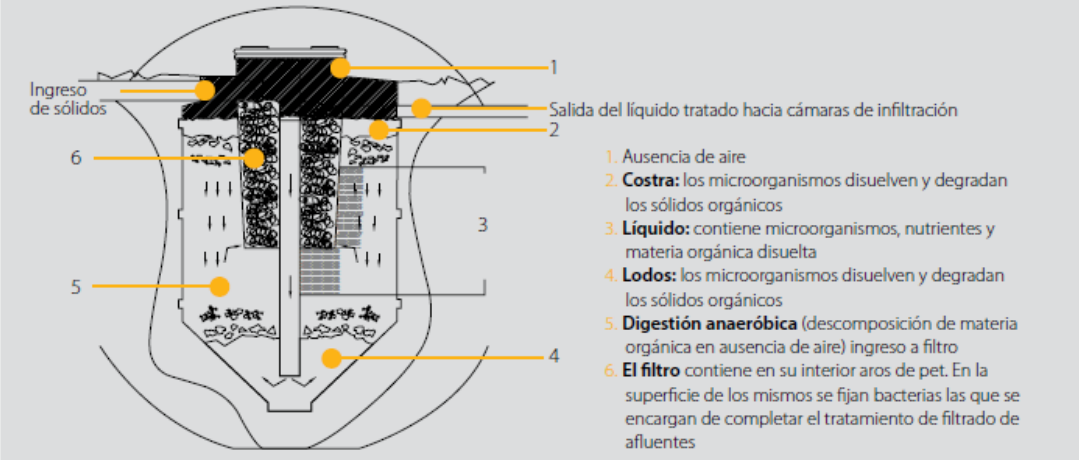
Camino de acceso a la casa	Se trata del camino de acceso a la casa con una amplitud de 3 metros, ocupando una superficie total de 297 m^2. Cabe señalar que parte de este camino, no presenta vegetación nativa, debido a los trabajos realizados por la obra aledaña.  Fig. 2.2. Parte del camino de acceso actualmente afectado.
Sendero de acceso a la playa	El sendero de acceso a la playa, será serpenteado con una amplitud máxima de 1.2 metros.
Áreas de conservación	Se estableció una superficie de 1206.26 m^2 que comprende la zona de primera duna (tierras frágiles) y parte del predio ene l costado colindante a la carretera. La superficie de conservación representa el 64% de la superficie total del predio donde no se llevará obra o actividad alguna, manteniendo sus características intrínsecas naturales.

Sistema de tratamiento de aguas residuales.
Biodigestor

Primera Etapa. El agua residual ingresará hasta el fondo donde el diseño del Biodigestor facilita la separación de lodos y agua.

Segunda Etapa. Las bacterias comienzan la descomposición y el agua pasa a través de esta cama de lodos.

Tercera Etapa. El agua atraviesa el filtro anaerobio para retener otra parte de la contaminación. La disposición de los efluentes del biodigestor serán sistemas de infiltración subsuperficial (zanjas) con las dimensiones y características que señala la NOM-006- CONAGUA-1997. Los lodos se decantan en el fondo del Biodigestor para posteriormente ser purgados durante su mantenimiento.



Zanjas de infiltración. La zanja de infiltración recibirá directamente el efluente del biodigestor y estará conformada por una serie de tuberías, que estarán colocadas en unas zanjas de 25 cm. de ancho (dimensión mínima recomendada) a 60 cm. de profundidad, y con un espaciamiento entre cada una de 1.50 m.

La construcción de la zanja de infiltración contará con los siguientes materiales: Grava o piedras trituradas de granulometría variable (entre 20 y 50 mm.), tubería de 100 mm. de diámetro con perforaciones y una cubierta impermeable de polietileno.

Las tuberías serán instaladas sin juntar con las aberturas de 0.05 m. Para evitar obstrucciones, se recubrirán las juntas en la parte superior con una nueva capa de grava o piedras trituradas de manera que cubra los tubos y deje una capa de 50 mm. de espesor mínimo por encima del borde superior de la tubería.

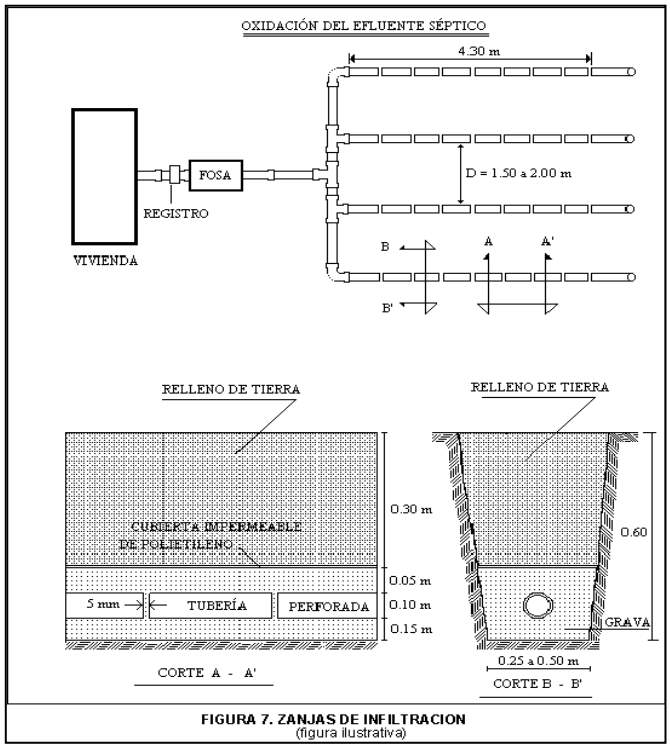


FIGURA 7. ZANJAS DE INFILTRACION
(figura ilustrativa)

Posteriormente se colocará la cubierta impermeable de polietileno, cuya función será mantener el lecho de grava libre de partículas de tierra y finalmente, cubrir la zanja con una capa de tierra compactada de 0.30 m. de espesor mínimo para aislar la zanja.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, y que a continuación se describe.

Inspección y limpieza.
Para garantizar el adecuado funcionamiento del biodigestor se realizará una inspección visual del contenido de la misma cuando menos cada seis meses para su limpieza antes que se acumule demasiado material flotante que pudiera obstruir las tuberías de entrada o de salida. Los lodos acumulados en el fondo de la unidad serán retirados por lo menos cada doce meses.

Mantenimiento. Para el mantenimiento adecuado del biodigestor se realizará la inspección o la limpieza antes señalada. Al abrir el registro evitar respirar los gases del interior y esperar 30 minutos hasta tener la seguridad de que la fosa se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en ella pueden causar explosiones o asfixia. Nunca se deberán usar cerillos o antorchas para inspeccionarla.

-La limpieza se efectuará por medio de un cubo provisto de un mango largo, o por medio de un camión-tanque equipado con una bomba para extracción de lodos (en este caso se debe prever que la fosa esté ubicada en un lugar tal que se permita el acceso al camión-tanque).
Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad (10% aproximadamente) que servirá de inóculo para las futuras aguas residuales.
- No se lave ni desinfecte después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no se recomienda su empleo.
- Los lodos extraídos serán rociados con cal para su manejo, transportación y ser dispuestos adecuadamente (enterrar en zanjas de unos 0,60 m de profundidad).

- La instalación para la disposición del efluente (zanjas de infiltración) se inspeccionará periódicamente (cada 12 meses), pues con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, con lo que el medio oxidante comenzará a trabajar mal y en ese caso habrá de cambiar el material filtrante o construir nuevas zanjas.
- Las personas encargadas del mantenimiento y conservación de las fosas sépticas o biodigestores deberán usar guantes, botas de hule y tapabocas.

- En caso de que la fosa séptica se abandone o clausure, se deberá rellenar con tierra o piedra.

Respecto a su cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021 se realizan las siguientes observaciones importantes:

En la ficha técnica de la empresa (que se anexa en versión digital en este escrito), se reportan valores que cumplen con la NOM-001-SEMARNAT-2021, tal y como se ve en los valores de eficiencia reportados.

Eficiencia (Remoción)

PARÁMETRO	REMOCIÓN	PARÁMETROS LUEGO DEL TRATAMIENTO
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	94 %	15-80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	88 %	80-190 mg/l
Grasas y aceites	93 %	30-45 mg/l
SS (sólidos sedimentables)	98 %	0,05-0,3 ml/l
Ph	Estabilizado	7,5-8,5 UpH

Fig. 2.3. Valores de eficiencia reportados por la empresa Rotoplas en su ficha técnica (biodigestor + campos de infiltración). Para mayor detalle ver ficha técnica anexa en digital en este escrito.

II.2.e Etapa de operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos principalmente, por lo que se contará con un área techada para el resguardo temporal de estos residuos que estará ubicada dentro de la casa, contratando a una empresa autorizada para su disposición final en sitios destinados por el municipio.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, a fin de comprobar su óptimo funcionamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final. La profundidad del biodigestor será de 1.65metros (ver ficha técnica adjunta) y las zanjas de infiltración a 60cm de profundidad.

II.2.2. Representación gráfica regional

El área donde pretende desarrollarse el proyecto se encuentra ubicada en la Región hidrológica 32, constituida por una cuenca criptorreica que abarca el Estado de Yucatán y el norte de Quintana Roo. Esta cuenca criptorreica corresponde a un sistema geológico-hidrológico único formado por un sistema cárstico, en donde el escurrimiento encontrado es totalmente subterráneo dada la permeabilidad de la roca caliza.



Figura 2.4. Ubicación de la región hidrológica 32.

II.2.3. Representación gráfica local: Como se mencionó anteriormente, el proyecto se encuentra ubicado en el predio con el número de tablaje catastral 8296 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.



Figura 2.5. Ubicación del sitio donde se desarrollará el proyecto.

El plano y la poligonal con las referencias geográficas del área sujeta a cambio de uso de suelo se presentan en el anexo 2 de este estudio**.**

II.2.4. Preparación del sitio y construcción.

La preparación del sitio corresponde a la remoción de la cobertura vegetal que existe en el predio. Dicha remoción se llevará a cabo de manera manual. Para el caso de las obras fijas, además del desmonte, se realizará el retiro de la capa superficial del suelo. El material que se genere deberá ser en áreas propuestas para jardines o carentes de componente edáfico del predio.

Los procesos de construcción del proyecto comprenden principalmente las actividades de retiro de vegetación, excavación, cimentación, obra civil, realización de instalaciones y acabados. A continuación, se describen cada una de estas etapas:

Desmonte y despalme: Esta actividad será realizada por los trabajadores mediante la ayuda de coa y machetes, depositando los residuos de vegetación en sitios destinados por la autoridad competente. Es importante señalar que previo al retiro de vegetación en el área sujeta al cambio de uso de suelo, se realizará la delimitación de las áreas de conservación, así como un recorrido en el área de desmonte para identificar y retirar todas aquellas especies de flora sujetas a rescate (Ver programa de rescate).

Excavación. Se trata de la realización de trabajos de excavación en la arena para la colocación de los cimientos necesarios para la edificación de las obras. Se lleva a cabo con ayuda de maquinaria.

Cimentación. El objetivo de esta actividad será establecer una base sólida y segura sobre la cual se construirán las obras. La cimentación se realizará sobre roca sólida mediante La implementación de pilotes de concreto de 1.5 m de altura sobre el nivel del terreno natural.

Obra civil. Para desplantar los muros de la casa se utilizarán contratrabes de cimentación de concreto armado.

Los muros serán a base de block vibroprensado de concreto de 15 x 20 x 40 asentados con mortero, reforzados con castillos de concreto de 15 x 15 cm de sección reforzados con armex 15-15-4. Para la losa, se utilizará el sistema tradicional a base de vigueta de concreto pretensada de 12 -5 y bovedilla de concreto vibroprensada de 15 x 20 x 56 cm reforzada con malla electrosoldada de acero y una capa de compresión de concreto de 4 cm de espesor.

En los techos se emplearán trabes de diversas dimensiones, de acuerdo con las especificaciones arquitectónicas y la resistencia requerida, según el área que conformarán, de igual forma para techos se emplearán viguetas de 12-5 y bovedillas de 15 x 125 x 56 cm reforzados con capa de compresión de 3 cm de espesor con concreto premezclado de resistencia mínima de 250 kg/cm^2. La casa contará con dos niveles a una altura total de nueve metros (ver plano de planta).

Instalaciones. En esta actividad se incluyen las instalaciones eléctricas, hidráulicas y las sanitarias del proyecto. Para las instalaciones eléctricas, se dispondrá de tubería tipo poliductos de poliflex y cableado interno a la infraestructura a fin de establecer las conexiones requeridas, de manera que se permita el posterior abastecimiento de energía eléctrica a todas las áreas de la casa. Cabe señalar que existe una línea de transmisión eléctrica en la zona y adicionalmente se colocarán paneles solares para abastecer el 70% del consumo energético de la casa.

Para la red hidráulica se contará con una cisterna que alimentará el tinaco de la casa. Las instalaciones hidráulicas tendrán como finalidad el abastecer de agua potable a la casa que para su adecuado funcionamiento la requiriera. Para esto se dispondrá de tubería adecuada que permita el eficiente abastecimiento del recurso.

Para la instalación de red sanitaria, la casa contará con sistema de drenaje sanitario a base de tubería de pvc de 2 y 4" que descargará a un biodigestor y sus respectivas zanjas de infiltración (ver descripción detallada en la MIA-P).

Acabados. En esta actividad se contempla la instalación de los acabados finales tanto exteriores como interiores. Los acabados serán a tres capas a base de rich emparche y estuco en muros y plafones. Los muros exteriores podrán ser cubiertos con una capa de masilla gruesa. Tanto a los muros interiores como exteriores, se les aplicará pintura vinílica a manera de acabado final.

En los acabados interiores se realizará el recubrimiento de los pisos con losetas de cerámica unidas con pegazulejo, colocación de los muebles de baño y cocina, así como de puertas, ventanas, enchufes, lámparas, entre otros.

Sistema de tratamiento de aguas residuales.

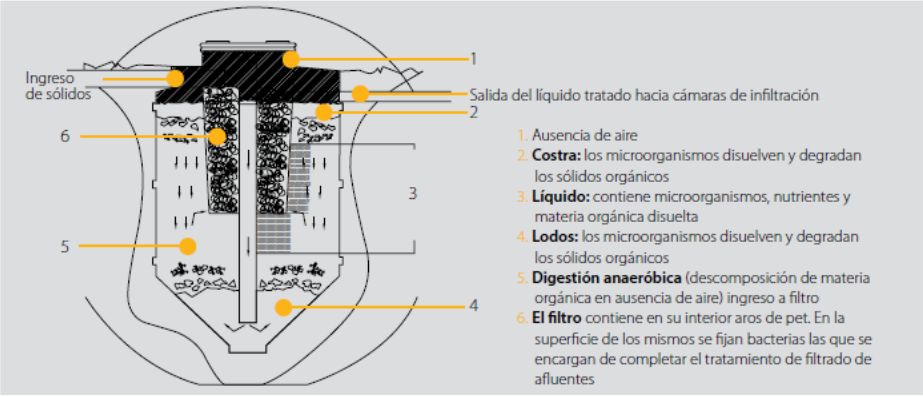
Biodigestor

Primera Etapa. El agua residual ingresará hasta el fondo donde el diseño del Biodigestor facilita la separación de lodos y agua.

Segunda Etapa. Las bacterias comienzan la descomposición y el agua pasa a través de esta cama de lodos.

Tercera Etapa. El agua atraviesa el filtro anaerobio para retener otra parte de la contaminación.

La disposición de los efluentes del biodigestor serán sistemas de infiltración subsuperficial (zanjas) con las dimensiones y características que señala la NOM-006- CONAGUA-1997. Los lodos se decantan en el fondo del Biodigestor para posteriormente ser purgados durante su mantenimiento.



Zanjas de infiltración

La zanja de infiltración recibirá directamente el efluente del biodigestor y estará conformada por una serie de tuberías, que estarán colocadas en unas zanjas de 25 cm. de ancho (dimensión mínima recomendada) a 60 cm. de profundidad, y con un espaciamiento entre cada una de 1.50 m. La construcción de la zanja de infiltración contará con los siguientes materiales: Grava o piedras trituradas de granulometría variable (entre 20 y 50 mm.), tubería de 100 mm. de diámetro con perforaciones y una cubierta impermeable de polietileno.

Las tuberías serán instaladas sin juntar con las aberturas de 0.05 m. Para evitar obstrucciones, se recubrirán las juntas en la parte superior con una nueva capa de grava o piedras trituradas de manera que cubra los tubos y deje una capa de 50 mm. de espesor mínimo por encima del borde superior de la tubería.

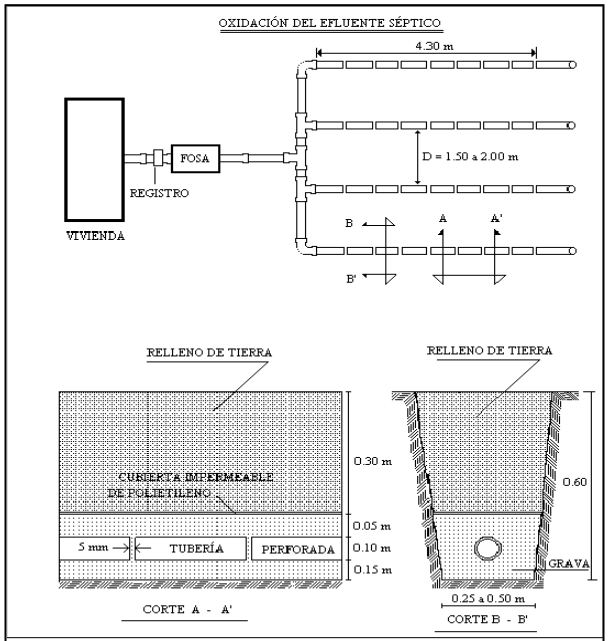


FIGURA 7. ZANJAS DE INFILTRACION
(figura ilustrativa)

Posteriormente se colocará la cubierta impermeable de polietileno, cuya función será mantener el lecho de grava libre de partículas de tierra y finalmente, cubrir la zanja con una capa de tierra compactada de 0.30 m. de espesor mínimo para aislar la zanja. El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, y que a continuación se describe.

Inspección y limpieza.
Para garantizar el adecuado funcionamiento del biodigestor se realizará una inspección visual del contenido de la misma cuando menos cada seis meses para su limpieza antes que se acumule demasiado material flotante que pudiera obstruir las tuberías de entrada o de salida. Los lodos acumulados en el fondo de la unidad serán retirados por lo menos cada doce meses.

Mantenimiento. Para el mantenimiento adecuado del biodigestor se realizará la inspección o la limpieza antes señalada. Al abrir el registro evitar respirar los gases del interior y esperar 30 minutos hasta tener la seguridad de que la fosa se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en ella pueden causar explosiones o asfixia. Nunca se deberán usar cerillos o antorchas para inspeccionarla.

-La limpieza se efectuará por medio de un cubo provisto de un mango largo, o por medio de un camión-tanque equipado con una bomba para extracción de lodos (en este caso se debe prever que la fosa esté ubicada en un lugar tal que se permita el acceso al camión-tanque).
Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad (10% aproximadamente) que servirá de inóculo para las futuras aguas residuales.

- No se lave ni desinfecte después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no se recomienda su empleo.
- Los lodos extraídos serán rociados con cal para su manejo, transportación y ser dispuestos adecuadamente (enterrar en zanjas de unos 0,60 m de profundidad).
- La instalación para la disposición del efluente (zanjas de infiltración) se inspeccionará periódicamente (cada 12 meses), pues con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, con lo que el medio oxidante comenzará a trabajar mal y en ese caso habrá de cambiar el material filtrante o construir nuevas zanjas.
- Las personas encargadas del mantenimiento y conservación de las fosas sépticas o biodigestores deberán usar guantes, botas de hule y tapabocas.
- En caso de que la fosa séptica se abandone o clausure, se deberá rellenar con tierra o piedra.

Respecto a su cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021 se realizan las siguientes observaciones importantes:

En la ficha técnica de la empresa (que se anexa en versión digital en este escrito), se reportan valores que cumplen con la NOM-001-SEMARNAT-2021, tal y como se ve en los valores de eficiencia reportados.

Eficiencia (Remoción)

PARÁMETRO	REMOCIÓN	PARÁMETROS LUEGO DEL TRATAMIENTO
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	94 %	15-80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	88 %	80-190 mg/l
Grasas y aceites	93 %	30-45 mg/l
SS (sólidos sedimentables)	98 %	0,05-0,3 ml/l
Ph	Estabilizado	7,5-8,5 UpH

Fig. 2.2. Valores de eficiencia reportados por la empresa Rotoplas en su ficha técnica (biodigestor + campos de infiltración).

II.2.e Etapa de operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos principalmente, por lo que se contará con un área techada para el resguardo temporal de estos residuos que estará ubicada dentro de la casa, contratando a una empresa autorizada para su disposición final en sitios destinados por el municipio.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, a fin de comprobar su óptimo funcionamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final.

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Únicamente se implementará una bodega de láminas de cartón para el resguardo de material y herramientas durante la etapa de preparación y construcción del proyecto. Dicha bodega estará ubicada en las áreas contempladas para el desmonte, por lo que se aprovechará la superficie de las zonas contempladas para afectación. No está previsto el almacenamiento de combustibles, la reparación de vehículos en los predios, ni el uso de explosivos o materiales riesgosos.

II.2.6. Descripción de obras asociadas el proyecto: No se prevé la realización de obras asociadas al proyecto.

II.2.7. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas el cambio de uso de suelo.

Muestreo

a) Diseño e intensidad de muestreo

Se realizó el muestreo de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, ubicando los sitios de muestreo de manera sistemática, respetando los siguientes criterios:
- separación entre sitios 30 m como mínimo, en dirección norte-sur (considerando el lado de mayor longitud en el predio)
- en áreas con cobertura forestal herbácea, arbustiva y arbórea, representativas de la vegetación
- tipo de vegetación y estructura similar. El área está clasificada como Duna Costera, siendo esta la vegetación observada en el predio, con dominancia de un estrato arbustivo.

La intensidad del muestreo fue del 32.2% en la superficie con vegetación forestal del predio y del 91.1% considerando la superficie solicitada para cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

1) $IM\ \% = : \frac{n}{N1} \times 100 = \frac{600}{1864.68} \times 100 = 32.2\ \%$
2) $IM\ \% = : \frac{n}{N2} \times 100 = \frac{600}{658.42} \times 100 = 91.1\ \%$

Dónde:
n = superficie forestal muestreada (≈ 600 m2)
N1 = superficie del predio (≈ 1864.68 m2)
N2 = área solicitada para CUSTF (≈ 658.42 m2)

b) Número de sitios de muestreo y su distribución

En el predio y área de cambio de uso del suelo se delimitaron tres sitios de muestreo, los cuales se distribuyeron de acuerdo con los criterios indicados previamente. Las coordenadas de ubicación y su distribución en plano cartográfico se indican en las siguientes tabla y figura.

Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo en área del Proyecto, Datum WGS 84, zona 16N

SITIO	CENTRO	
	X	Y
A	205888	2352618
B	205894	2352574
C	205906	2352521



Figura 2.3. Ubicación de los sitios de muestreo en el área del proyecto

c) Forma y tamaño de los sitios

Los sitios fueron rectangulares (10 m x 20 m), trazados en dirección norte-sur. Con un área de 200 m^2 por sitio y 600 m^2 de área de muestreo (0.0600 ha). En los primeros 100 m^2 se registraron los individuos arbóreos y arbustivos (entre 2.5 y 4.cm de diámetro en la base, medido a 20 cm del suelo). En los 200 m^2 se registraron los individuos arbóreos y arbustivos (iguales o mayores a 5.0 cm de diámetro en la base). Al interior del primer cuadro de 10x10 m se delimitó un subcuadrante de 1 x 1 m (1.0 m^2), que se utilizó para contabilizar los individuos arbustivos de talla menor a 1.0 m y medir su cobertura, utilizados para la descripción del estrato herbáceo y presencia de regeneración.



Figura 1.4. Esquema del sitio de muestreo para registro de vegetación por estrato

d) Variables dasométricas registradas

Las variables dasométricas que se midieron fueron diámetro en la base (medido a 20 cm sobre el nivel del suelo) en arbustos con altura igual o mayor a 0.5 m y altura total (cada tallo o rama de 2.5 cm de diámetro se consideró como un individuo), así como la presencia de algún daño físico registrando aspectos como roto, caído-acostado o muerto, entre otros.





Figura 2.5. Medición y trazo de los sitios de muestreo.



Figura 2.6. Marcaje del arbolado y medición de diámetro de individuos arbustivos muestreados

e) Variables ecológicas registradas

Se registró el nombre común, género y especie de los individuos registrados. También se identificó si se encontraban en estatus de conservación o si correspondían a especies endémicas.

f) Superficie solicitada para cambio de uso del suelo en terrenos forestales

Como se mencionó en el capítulo II, la superficie solicitada para el cambio de uso del suelo es de ≈ 658.42 m^2 (0.065842 ha).

En el Anexo 2, se encuentra el Plano del predio con áreas de construcción, así como el Plano con el polígono y superficie solicitada para cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

II.2 Número de individuos por especie que se espera remover

Fórmulas utilizadas para la estimación del número de individuos/ha y área basal/ha

Número de árboles por hectárea

La estimación de los individuos a remover, se realizó con la fórmula siguiente.

$$Na/ha = \frac{N\ x\ 10,000}{T}$$

Dónde:
Na = número de individuos de una especie
T = tamaño del sitio, en hectáreas (0.0100 y 0.0200)

Área basal por especie por hectárea

Se obtuvo con la siguiente fórmula y el resultado se extrapoló a una hectárea como unidad base

$$ABsp = \frac{\sum_{a=0}^{n} \frac{\pi(d)^2}{4}}{T}$$

Dónde:
d = diámetro normal en cm
a = árbol vivo por especie, desde 1 hasta n
T = tamaño del sitio, en hectáreas (0.0100 y 0.0200)

Resultados

Se estimó un total de 3,833 individuos arbustivos por hectárea; 650 arbustos iguales o mayores a 5.0 cm de diámetro en la base (DB) y 3,233 arbustos entre 2.5 y 4.9 cm de DB, todos dentro de la categoría de iguales o mayores a 1 m de altura. En el área de 658.42 m2 solicitados para cambio de uso del suelo, fueron de 43 arbustos ≥ 5.0 cm y 213 arbustos entre 2.5 y 4.9 cm de diámetro en la base; con un total de 256 individuos (tallos), correspondientes a cinco especies (Tabla 2).

Tabla 2 Individuos arbustivos y herbáceos por hectárea y en la superficie solicitada para CUSTF de ≈ 658.42 m2 de VS de Matorral de Duna costera

Especie	Nombre común	Individuos /ha	Individuos CUSTF
Pithecellobium keyense	ya'ax ka'ax	1867	123
Suriana maritima	tabaquillo	633	42
Sideroxylum americanum	caimitillo	633	42
Quadrella incana	mata gallina	67	4
Tara vesicaria	algarrobo	33	2
Arbustivo		**3233**	**213**

Pithecellobium keyense	ya'ax ka'ax	233	15
Sideroxylum americanum	caimitillo	217	14
Suriana maritima	tabaquillo	167	11
Tara vesicaria	algarrobo	33	2
Arbustivo 2		**650**	**43**
Total		**3883**	**256**

- De manera conjunta se registraron los individuos de especies en estatus de conservación, presentes en todo el predio, en este caso *Gossypium hirsutum*, con un total de tres individuos (Tabla 3).



Figura 2.7. Individuos de *Gossypium hirsutum* en el predio

Tabla 3. Estimación del número de individuos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Especie	Nombre	Diámetro cm	Altura m	X	Y
Gossypium hirsutum	Algodón	1.1	1.2	205896	2352551
Gossypium hirsutum	Algodón	0.5	0.6	205901	2352534
Gossypium hirsutum	Algodón	1.0	1.0	205914	2352457

*** Especie incluida en la MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, (Diario Oficial de la Federación del 14/11/2019).**

II.3 Estimación de existencias volumétricas

a) Fórmula para estimar el volumen por especie/hectárea

Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando una fórmula única por grupo de especies, en relación con las características del fuste (volumen maderable del fuste). El resultado se expresó en m^3vt /ha.

MODELO MATEMÁTICO : Vol esp = (AB * AT * CM) / T

Donde AB = área basal por especie
AT = altura total
CM = coeficiente mórfico de 0.5
T = tamaño del sitio de muestreo (0. 0100, 0.0200 ha)

La base de datos de los registros en campo, así como la memoria de cálculo para la estimación de los volúmenes de materias primas por especie se integran en el Anexo 2.

Resultados

Las estimaciones del volumen/ha de materias primas solamente se pudo determinar en las especies arbustivas con registro de diámetro desde 2.5 cm. La **vegetación secundaria de Matorral de Duna costera** del predio tuvo en promedio de **6.948 m³/ha** (Tabla 4), en tanto que en el área solicitada para cambio de uso del suelo de **658.42 m2** en terrenos forestales, el volumen de materias primas forestales que serían removidos asciende a **0.457 m³** vt (Tabla 5) y el número de individuos a remover sería de 256.

Tabla 4. Volumen de materias primas forestales por especie y hectárea en vegetación secundaria arbustiva de Duna costera del predio

Especie	Nombre común	Individuos /ha	Área basal m2/ha	Volumen m3 vt / ha
Pithecellobium keyense	ya'ax ka'ax	1867	1.809	2.211
Suriana maritima	tabaquillo	633	0.043	0.043
Sideroxylum americanum	caimitillo	633	0.711	1.037
Quadrella incana	mata gallina	67	0.463	0.308
Tara vesicaria	algarrobo	33	0.030	0.035
Arbustivo		**3233**	**3.056**	**3.633**
Pithecellobium keyense	ya'ax ka'ax	233	0.752	1.065
Sideroxylum americanum	caimitillo	217	0.959	1.530
Suriana maritima	tabaquillo	167	0.497	0.594
Tara vesicaria	algarrobo	33	0.084	0.126
Arbustivo 2		**650**	**2.292**	**3.314**
Total		**3883**	**5.347**	**6.948**

Tabla 5. Volumen de materias primas forestales por especie en vegetación secundaria arbustiva de Matorral de Duna costera, en 658.42 m2 solicitados para CUSTF

Especie	Nombre común	Individuos	Área basal	Volumen
		658.42 m2	m2	m3 vt
Pithecellobium keyense	ya'ax ka'ax	123	0.119	0.146
Suriana maritima	tabaquillo	42	0.003	0.003
Sideroxylum americanum	caimitillo	42	0.047	0.068
Quadrella incana	mata gallina	4	0.030	0.020
Tara vesicaria	algarrobo	2	0.002	0.002
Arbustivo		**213**	**0.201**	**0.239**
Pithecellobium keyense	ya'ax ka'ax	15	0.050	0.070
Sideroxylum americanum	caimitillo	14	0.063	0.101
Suriana maritima	tabaquillo	11	0.033	0.039
Tara vesicaria	algarrobo	2	0.006	0.008
Arbustivo 2		**43**	**0.151**	**0.218**
Total		**256**	**0.352**	**0.457**

II.4 Destino final de las materias primas forestales

Las materias primas forestales resultantes de la remoción de vegetación por el cambio de uso del suelo serían trasladadas a un sitio de disposición de residuos de manejo especial, mediante alguna compañía acreditada para el manejo y disposición de este tipo de productos-residuos o picada e incorporada al suelo en las áreas de conservación; debido a sus dimensiones no son susceptibles de uso, ni venta.

II.2.8. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

El costo por la destrucción de los recursos naturales es un proceso muy difícil de definir dada la complejidad de los elementos que intervienen para su cálculo.

Uno de los parámetros que actualmente se toman para estimar el valor económico son los servicios ambientales y el capital natural que el ecosistema ofrece por su propia existencia. En el artículo de Robert Constanza y colaboradores (1997), denominado "*The value of the world's ecosystem services and natural capital"* se realiza una estimación del valor económico en términos generales de 17 servicios que proporcionan 16 diferentes biomas. En virtud de que los biomas descritos en dicho artículo son abordados de manera general, se tomó como referencia el ecosistema costero para llevar a cabo una estimación del valor económico de los recursos biológicos presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo del proyecto.

Los autores consideran para este bioma los siguientes servicios ambientales: Regulación de perturbaciones, ciclo de nutrientes, control biológico, hábitat/refugio, producción de alimentos, materia prima, recreación y cultural. Tomando los valores estimados por Constanza y colaboradores (*op. cit*.) para estos servicios ambientales en este bioma, tendríamos estos resultados:

Servicios ambientales (1994 US $ ha^{-1} año^{-1})	
Ecosistema costero	
Regulación de perturbaciones	88
Ciclo de nutrientes	3,677
Control biológico	38
Hábitat/refugio	8
Producción de alimentos	93

Materia prima	4
Recreación	82
Cultural	62
Valor total por ha. (US. ha-^{1} año-^{1}	**4,052**

Tomando como referencia estos datos, se realizó una estimación del valor económico que implicaría el daño provocado por el cambio de uso del suelo en una superficie de 1,864m^{2} en el predio en cuestión.

Con la suma de los valores parciales estimados para cada uno de los servicios ambientales que corresponden al ecosistema costero se tiene un costo de 4,052 dólares por hectárea por año, que proyectado a los 1,864m^{2} donde se llevará a cabo el CUSTF, **el costo ambiental total sería de 755 dólares por año**.

Valor de mercado de los productos forestales:
Para este análisis se eligieron las 5 especies consideradas en el cuadro 5. Para calcular el valor de estas especies, se tomaron en consideración los siguientes precios establecidos en el vivero del Centro de Investigación Científica de Yucatán y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. En caso de no obtener registro de venta de la especie, se tomaron los precios de alguna especie similar:

Especie	**Valor en pesos c/u**	**Número de individuos registrados**	**TOTAL (pesos)**
Sideroxylon americanum	$150	56	8400
Quadrella incana	$100	4	400
Tara vesicaria	$50	4	200
Especie	**Valor en pesos c/u**	**Número de individuos registrados**	**TOTAL (pesos)**

Pithecellobium keyense	$70	138	9660
Suriana maritima	$150	53	7950
			$26,610.00

Considerando únicamente el costo de estas especies y el número de individuos registrados, se tendría un valor de mercado de **$26,610.00 pesos**. Sin embargo hay que considerar que muchas otras especies presentes en el predio tienen un gran potencial para ser utilizadas como plantas de ornato, pero ya que no se obtuvieron registros de su venta en los viveros consultados, no se tomaron en cuenta para este análisis, por lo que este valor está realmente subestimado.

Valoración económica de la fauna silvestre

Existen diversos estudios que presentan una clasificación de los valores de la fauna silvestre. Sin embargo en la mayoría de los casos, no se ha podido llegar a datos específicos sobre el valor económico de muchas especies, ya que algunas de estas no se comercializan (ej. Algunas especies de insectos, anfibios, reptiles, etc.).

En el área de estudio y el predio se registraron avistamientos directos de fauna silvestre de potencial importancia económica. Entre los componentes de la fauna silvestre, muchas especies de aves tienen una estrecha relación con la economía de las comunidades nativas asentadas en las comunidades cercanas, ya que son fuentes de ingreso económico a través de la venta de animales vivos.

El precio depende de la especie y el tamaño pero fluctúa entre los 150-2,000 pesos. Para obtener una valoración económica real de la fauna silvestre en el predio, se tendrían que realizar estudios más detallados como monitoreo poblacionales para cada grupo faunístico y aun teniendo esta información, los datos presentados estarían subestimados ya que se desconoce el valor económico de muchas de las especies ahí presentes.

II.2.9 Etapa de operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos principalmente, por lo que se contará con un área techada para su separación y disposición temporal, trasladándose posteriormente a los centros de acopio de las empresas de reciclaje o sitios destinados por la autoridad municipal.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, a fin de comprobar su óptimo funcionamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final.

II.2.10. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Una vez concluida la vida útil del proyecto y en caso de no pretender solicitar la ampliación del proyecto, se llevará a cabo la remoción total de la infraestructura existente hasta sus cimientos, restableciendo la cubierta vegetal y restaurando en su caso, las áreas perturbadas.

II.2.11. Programa de trabajo

Se estima que la construcción del proyecto sea realizada en un periodo de dos años y seis meses. Ahora bien, en la etapa de operación del proyecto y por las características de este y su consecuente mantenimiento, se considera tenga un tiempo de vida útil indefinido.

Cuadro 2.8. Cronograma de general de actividades del proyecto.

Etapa	**Descripción de las actividades**	**Meses**											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**30**	**→**	

Preparación del sitio	Delimitación de áreas de conservación en un lapso de dos semanas													
	Rescate y reubicación de especies de flora (Ver programa detallado en el anexo 5)													
	Desmonte y despalme de la superficie total de CUSTF													
	Trazo y nivelación													
Construcción	Cimentaciones y excavación													
	Construcción de todas las obras													
	Instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas													
Operación	Ocupación													

Incorporación del diseño bioclimático en el proyecto.

Se considera la utilización de los siguientes equipos y/o tecnologías:

Equipos y/o tecnologías que se utilizarán en el proyecto	Características
Aires acondicionados tipo inverter que cuenten con la certificación del Fideicomiso para el ahorro de Energía	Consumo de energía por unidad de tiempo para cada aire acondicionado instalado: 0.335 kWh

Eléctrica (FIDE)	SEER= 16.
Paneles solares	Instalación de paneles solares para un consumo aproximado de 3,150 KWh (70% del consumo total).

Nota: La energía consumida y generada por fuentes limpias no es contabilizada para el cálculo del LMCE

II.2.12. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones

Los tipos de residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto consisten principalmente en desechos vegetales, residuos sólidos, de construcción y de las aguas residuales. A continuación se describe de manera general el tipo de manejo y disposición adecuada que tendrán cada uno de ellos. No obstante es importante señalar que durante el desarrollo de los siguientes capítulos se explica de manera detallada cada una de las medidas de mitigación y prevención que se implementarán para evitar la contaminación en el ecosistema.

Cuadro 2.10. Etapas del proyecto e infraestructura para el manejo y disposición de residuos. **Nota:** (P=Preparación, C= Construcción y O= Operación).

ETAPAS DEL PROYECTO			TIPO DE RESIDUOS	VOLUMEN ESTIMADO	INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA
P	C	O			
X			Residuos vegetales producto del desmonte	662 m^3	Serán triturados en el sitio y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el municipio.
	X		Residuos de manejo especial y/o peligrosos	2-3 botes vacíos con restos de pintura	Serán trasladados al sitio de disposición final que autorice el municipio.

	X		Residuos de construcción	15 m^3	Reutilización en rellenos y/o otras construcciones.
	X	X	Residuos sólidos	C=1kg/día O=0.5 kg/día	Se colocarán contenedores para la recepción de los residuos sólidos. Éstos serán depositados temporalmente en el estacionamiento para su posterior disposición final en los sitios autorizados por el municipio. Se realizará una separación de los residuos en caso de que el municipio cuente con Programas de reciclaje.

II.2.J. Generación de gases de efecto invernadero.

Identificar por etapa si el proyecto generará gases de efecto invernadero, como es el caso de H_2O, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros.

Gas de efecto invernadero	Principales fuentes de emisión
H_2O	Este es el resultado de la evaporación del agua. La mayor parte de este gas de efecto invernadero se origina naturalmente sin intervención humana.
CO_2	La pérdida de vegetación contribuye al calentamiento global por dos razones: la primera es que, al degradarse la vegetación también se emiten gases de efecto invernadero; la segunda es que esa vegetación absorbe CO^2 de manera natural. Éste último aspecto, será analizado más adelante para el caso del proyecto.

CH_4	El metano se emite durante la producción y el transporte de carbón, gas natural y petróleo. También se generan emisiones de metano en prácticas ganaderas y otras prácticas agrícolas y a raíz de la descomposición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios municipales para residuos sólidos. Es un resultado de fermentaciones de bacterias anaerobias que se encuentran en zonas pantanosas, cultivos de arroz y emisiones gastrointestinales del ganado. Actividades como la quema de gas natural y ganadería son factores que contribuyen. Para el proyecto, más adelante se estima la cantidad emitida.
N_2O	Es un tipo de gas que resulta del uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura extensiva. Los tubos de escape de los automóviles también emiten este gas, por lo que estima más a delante para este proyecto.
CFC	Se encuentran como uso industrial en los aerosoles, aislantes eléctricos, la producción de aluminio y agravan la concentración particulada de este gas en la atmósfera, potenciando el efecto invernadero.
O_3	Tiene su origen en la quema de fuentes de energía contaminantes donde se usa óxido de nitrógeno (NO, NO2) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida.

Tomando como método de cómputo la Calculadora de Emisión para el Registro Nacional de Emisiones, versión 8.1, se arrojan los siguientes resultados, tomando en cuenta que lo siguiente:

Etapa	Actividad	Cantidad emitida anual					
		tCO^2	H2O	CH_4	N_2O	CFC	O_3
Construcción	Consumo de combustible gasolina esperado 1500 lt por el uso de camión en un periodo de un año.	3.67	---	0	0	---	---
Operación	Consumo combustible estimado de 2400 lt/ año en automóvil	5.87	---	0	0	---	---

Etapa	Actividad	Cantidad emitida anual					
		tCO^2	H2O	CH_4	N_2O	CFC	O_3
Construcción	Consumo de energía eléctrica en los trabajos de construcción	0.99	--	0	0	---	---

Operación	Consumo de energía eléctrica en la etapa de operación en un periodo de un año únicamente. Se considera el 30% del consumo porque el resto será obtenido a través de paneles solares	0.49	---	0	0	---	---

Cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto en la etapa de construcción.

Equipo	Combustible	Cantidad (litros)	KWh
Camión/buldócer	gasolina	1500	13,800
Planta generadora de energía	Diesel	200	2140

Cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto en la etapa de operación.

Equipo	Combustible	Cantidad	KWh
Automóvil	gasolina	2400lt	22080
30% de la energía eléctrica	Gas natural	131 m^3	1350

Pérdida de captura de carbono por la eliminación de la vegetación.

Existen análisis que determinan el potencial de captura de carbono en los diferentes tipos de vegetación. Ordoñez (2004) señala en el caso de la vegetación semiárida, un índice de captura de carbono total de 80mg/C/Ha, que es donde podría quedar incluida la vegetación de duna costera.

Sin embargo, si se toma en cuenta lo señalado en el "*ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación"*, la vegetación de dunas costeras queda incluida en el ecosistema de humedales y transición tierra mar. En ese contexto, se presentan los siguientes valores de captura de carbono tomados de *Hernández María 2010* para algunos tipos de humedales.

Tipo de ecosistema	**Captura de Carbono**
Humedales naturales en zonas tropicales	10Mg C Ha año
Humedales con especies herbáceas y leñosas en trópicos	11 Mg C Ha año
Humedales con especies leñosas en zonas templadas	16-32 Mg C Ha año
Planicies inundables	12-20 Mg C Ha año

Si tomamos como referencia el cuadro anterior y considerando que el predio donde se desarrolla el proyecto podría quedar incluido en el ecosistema definido como *humedales con especies herbáceas y leñosas en trópicos*, se tendría una captura de carbono de 11Mg por hectárea por año. Por lo tanto, con la superficie que será eliminada para el proyecto (0.0662 hectáreas), se estaría perdiendo una captura de carbono de 0.7282 miligramos de carbono al año.

CAPÍTULO III

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

A continuación se realiza la vinculación con los principales instrumentos jurídicos aplicables al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto.

III.1. LEYES Y REGLAMENTOS

III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente (Última reforma DOF 05-06-2018).

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente** (**LGEEPA) en su Artículo 28** señala lo siguiente: *"la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables…quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:…*

VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros…"

Así mismo, el **Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental,** señala en su Artículo **5° Apartados O) y Q)** lo que a continuación se cita:

O) Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario…en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores de 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo del arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial…

Vinculación con el proyecto: *El predio donde se desarrollará el proyecto es mayor de 1,000 m² y su desarrollo involucra el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en una superficie mayor a 500m², por lo que no cumple con los supuestos de excepción y por lo tanto queda incluido en el apartado O de este Reglamento.*

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general…que afecten ecosistemas costeros, con excepción de:

a) *los que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas*

b) *las actividades recreativas cuando no requieran algún tipo de obra civil, y*

c) *la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.*

Vinculación con el proyecto*: En virtud de que el proyecto que se pretende desarrollar constituye una obra en el ecosistema costero y no se encuentra dentro de los supuestos de excepción, se somete a evaluación en materia del impacto ambiental esta obra.*

Artículo 44 fracción II del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental a la letra dice: *"Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental, la Secretaría deberá considerar:…la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos…".*

Vinculación con el proyecto: *El proyecto se sometió al estudio de capacidad de carga establecido para esa zona en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, dando como resultado que el* ***64% de la superficie total del predio debería mantenerse como área de conservación.***

III.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala en su artículo 117 lo siguiente: *"La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que, los usos alternativos del suelo que se proponen sean más productivos a largo plazo…"*

Vinculación con el proyecto: Como se describe en el capítulo VI de este estudio, el proyecto demuestra que no se comprometen la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que, los usos alternativos del suelo que se proponen sean más productivos a largo plazo.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF 31-10-2014)

El **Artículo 120** del Reglamento de la citada Ley establece que para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría y el cual contendrá lo siguiente:
I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico justificativo, así como una copia simple de identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como una copia simple para su cotejo.

Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio de uso de suelo en el terreno respectivo, así como una copia simple para su cotejo…

Vinculación con el proyecto: para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo del Reglamento, se presenta el Documento Técnico Unificado con toda la documentación solicitada.

ACUERDO por el que se expide los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.

V. Trámite Unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B. Es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en la fracción VII mas las descritas en cualquier otra fracción prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Vinculación con el proyecto: *Dado que el proyecto se encuentra dentro de los supuestos de la fracción VII y IX de la LGEEPA, corresponde presentar el Documento técnico Unificado en su modalidad B.*

Decreto por el que se adiciona un Artículo 123 BIS al Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo 123 Bis. "Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.

La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.

Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento".

Vinculación con el proyecto: *Para dar cumplimiento a este artículo, se presenta en el anexo 5 el programa de rescate y reubicación de las especies de la vegetación forestal afectadas.*

III.1.3. Ley General de Vida silvestre (DOF 19 de enero de 2018).

Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; …

Vinculación con el proyecto*: Los propietarios pretenden realizar un aprovechamiento del predio, el cual forma parte del hábitat de diversas especies de flora y fauna silvestre. Por ello han propuesto diversas medidas de mitigación a fin de demostrar que dicho aprovechamiento respete la integridad funcional del ecosistema.*

III.1.4. Ley de Aguas Nacionales (DOF 24 de marzo 2016).

Artículo 7. Se considera como utilidad pública:

…VII. El mejoramiento de la calidad de las aguas residuales, la prevención y control de su contaminación, la recirculación y el reuso de dichas aguas, así como la construcción y operación de obras de prevención, control y mitigación de la contaminación del agua, incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (DOF 25 de agosto 2014).

Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.

Vinculación con el proyecto*: El proyecto pretende realizar la instalación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas por el proyecto, que se describe a detalle en el capítulo II de este estudio.*

III.1.5. Ley General de Cambio Climático (DOF 13 de julio 2018).

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

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

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

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

Vinculación con el proyecto*: El proyecto presenta este estudio de impacto ambiental y forestal a fin de exponer los potenciales impactos ambientales que ocasionará el proyecto, así como las medidas preventivas y de mitigación adecuadas.*

III.1.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:

III. Controlar los residuos sólidos urbanos;
IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia;

Vinculación con el proyecto: *En el caso de los residuos sólidos, se dispondrá de un área techada para su separación y disposición temporal, trasladándose posteriormente a los sitios de disposición final que destine el municipio de Progreso.*

III.2. PLANES Y PROGRAMAS

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán POETY

El proyecto se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 006 Aprovechamiento Sustentable. A continuación, se describen y vinculan los criterios de regulación ecológica con el proyecto.



Fig. 3.1. Ubicación del predio en el POETY

Criterios ecológicos generales

1. Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto cuenta con un sistema de tratamiento para las aguas residuales que cumple con la normatividad aplicable y que separa el drenaje pluvial del sanitario (ver capítulo II).*

2. Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.

Vinculación con el proyecto: *Se contratará el servicio público municipal para la disposición final de los residuos sólidos urbanos generados en todas las etapas del proyecto en congruencia con lo señalado en el artículo 10 de la Ley General para la Prevención y gestión integral de los residuos en donde se manifiesta que son los municipios quieres tendrán su cargo estas funciones.*

Dado que se trata de una casa habitación y no un proyecto turístico de genere grandes cantidades de residuos sólidos, a continuación, se presenta una propuesta para el manejo de los residuos sólidos generados en la casa, enfocado únicamente a su reducción en la etapa de operación.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA RECOLECTA Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Objetivo: Reducir la cantidad de residuos solidos que se generen dentro de la casa en la etapa de operación.

Metodología:

Realizar la separación de vidrio, papel, cartón y plástico generados en la casa y trasladarlos al punto verde más cercano.

Para los residuos que no puedan ser reciclados, se dispondrá de contenedores para su disposición temporal dentro de la casa, contratando el servicio de recolecta y disposición final que brinda el municipio.

Reporte de resultados. Se presentará comprobante de contratación del servicio de recolecta emitido por la autoridad municipal. En caso de que la autoridad municipal entregue comprobantes de recepción en los puntos verdes de reciclaje, se solicitaran.

3. Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. ***Vinculación con el proyecto:*** *No se generarán residuos de manejo especial en este proyecto.*

4. Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.

Vinculación con el proyecto: *No se requerirá abastecimiento de agua subterránea, ya que al tratarse de casa habitación con ocupación temporal, se contratará el servicio de una empresa de abastecimiento de agua potable para almacenarse en la cisterna de la casa.*

5. Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas. Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.

Vinculación con el proyecto: *No existen oquedades o zonas cavernosas o inundables en el predio.*

6. Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto no implica la construcción de caminos ni carreteras.*

7. Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.

Vinculación con el proyecto: *Aunque el proyecto es de escasas dimensiones, se estableció una franja de conservación en la zona norte y sur que pueden funcionar como pequeños corredores de vegetación.*

8. Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.

Vinculación con el proyecto: *Se acatará esta disposición.*

9. Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.

Vinculación con el proyecto: *Como se observa en las fotografías y caracterización de la vegetación, se estableció la construcción en la zona más afectada previamente, con escasa vegetación y se conserva la parte más relevante, que es la primera duna.*

10. Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.

Vinculación con el proyecto: *No existen humedales en el predio, por lo que no aplica al proyecto.*

11. Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.

Vinculación con el proyecto: *No se realizarán estas actividades.*

12. Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto cuenta con un sistema de tratamiento para las aguas residuales que cumple con la normatividad aplicable (ver capítulo II).*

13. Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.

Vinculación con el proyecto:

a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles de exposición.

Respuesta: el predio se ubica cerca de tierras frágiles o vulnerables (frente de playa, por lo que propone establecer la construcción a una ***distancia de 66 metros del límite norte del predio y 74 metros de la pleamar máxima.***

b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometereológicos extremos.

Respuesta: El proyecto propone el establecimiento del 64% de conservación con vegetación nativa ubicada frente a la zona de playa.

c) **Preserva la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en espacios no construidos.**

Respuesta: El proyecto propone el establecimiento del 64% de conservación con vegetación nativa ubicada frente a la zona de playa.

d) **Adaptar caminos a la topografía del terreno.**

Respuesta: No se pretende realizar la construcción de caminos.

e) **Utilizar diseño y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como infiltración al subsuelo.**

Respuesta: Todo el proyecto será realizado sobre pilotes por lo que el 100% de la superficie del predio permitirá la infiltración de agua al subsuelo.

f) **disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas.**

Respuesta: No hay cavernas en el predio.

g) **implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.**

Respuesta: Todo el proyecto será edificado sobre pilotes.

Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.

Vinculación con el proyecto: El 100% de la superficie del predio se permitirá la infiltración del agua al subsuelo.

Criterios asentamientos humanos

Criterio 1. Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a:

a) Minimizar la expansión urbana desordenada.
b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero.
c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales.
d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.

Vinculación con el proyecto: *No aplica al proyecto, ya que se trata de una sola casa habitación.*

Criterio 3. Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.
Vinculación con el proyecto: *No aplica al proyecto, ya que se trata de una casa habitación.*

Criterio 4. Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto contempla sistemas ahorradores de agua en toda la casa y un* ***recolector de agua de lluvia (ver ubicación en plano).***

Criterio 11. La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto propone la instalación de paneles solares que abastecerán el 70% del consumo total (ver apartado II.2).*

Criterio 13. Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana, deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen:

a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales.
b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos. c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios. d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas. e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.

Vinculación con el proyecto: *Se cumple con el criterio, ya que el predio no se ubica en ninguna de estas zonas. Ver apartado IV.9.*

Criterio 14. Los desarrollos inmobiliarios (condominio, fraccionamiento o subdivisión) solo se podrán establecer en terrenos que no cuenten con una cobertura forestal o se consideren como preferentemente forestales.

Vinculación con el proyecto: *Se cumple con el criterio, ya que el proyecto se trata de una sola casa habitación y no un desarrollo inmobiliario.*

Criterio 15. Los asentamientos humanos rurales existentes están sujetos al crecimiento natural de su población y sus necesidades de vivienda, servicios e infraestructura, dentro de zonas que sean potencialmente urbanizables y fuera de zonas de riesgo.

Vinculación con el proyecto: *Se cumple ya que el proyecto se ubica en una zona que cuenta con servicios de luz y recolecta de residuos sólidos.*

Criterios del sector de turismo convencional

1. Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a:
   a) Minimizar la expansión urbana desordenada.
   b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero.
   c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales.
   d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.

Vinculación con el proyecto: *No aplica ya que se trata de una sola casa habitación y no un desarrollo inmobiliario.*

2. Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en:
   a) Vacíos de las áreas urbanas actuales.
   b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o

c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.

Vinculación con el proyecto: *No aplica ya que se trata de una sola casa habitación y no un proyecto de urbanización u hospedaje turístico.*

3. Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.

Vinculación con el proyecto: *No aplica ya que se trata de una casa habitación.*

4. Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.

Vinculación con el proyecto*. El proyecto tendrá sistemas ahorradores de agua en toda la casa y un recolector de agua de lluvia.*

5. En todo proyecto turístico que pretenda hacer uso de los cenotes y cuevas deberá aplicar buenas prácticas para salvaguardar la biodiversidad, incluyendo las siguientes: …

Vinculación con el proyecto*: No aplica ya que no se hará uso de cenotes o cavernas.*

6. Las actividades turísticas convencionales deberán mantener los humedales libres de todo tipo de obra que altere sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), así como mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia.

Vinculación con el proyecto: *No aplica al proyecto, ya que se no ubica en estas zonas.*

7. Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.

Vinculación con el proyecto: Se respetan los primeros 74 metros con vegetación de *duna incipiente y adicionalmente el proyecto se edificará sobre pilotes. La zona donde se construirá la casa presenta vegetación más desarrollada (característica de matorral de duna).*

8. El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones

Vinculación con el proyecto: *el predio se ubica cerca de tierras frágiles o vulnerables (frente de playa, por lo que propone establecer la construcción a una distancia de 66 m del límite norte del predio y 74 metros de la pleamar máxima. Adicionalmente el proyecto será realizado sobre pilotes a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del terreno natural.*

9. Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:

a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.
b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.
c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.
d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.
e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.
f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.
g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.
h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma.
i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.
Vinculación con el proyecto*: Se acatarán estas disposiciones y se propone programa de protección de tortugas. Ver anexo 7.*

10.La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.

Vinculación con el proyecto*: El proyecto se pretende desplantar detrás de la primera duna, ya que ésta se ubica a los 40-60 metros al sur de la pleamar máxima y la obra será desplantada a los 74 metros de dicha pleamar. No obstante lo anterior y a pesar de no tener la obligación legal, el proyecto propone levantar toda la obra sobre pilotes, cumplimiento cabalmente con esta disposición.*

11. Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.

Vinculación con el proyecto: *No aplica al proyecto.*

12. La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables

Vinculación con el proyecto: *El proyecto propone un diseño bioclimático y la utilización de tecnologías para optimizar el consumo de energía. Para mayor detalle ver apartado II.2.*

13. La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.

***Vinculación con el proyecto**: Hay accesos públicos a las playas actualmente en el predio y el proyecto no pretende cerrarlos.*

III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (DECRETO 138/2015)

El área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro del ámbito de regulación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) publicado en el Diario oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 14 de octubre del 2015.

De acuerdo con lo señalado en el Decreto número 308 por el que se modifica el Decreto 160 en el que se formula y expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra incluido en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA): **PRO03-BAR-C3** ubicada en el municipio de Progreso, dentro del paisaje de **isla de barrera** y cuya política ambiental es de **"Aprovechamiento de baja intensidad"**

USOS COMPATIBLES

1. Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna
3. Apicultura.
4. Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.

20. Turismo de muy bajo impacto (pasadía, palapas, senderos, pesca deportiva en mar o ría, observación de aves, fotografía, acampado.
21. **Turismo alternativo (hoteles, vivienda unifamiliar y servicios ambientalmente compatibles)**
22. **Vivienda unifamiliar**

23. Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

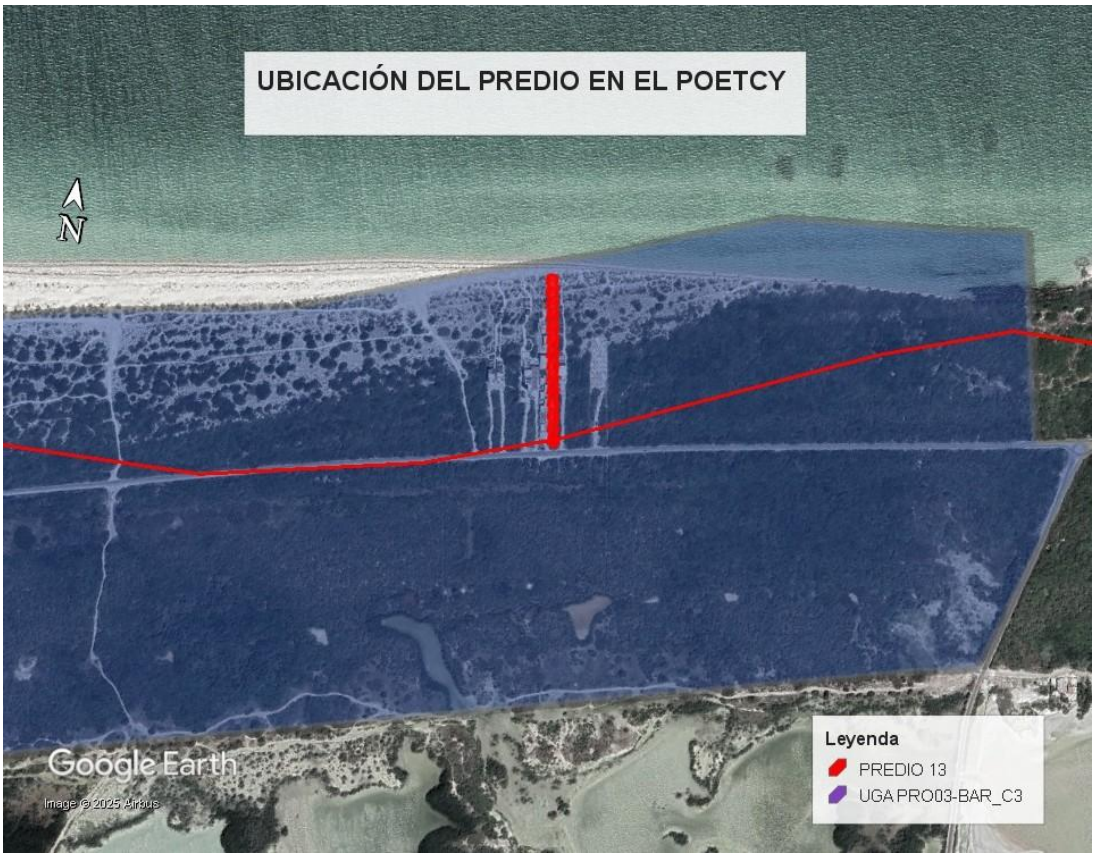


Fig. 3.2. Ubicación del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETCY.

A continuación se describen cada uno de los criterios establecidos en dicha UGA y su correspondiente vinculación con el proyecto:

Tabla 3. Criterios aplicables al proyecto y su respectiva vinculación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
2	Dada la aptitud de este territorio y su grado de vulnerabilidad, se restringe el establecimiento de nuevas zonas para la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuacultura, así como la ampliación de las existentes.	**El proyecto no pretende realizar la extracción de sal, cultivo de artemia o acuacultura, por lo que no le aplica este criterio.**
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	**El proyecto acatará esta disposición, ajustándose a la extracción máxima de agua de hasta 2l/s.**

9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autorizaciones municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.	**El proyecto no llevará a cabo la extracción de arena.**
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	**Existe un Programa de Desarrollo Urbano en el municipio donde se pretende desarrollar el proyecto, por lo que se realizará la vinculación correspondiente en este capítulo.**

11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos naturales, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	**El proyecto no contempla la construcción de bardas ni la delimitación del predio de alguna manera, por lo que se acatará lo establecido en esta disposición.**
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte del litoral, tales como espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimento.	**No aplica al proyecto ya que no contempla la realización de alguna de estas obras.**
18	No se permiten nuevas construcciones o expansiones de desarrollos habitacionales, turísticos o educativos en las zonas de acreción (terrenos ganados al mar) de los márgenes orientales de las escolleras de los puertos de abrigo o marinas, debido a los impactos generados al transporte litoral de sedimentos y a las necesidades de mantenimiento de este proceso.	**No aplica al proyecto ya que el predio no se encuentra en terrenos ganados al mar de los márgenes orientales de alguna escollera.**

19	Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles mantenimiento la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.	**Se presenta en el estudio de capacidad de carga, la gráfica con los resultados de la medición de la altura topográfica de la duna costera, donde se identifica la primera duna, respetando en la ubicación de la casa, lo establecido en este criterio.**
21	En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de	**La primera duna no se encuentra alterada o poco definida ni la vegetación está alterada, por lo que no será necesario realizar**

	matorral desde la duna hasta la playa.	**estas actividades.**
22	Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones de apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.	**En el anexo 4 se presentan los resultados del estudio de capacidad de carga, ajustando el diseño del proyecto a las dimensiones y altura permitidas en dicho estudio.**
23	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 Km/h.	**El diseño de la construcción ha contemplado este criterio.**
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en la superficie máxima de aprovechamiento para el desarrollo, es decir el número máximo de lotes que puede ser distribuidos de manera horizontal o vertical. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m^2 y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino	**Tal y como se observa en el plano general de planta presentado en el anexo 2, la altura máxima de la casa será de 9 metros y dos pisos, por lo que se cumple con el criterio.**

	o áreas comunes. Para el cálculo de altura en metros, se tomará como base que la altura máxima por piso se considerará de tres metros. En el caso de vivienda unifamiliar, la altura máxima de dicha vivienda será de diez metros.	
32	La SEMARNAT dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.	**El proyecto no contempla la utilización de vehículos motorizados ni alguna otra actividad que ponga en peligro la zona de anidación de las tortugas marinas, por lo que acatará esta disposición.**
33	Con objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho periodo.	**Se acatará esta disposición a cabalidad.**
34	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.	**Se acatará esta disposición a cabalidad.**
37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en	**No aplica al proyecto, ya que no se pretenden realizar ninguna de estas actividades.**

	los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometereológicos severos.	
39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/ó puentes en los cauces principales de agua.	**No aplica al proyecto ya que no se contempla la construcción y/o ensanche de nuevos caminos.**
47	Dada la vulnerabilidad y fragilidad del sitio, no se permite la construcción de campos de golf.	**El proyecto no contempla la construcción de campos de golf por lo que se cumple con esta disposición.**

59	No se permite que se realicen en playas y lagunas el mantenimiento de embarcaciones, motores y depósitos de aceites y combustibles, lo anterior deberá hacerse adecuadamente en los refugios y puertos de abrigo de acuerdo con lo establecido en las leyes aplicables en la materia. En el caso de motobombas para la actividad salinera, los arreglos mayores se realizan en talleres establecidos para tal efecto.	**El proyecto no contempla realizar actividades de mantenimiento de embarcaciones, por lo que se cumple a cabalidad con este criterio.**
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	**Todos los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen en las diferentes etapas del proyecto serán trasladados a los sitios autorizados por la autoridad municipal. Así mismo, no se contempla la generación de residuos peligrosos, tóxicos y/o biológico-infecciosos en este proyecto.**
63	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.	**No aplica ya que no se trata de una actividad pesquera.**

64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.	**En el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto no existen humedales y/o cuerpos de agua, ni se pretende realizar el vertimiento de salmueras.**

III.2.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Como se observa en la siguiente figura, el predio se encuentra a 300 metros de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares.



Figura 3.3 Ubicación del proyecto con respecto al ANP más cercana.

III.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

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.

En la caracterización de la vegetación y fauna realizada tanto en el área de estudio como en el sitio del proyecto, se registraron especies de flora y/o fauna incluidas en la citada Norma.

En el área donde se llevará a cabo el proyecto se registró una especie de flora incluida en esta Norma: *Gossypium hirsutum,* por lo que se realizará el correspondiente rescate y reubicación de los ejemplares que sean afectados por el proyecto, presentando a detalle el programa de trabajo en el anexo 5. En cuanto a la fauna se reportaron tres especies en alguna categoría de protección. Se trata de la matraca yucateca, *Campylorhynchus yucatanicus, Doricha eliza y Sceloporus cozumelae.*

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

Biodigestor

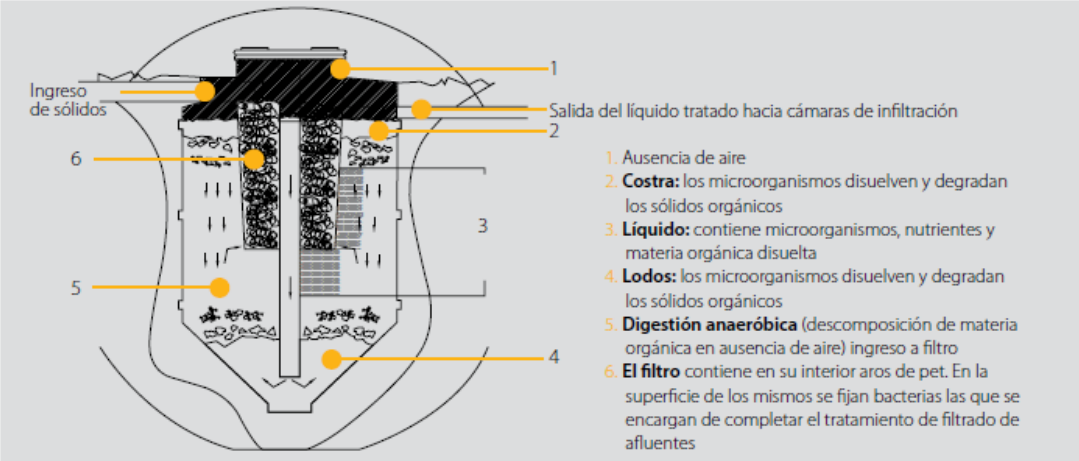
Primera Etapa. El agua residual ingresará hasta el fondo donde el diseño del Biodigestor facilita la separación de lodos y agua.

Segunda Etapa. Las bacterias comienzan la descomposición y el agua pasa a través de esta cama de lodos.

Tercera Etapa. El agua atraviesa el filtro anaerobio para retener otra parte de la contaminación.

La disposición de los efluentes del biodigestor serán sistemas de infiltración subsuperficial (zanjas) con las dimensiones y características que señala la NOM-006- CONAGUA-1997.

Los lodos se decantan en el fondo del Biodigestor para posteriormente ser purgados durante su mantenimiento.



Zanjas de infiltración

La zanja de infiltración recibirá directamente el efluente del biodigestor y estará conformada por una serie de tuberías, que estarán colocadas en unas zanjas de 25 cm. de ancho (dimensión mínima recomendada) a 60 cm. de profundidad, y con un espaciamiento entre cada una de 1.50 m. La construcción de la zanja de infiltración contará con los siguientes materiales: Grava o piedras trituradas de granulometría variable (entre 20 y 50 mm.), tubería de 100 mm. de diámetro con perforaciones y una cubierta impermeable de polietileno.

Las tuberías serán instaladas sin juntar con las aberturas de 0.05 m. Para evitar obstrucciones, se recubrirán las juntas en la parte superior con una nueva capa de grava o piedras trituradas de manera que cubra los tubos y deje una capa de 50 mm. de espesor mínimo por encima del borde superior de la tubería.

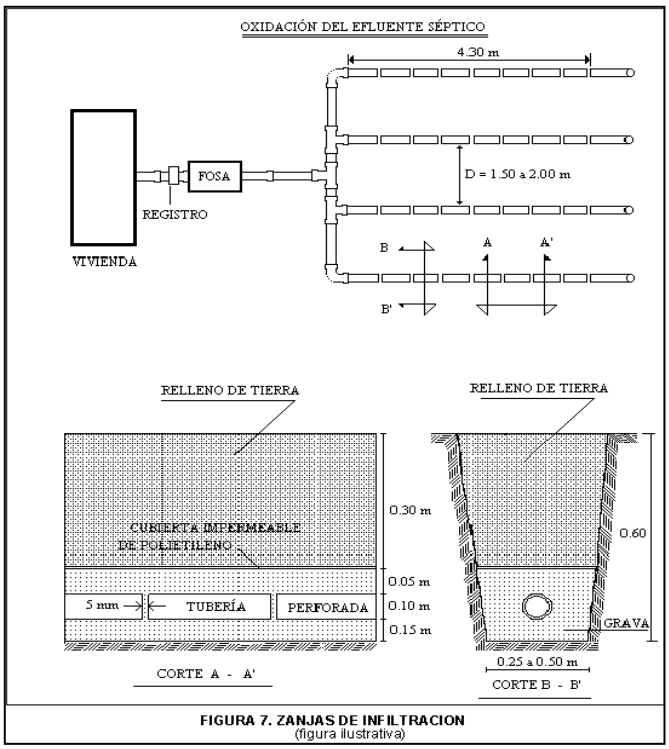


FIGURA 7. ZANJAS DE INFILTRACION
(figura ilustrativa)

Posteriormente se colocará la cubierta impermeable de polietileno, cuya función será mantener el lecho de grava libre de partículas de tierra y finalmente, cubrir la zanja con una capa de tierra compactada de 0.30 m. de espesor mínimo para aislar la zanja. El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, y que a continuación se describe.

Inspección y limpieza.

Para garantizar el adecuado funcionamiento del biodigestor se realizará una inspección visual del contenido de la misma cuando menos cada seis meses para su limpieza antes que se acumule demasiado material flotante que pudiera obstruir las tuberías de entrada o de salida. Los lodos acumulados en el fondo de la unidad serán retirados por lo menos cada doce meses.

Mantenimiento. Para el mantenimiento adecuado del biodigestor se realizará la inspección o la limpieza antes señalada. Al abrir el registro evitar respirar los gases del interior y esperar 30 minutos hasta tener la seguridad de que la fosa se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en ella pueden causar explosiones o asfixia. Nunca se deberán usar cerillos o antorchas para inspeccionarla.

-La limpieza se efectuará por medio de un cubo provisto de un mango largo, o por medio de un camión-tanque equipado con una bomba para extracción de lodos (en este caso se debe prever que la fosa esté ubicada en un lugar tal que se permita el acceso al camión-tanque).
Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad (10% aproximadamente) que servirá de inóculo para las futuras aguas residuales.

- No se lave ni desinfecte después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no se recomienda su empleo.
- Los lodos extraídos serán rociados con cal para su manejo, transportación y ser dispuestos adecuadamente (enterrar en zanjas de unos 0,60 m de profundidad).
- La instalación para la disposición del efluente (zanjas de infiltración) se inspeccionará periódicamente (cada 12 meses), pues con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, con lo que el medio oxidante comenzará a trabajar mal y en ese caso habrá de cambiar el material filtrante o construir nuevas zanjas.
- Las personas encargadas del mantenimiento y conservación de las fosas sépticas o biodigestores deberán usar guantes, botas de hule y tapabocas.

- En caso de que la fosa séptica se abandone o clausure, se deberá rellenar con tierra o piedra.

Respecto a su cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021 se realizan las siguientes observaciones importantes:

En la ficha técnica de la empresa (que se anexa en versión digital en este escrito), se reportan valores que cumplen con la NOM-001-SEMARNAT-2021, tal y como se ve en los valores de eficiencia reportados.

Eficiencia (Remoción)

PARÁMETRO	REMOCIÓN	PARÁMETROS LUEGO DEL TRATAMIENTO
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	94 %	15-80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	88 %	80-190 mg/l
Grasas y aceites	93 %	30-45 mg/l
SS (sólidos sedimentables)	98 %	0,05-0,3 ml/l
Ph	Estabilizado	7,5-8,5 UpH

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, a fin de comprobar su óptimo funcionamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final. La profundidad del biodigestor será de 1.65metros (ver ficha técnica adjunta) y las zanjas de infiltración a 60cm de profundidad

NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Campo de aplicación. Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.

Vinculación con el proyecto: *Si bien el polígono de afectación y construcción del proyecto no involucra la zona de anidación de las tortugas marinas, en la etapa de operación del proyecto, los usuarios de la casa, visitarán esta zona pudiendo causar un impacto negativo, por lo que se lleva a cabo la vinculación con las especificaciones que apliquen al proyecto.*

5. Especificaciones generales

5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:

5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.

Vinculación con el proyecto: *Se presentó el estudio de impacto ambiental para su evaluación.*

5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.

Vinculación con el proyecto: *El predio no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida.*

5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:

5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas en la zona de anidación ni la remoción de vegetación nativa. Cabe señalar que el proyecto establecerá una distancia de* ***protección hacia la playa de 74 metros con vegetación nativa que no serán alterados.***

5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.

Vinculación con el proyecto: *La vegetación frente la playa está en buenas condiciones de conservación, por lo que no requiere ser regenerada (ver fotografías en capítulo de caracterización de vegetación).*

5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.

Vinculación con el proyecto: *Se acatará esta disposición.*

5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.

Vinculación con el proyecto: *El proyecto contempla dentro de sus medidas de mitigación las siguientes acciones:*

- No se instalará iluminación en la zona de playa.
- La casa en la parte norte deberá tener vidrios polarizados o iluminación indirecta en la parte norte colindante a la playa

- Se vigilará que los animales domésticos no perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.
- El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal capacitado de las instituciones gubernamentales (ver programa de protección de tortugas anexo), por lo que ninguna persona debería estar manipulando estas especies.

5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:

a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.

b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.

c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.

Vinculación con el proyecto: *No habrá iluminación en la zona de conservación.*

5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.

Vinculación con el proyecto: *Se acatará cabalmente esta disposición ya que el proyecto no contempla el tránsito vehicular y/o de cualquier animal como mascotas. Respecto a las especificaciones de Manejo establecidas en esta Norma, no se lleva a cabo la vinculación con el proyecto, ya que los usuarios de la casa no podrán de ninguna forma manipular, tocar o dañar los sitios de anidación ni a los individuos de las especies de tortuga.*

NOM-011-ENER-2006, eficiencia energética en aires acondicionados de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

No es vinculable al proyecto, ya que no se pretende utilizar este tipo de aires a condicionados.

NOM-023-ENER-2018, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Todos los aires a condicionados que se instalen serán tipo *inverter* que cumplen con la presente Norma Oficial Mexicana.

NOM-021-ENER/SCFI. 2017. Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto, limites, métodos de prueba y etiquetado.

No es vinculable al proyecto, ya que no se pretende utilizar este tipo de aires acondicionados en la casa.

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (CONABIO)

El proyecto se encuentra dentro de la denominada Región Terrestre Prioritaria No. 146.

Vinculación con el proyecto*: La clasificación de estas áreas por parte de la CONABIO se realiza con el fin de fomentar una estrategia de promoción a nivel nacional e internacional para el conocimiento de la biodiversidad de país, pero no involucra el establecimiento de restricciones o regulaciones ambientales como tal. No obstante lo anterior, este proyecto propone medidas de mitigación por los principales impactos ambientales que ocasionará este proyecto (ver capítulo correspondiente).*

REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (CONABIO)

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Zona Marina Prioritaria No. 61 denominada “Sisal-Dzilam”.

Problemática:
- Modificación del entorno: daño al ambiente por remoción de pastos marinos, arrastres camaroneros y perturbación de fondos, así como por embarcaciones en general y por asentamientos irregulares.

- Uso de recursos: presión sobre crustáceos y peces (pesca intensiva). Hay pesca ilegal, tráfico de especies y saqueo de huevos de tortuga.
Conservación: Se considera que por su actividad pesquera intensiva y su potencial turístico creciente, debe elaborarse un programa de manejo de recursos, monitoreo y conservación de zonas naturales.

Vinculación con el proyecto*: La clasificación de estas áreas por parte de la CONABIO se realiza con el fin de fomentar una estrategia de promoción a nivel nacional e internacional para el conocimiento de la biodiversidad de país, pero no involucra el establecimiento de restricciones o regulaciones ambientales como tal. No obstante lo anterior, este proyecto propone medidas de mitigación por los principales impactos ambientales que ocasionará este proyecto (ver capítulo correspondiente).*

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (CONABIO).
El proyecto se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de Aves denominada Ichka’Ansijo (184), cuyas principales amenazadas son la deforestación, ganadería, agricultura, turismo, desarrollo urbano, entre otros.

Vinculación con el proyecto*: La clasificación de estas áreas por parte de la CONABIO se realiza con el fin de fomentar una estrategia de promoción a nivel nacional e internacional para el conocimiento de la biodiversidad de país, pero no involucra el establecimiento de restricciones o regulaciones ambientales como tal. No obstante lo anterior, este proyecto propone medidas de mitigación por los principales impactos ambientales que ocasionará este proyecto (ver capítulo correspondiente).*

CAPÍTULO IV

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

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

En la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental sector turismo, se señala que para delimitar el área de estudio se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico (UGAs). En este caso y dado que el área que ocupa la Unidad de Gestión Ambiental donde se encuentra ubicado el proyecto, representa un fragmento que engloba condiciones ambientales muy similares a las que se observan en el predio, se optó por utilizar esta regionalización para delimitar el sistema ambiental o área de estudio del proyecto.

Como se observa en la figura No. 4.1, el margen Sur del sistema ambiental queda definido por un ecosistema de manglares; la zona Norte tiene como frontera la parte marina que forma parte de otro tipo de ecosistema al que se somete a evaluación; el costado Este corresponde al límite de la UGA y donde inicia la zona urbana de la población de Chuburná Puerto y el costado Oeste terminaría en la zona portuaria de dicha localidad cuyos usos y actividades son muy diferentes a los establecidos en nuestra área de estudio

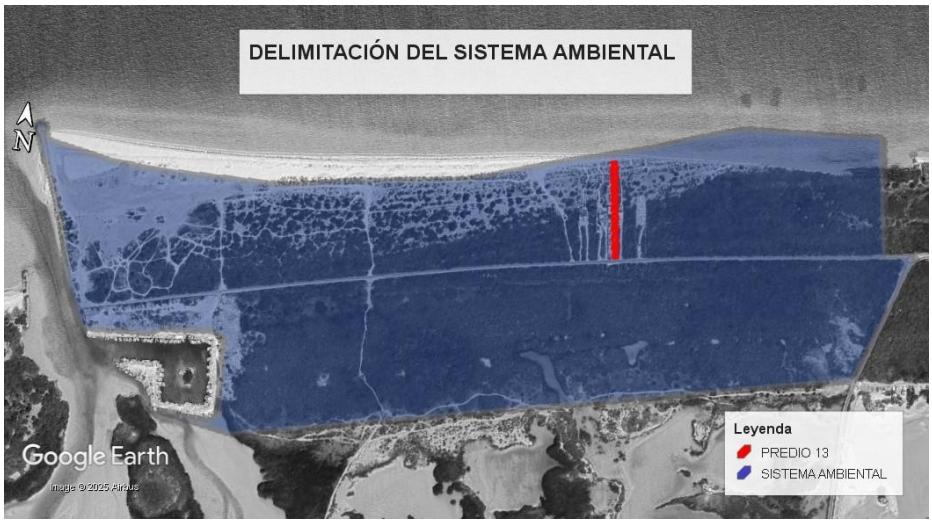


Figura 4.1. Delimitación del sistema ambiental a evaluar.

El sistema ambiental evaluado tiene 77 hectáreas, de las cuales, según los datos proporcionados por el POETCY, el 90% conserva la vegetación de duna costera, como la que presenta el sitio del proyecto.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).

Para el desarrollo de esta sección se analizaron de manera integral los elementos del medio fisicoquímico y biótico del sistema ambiental que se consideraron tendrían alguna interacción relevante con el proyecto, tales como los que a continuación se citan y describen:

Elementos fisicoquímicos

Clima y fenómenos meteorológicos: En el apartado IV.9. se presenta un análisis de la vulnerabilidad del sitio ante eventos extremos.

Suelo: El tipo de suelo presente en el sistema ambiental es el mismo al identificado en el área de influencia y en el sitio del proyecto y corresponde a arena caliza casi pura con pocas partículas de arcilla que retienen la humedad y los nutrientes. El nitrógeno es escaso por la nula descomposición de materia orgánica.

El agua de lluvia se filtra rápidamente en este tipo de suelo y en ausencia de vegetación la arena se transfiere tierra adentro formando montículos conocidos como “dunas móviles”. Cuando las dunas se cubren de vegetación, las raíces fijan la arena y se acumula materia orgánica, iniciando la formación del suelo.

Los paisajes costeros formados por playas suaves, dunas de arena y marismas, representan sistemas geomorfológicos móviles de respuesta rápida, altamente sensibles a los cambios ambientales (Hansom, 2001). Las costas arenosas son ambientes estresantes, dinámicos, en los que la acción de las olas y mareas determinan de manera importante la diversidad de especies, la biomasa y la estructura de las comunidades.

Las estructuras o actividades que impiden el transporte natural de arena o alteran el presupuesto de arena, normalmente dan lugar a una erosión severa, a menudo de naturaleza permanente, por lo que la protección de las dunas embrionarias y el primer cordón constituyen la principal garantía de conservación para este ecosistema.

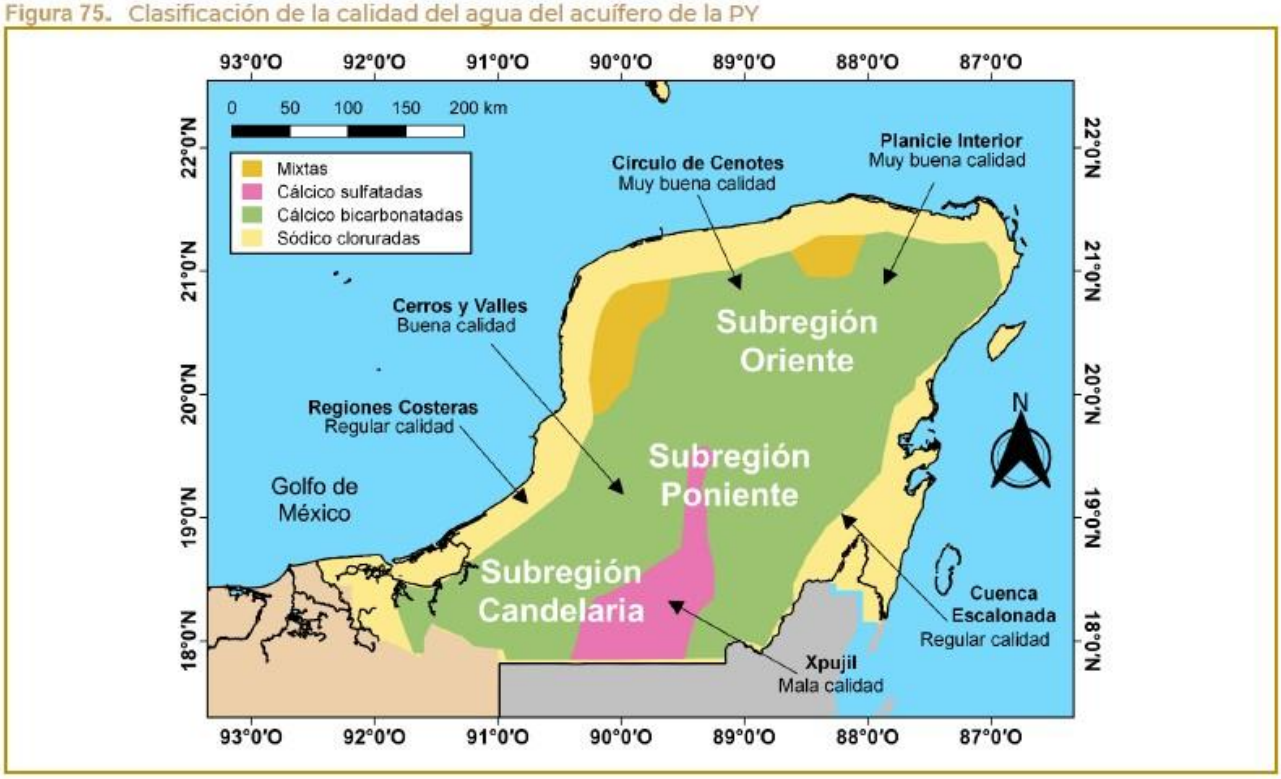
Agua subterránea: En el sistema ambiental evaluado, la porosidad de la arena permite la recarga de agua en época de lluvias; el agua de lluvia se filtra y se colecta por encima del agua salada debido a la diferencia de densidad, por lo que este acuífero es la única fuente de agua dulce. Por las características del flujo de las aguas subterráneas, las amenazas de contaminación por aguas residuales pueden repercutir en la fuente principal de agua potable.

Calidad del agua subterránea. Resultados del informe presentado por la CONAGUA en el Programa Hídrico Regional 2021-2024.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) realiza a través de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA), monitoreos sistemáticos en diversos puntos de la costa del estado de Yucatán, cuyo objetivo es proveer a la autoridad del agua, a los usuarios, al sector ambiental y al público en general, resultados confiables, legalmente defendibles y oportunos que puedan transformarse en información para la toma de decisiones sobre el manejo del recurso hídrico.

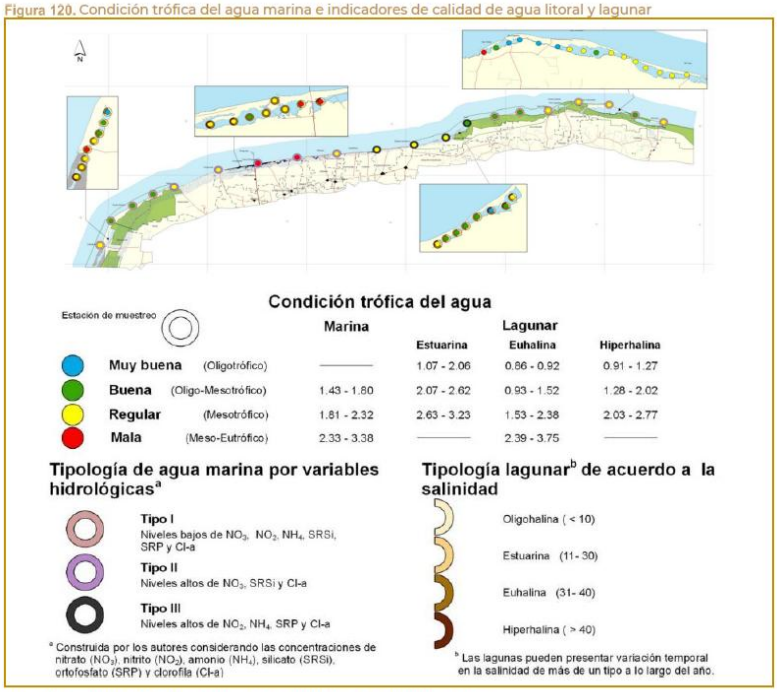
En el estado de Yucatán, el RENAMECA consta de 115 sitios de monitoreo (Figura 75) y específicamente para la zona costera del estado de Yucatán, existen 27 puntos de monitoreo que abarcan desde la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, Sisal, el Corchito, Progreso, Yucalpetén, Dzilam de Bravo, Chabihau, Telchac Puerto, Río Lagartos, El Cuyo y Las Coloradas. Los resultados presentados por la CONAGUA en el Programa Hídrico Regional 2021-2024, sugieren que la zona costera es la que presenta un estado trófico más alto asociado a los aportes de nutrientes de las descargas de aguas subterráneas ya que los promedios de nutrientes (FRS, amonio) que se asocian a éstas fueron mayores.

Figura 75. Clasificación de la calidad del agua del acuífero de la PY



También es importante señalar que en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán (POETCY), se establece una serie de indicadores de calidad de agua litoral y lagunar denominada: Condición trófica del agua marina: Como se observa en la siguiente imagen, la zona centro norte presenta un nivel trófico de regular a malo, tipo II y III. Mesotrófico (particularmente en el área de Chuburná Puerto, Progreso y Telchac Puerto). La Figura 120 describe dicha condición trófica.

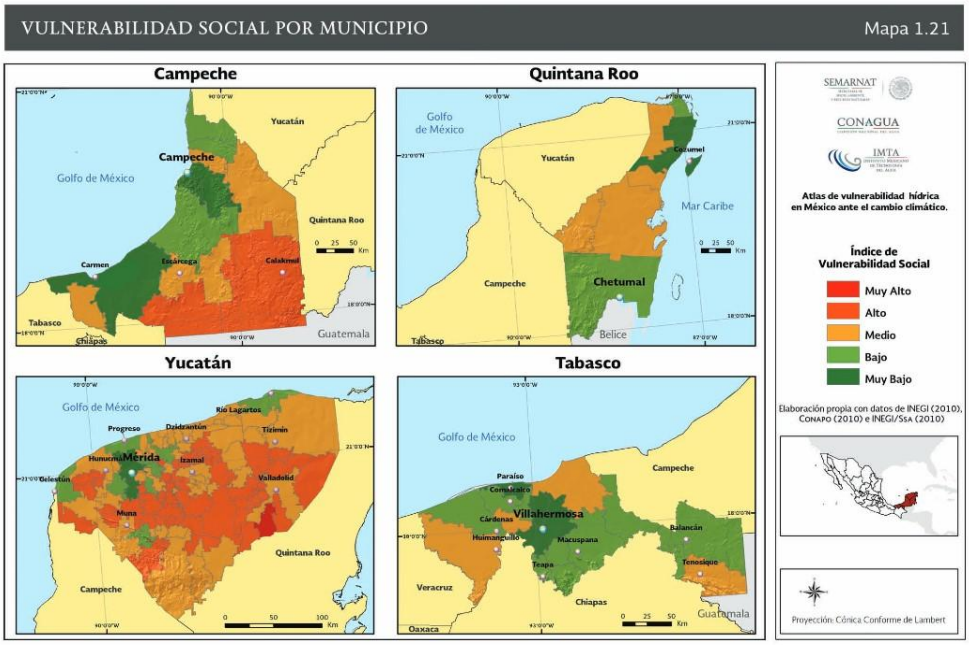
Figura 120. Condición trófica del agua marina e indicadores de calidad de agua litoral y lagunar



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán (POETCY).

Este es el resultado de los procesos de contaminación, principalmente de cargas orgánicas derivados de los vertimientos de aguas residuales de las zonas urbanas costeras y de tierra adentro, como la zona metropolitana de Mérida y también de casas veraniegas cuyo tratamiento en fosas sépticas es muy deficiente. **Progreso de Castro** es el municipio costero que presenta las peores condiciones físico – químicas de toda la costa yucateca.

Vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático. De acuerdo al Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el Cambio Climático, realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, los municipios costeros del Estado de Yucatán, presentan un índice bajo o medio de vulnerabilidad, tal y como se observa en la siguiente imagen:



En ese mapa se puede observar que el municipio de Progreso (donde se encuentra el predio), tiene un índice de vulnerabilidad bajo. Se realiza un acercamiento a la imagen.



Elementos bióticos

Vegetación terrestre: Los tipos de vegetación que se registran en el sistema ambiental corresponden al de duna costera principalmente (POETCY, 2015).

Cambio de uso de suelo ocurridos en el Sistema Ambiental a través del tiempo

Los cambios ocurridos a lo largo de 21 años en el sistema ambiental, parecen no ser significativos en términos de pérdida de vegetación, tal y como se observa en las siguientes imágenes.



Fig. 4.2. Cambio de uso de suelo observado en e l año 2004.

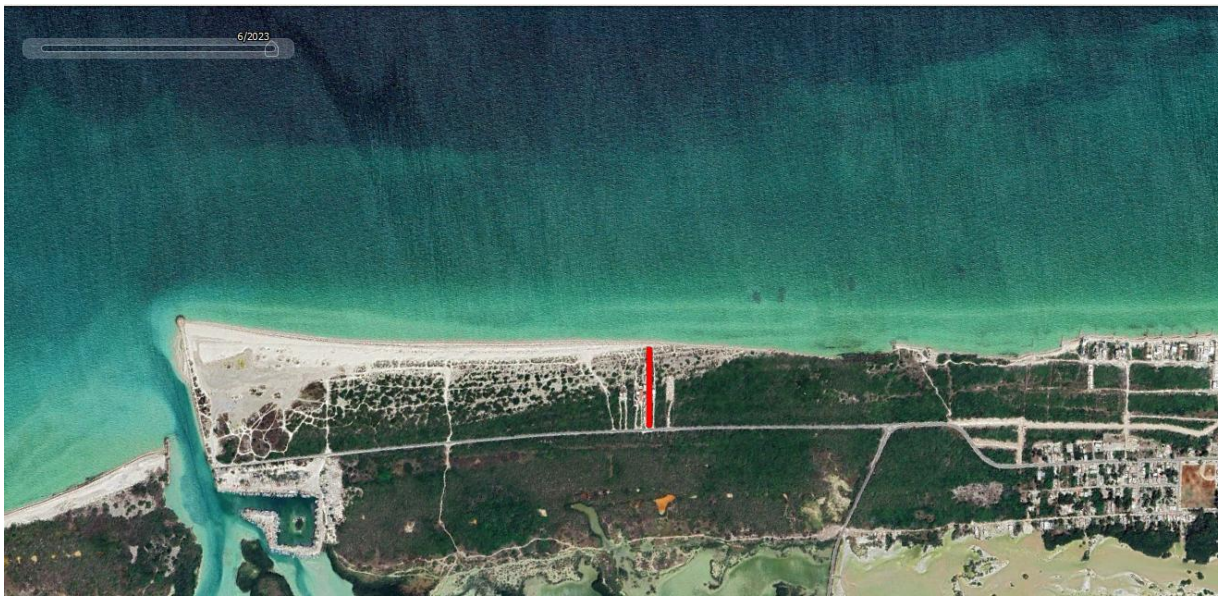


Fig. 4.3. Cambio de uso de suelo registrado en el año 2023

Si bien sólo se ha observado el cambio en afectación en la zona cerca del área donde se pretende desarrollar el proyecto, en la visita al sitio del proyecto, ya se observan problemas de erosión de sedimentos en la zona de playa, que años antes, no existían.

Vegetación en el sistema ambiental (cuenca).
El sistema ambiental evaluado tiene 77 hectáreas, de las cuales, según los datos proporcionados por el POETCY, el 90% conserva la vegetación de duna costera, como la que presenta el sitio del proyecto. Se realizó un muestreo en el área del sistema ambiental para comparar los resultados con los obtenidos para el predio. La metodología y resultados se presentan en el apartado IV.4. a fin de poder hacer una comparación con los resultados del predio.

Fauna terrestre en el Sistema Ambiental (*SA*): La caracterización de la fauna en el *SA* se realizó a través del establecimiento de dos transectos lineales cuyo recorrido inició a las 07:00 am y concluyó a 11:00 horas con un esfuerzo de muestreo de 4 horas/persona. A continuación, se definen las dimensiones y ubicación de cada uno de los transectos:

TRANSECTO	DIMENSIONES	UBICACIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
T1	515 metros	Sistema ambiental	X=205827.65, Y= 2352434.49 X=206107.42, Y= 2352647.21
T2	760 metros	Sistema ambiental	X=205415.49, Y=2352358.22 X=204885.91, Y= 2352289.61

Los transectos se realizaron fuera del polígono del proyecto, a fin de comparar los resultados registrados con los del predio.

Anfibios y reptiles: Se emplearon dos métodos, Observación Directa (OD) y Observación Indirecta (OI), el método de OD consiste en contabilizar aquellos individuos que pudiesen observarse en los transectos y en el método de OI se contabilizan aquellos rastros, huellas, pieles o excretas que pudiesen haber dejado los organismos en alguna de sus actividades cotidianas. Esta técnica resulta muy rápida para obtener listados en corto tiempo. Para la identificación de los ejemplares se utilizaron guías especializadas como las de Cedeño-Vázquez *et al*. (2006) y López *et al*. (2009) para anfibios, y Lee (2000) y Campbell (1998) para los reptiles.

Aves. Durante el recorrido se contabilizaron las aves observadas y escuchadas dentro de los transectos, así como aquellas que pasaban sobrevolando en el área de influencia.

La observación y la identificación de las aves se apoyaron en guías de campo especializadas para la zona (Howell, y Webb, 2010 y National Geographic, 2002). La nomenclatura en el listado así como los nombres comunes, se obtuvieron del trabajo de Chablé *et al*., (2010) y Llamosa-Neumann (2008).

Mamíferos medianos. El registro de este grupo se realizó mediante métodos directos (avistamientos) e indirectos a través de rastros como huellas, excretas, madrigueras, residuos de alimento, letrinas, talladeros, entre otros (Aranda, 2000; Reid, 2010). Fue usada la Guía de mamíferos de la Península de Yucatán de Alcerreca *et al*. 2009, como herramienta para la identificación en campo.



Fig. 4.4. Ubicación de los transectos para el muestreo de fauna silvestre.

Cuadro 4.2. Fauna reportada en el Sistema ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija escamosa de Cozumel*	1	**Pr**
CHELONIDAE	*Caparazón no identificable*	-----	1	**P**
MIMIDAE	*Mimus gilvus*	Cenzontle	2	---
TROGLODYTIDAE	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	1	**P**
ICTERIDAE	*Quiscalus mexicanus*	Pich	2	**---**
TROCHILIDAE	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	1	-----

	Doricha eliza	Colibrí cola hendida	1	**P**
VIREONIDAE	*Vireo pallens*	Vireo manglero	1	----
FREGATIDAE	*Fragata magnificens*	Fragata	4	----
PELECANIDAE	*Pelicanus occidentales*	Pelícano pardo	4	-----
CHARADRIIFORMES	*Larus atricilla*	Gaviota reidora	3	----
CANIDAE	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	-----

P= Peligro de extinción Pr= Protegida.



Fig. 4.5. *Quiscalus mexicanus* observada en uno de los transectos.



Fig. 4.6. Individuo de la especie *Campylorhynchus yucatanicus* observado en trasecto 2.



Fig. 4.7. *Caparazón de tortuga marina registrado en el SA.*



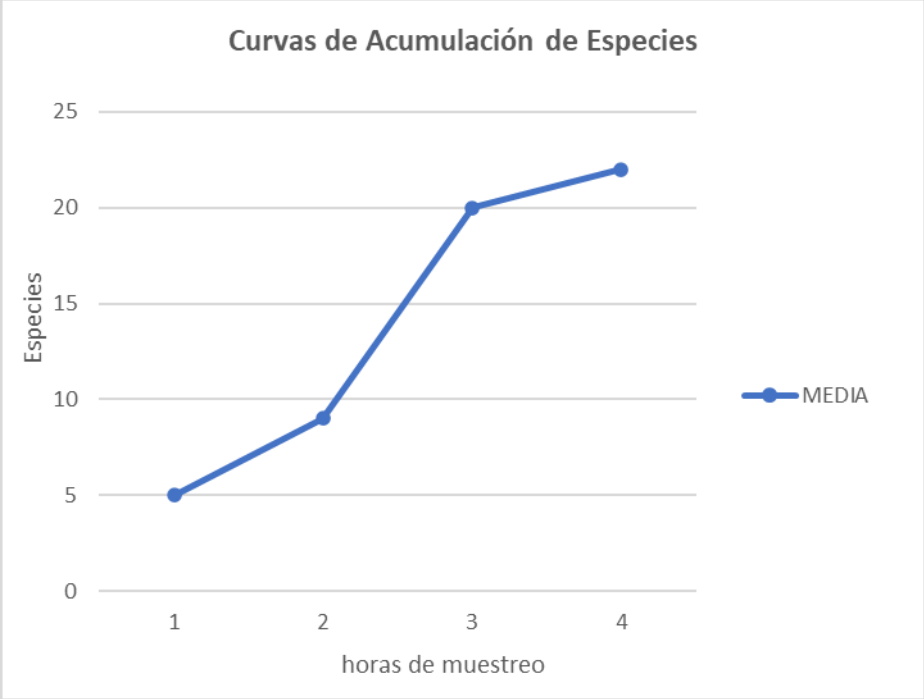
Fig. 4.8 Pelícano sobrevolando en el SA

Índices de diversidad

Para realizar el cálculo de la diversidad presente en el sistema ambiental se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, es decir, expresa los valores de uniformidad de todas las especies muestreadas (incluyendo todos los organismos muestreados) y asume que estas fueron muestreadas al azar y que todas las especies están representadas en los cuadrantes muestreados

SITIO	RIQUEZA	DIVERSIDAD (SHANNON)
Sistema ambiental	12	3.13

Para indagar si el esfuerzo de muestreo aplicado fue el adecuado, se realizó una curva de acumulación de especies para toda el área de estudio. Esto se construye acumulando la unidad de muestreo utilizado (minutos) como variable independiente. La variable dependiente fue el número de especies (utilizado un estimador basado en la presencia-ausencia de una especie). Su incremento se realizó de forma aditiva según la aparición de nuevos registros en el periodo de muestreo (Soberón y Llorente, 1993). Con las especies obtenidas en el muestreo se puede observar que una tendencia hacia la estabilización, hecho que indica que el muestreo es suficiente.



En el sistema ambiental se registraron 12 especies de fauna, de las cuales, cuatro se encuentran en alguna categoría de protección, lo que sugiere que se trata de un ecosistema que aún guarda las condiciones ambientales para albergar especies protegidas.

Como se podrá comparar más adelante con los resultados del predio, el sistema ambiental registró mayor número de especies de fauna, mayor número de especies protegidas y mayor diversidad. Esto es de esperarse, ya que la superficie del predio es muy pequeña comparada con el área que alberga el sistema ambiental y es más probable observar mayor número de fauna en esta última superficie. Sin embargo, es importante señalar que dentro del predio todavía existe vegetación nativa que es fuente de recursos para diversas especies de fauna silvestre.

IV.3. Delimitación del área de influencia y señalamiento de la problemática ambiental detectada.

Entendiendo el área de influencia como la zona geográfica dentro de la cual los impactos ambientales ocasionados por el proyecto se producirán de manera directa y con mayor intensidad, se propuso delimitar dicha área con base en los siguientes criterios urbanísticos-ambientales: el límite Norte al igual que en el sistema ambiental quedará definido por la zona marina que constituye otro tipo de ecosistema. El costado Sur lo define el ecosistema de humedales que quedará totalmente descartado de afectación; el lado Este y Oeste quedará delimitado por la distancia de 250m por lado, tomado como referencia lo establecido en el POETCY para llevar a cabo el análisis de contexto.

El área de influencia del proyecto tiene una superficie de 10.45 hectáreas y presenta vegetación de duna costera tanto de primera duna como de matorral. El área de influencia se encuentra fragmentada por la construcción de casas de playa, aunque es importante señalar que todas han respetado la primera duna. No obstante lo anterior, ya se empiezan a observar problemas de erosión de sedimentos.

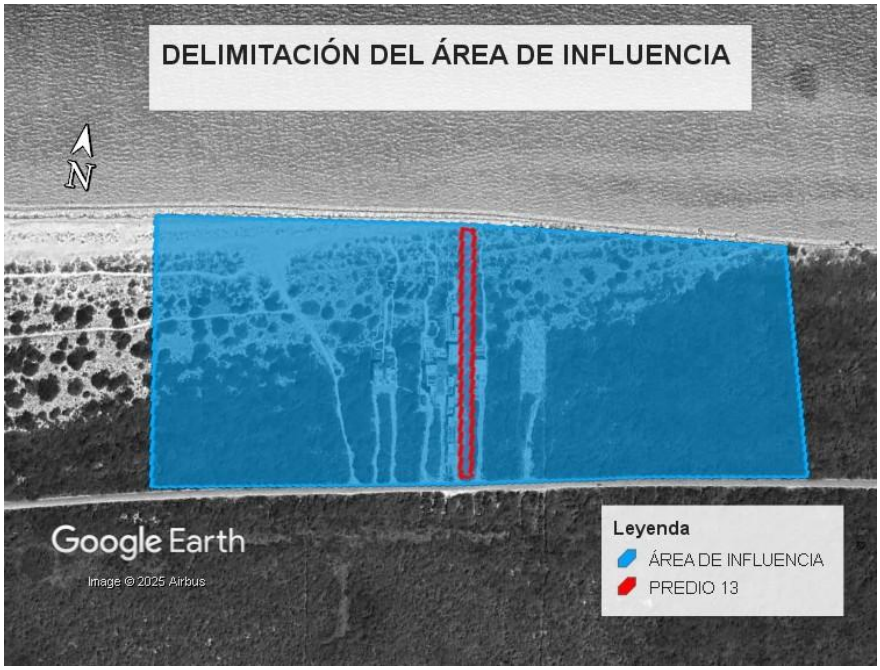


Fig. 4.9. Delimitación del área de influencia.



Fig. 4.10. Obras observadas en el área de influencia del proyecto.

Es importante señalar que, a pesar de no existir obras en la primera duna dentro del área de influencia, ya se observan algunos problemas de erosión de sedimentos.



Fig. 4.11. Erosión de sedimentos observado en el área de influencia.

IV.4. Caracterización del sitio donde se desarrollará el proyecto.

Una vez descritas las condiciones ambientales que presenta el sistema ambiental y el área de influencia del proyecto, a continuación, se realizará una caracterización detallada del sitio donde pretende desarrollarse el proyecto:

IV.4.1 Caracterización de flora

Componentes del medio biótico

Tipos de vegetación y su clasificación según INEGI.

La clasificación cartográfica del uso del suelo y vegetación generada por Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (serie VII escala 1:250,000), señala que el uso del suelo y vegetación presente en el predio corresponde principalmente a Asentamientos Humanos y vegetación de Duna Costera, así como una pequeña porción clasificada como cuerpo de agua (AH, VU y H2O, Figura 4.12).



Figura 4.12. Uso del suelo y vegetación, clasificación de INEGI serie VII.

De acuerdo con las definiciones establecidas por el INEGI (2021[1]), la clasificación de Asentamientos Humanos, se incluye en la sección de Otro Rasgo; aquí se incluye información de elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas, pero que inciden sobre ellas, estando los "Asentamientos Humanos o Áreas Urbano Construidas":

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2021. Guía para la interpretación de cartografía: Uso de Suelo y Vegetación, serie VII.

Asentamientos Humanos / Urbano construido: conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. ver Figura 4.13.

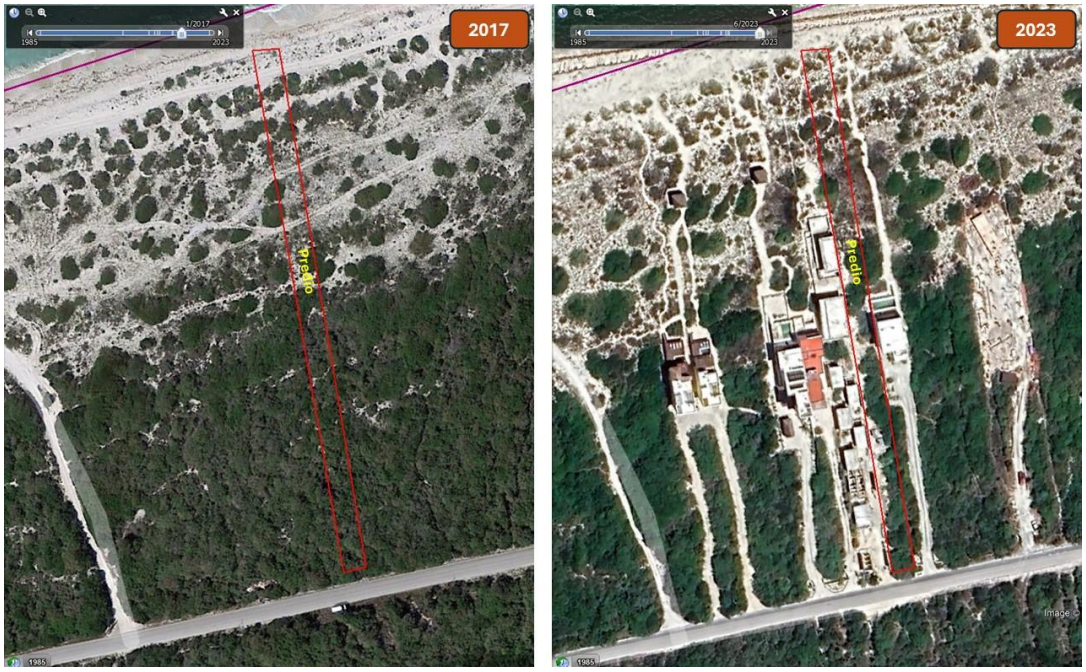


Figura 4.13. Imágenes históricas del uso del suelo y vegetación, donde se observa el desarrollo de la zona como área de Asentamientos Humanos (Fuente: Plataforma Google Earth)

La clasificación de vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía concuerda con lo observado en campo, siendo que el extremo norte del predio se encuentra en la zona de playa, en tanto que el resto de la sección norte clasificada como de Asentamientos humanos, en el predio se encuentra aún cubierta por vegetación secundaria de dunas costeras, de bajo porte, y en las colindancias se encuentran obras como bardas, postes y cercado, veredas de acceso a la playa y palapas, Figura 4.14.

En la sección sur se observó una franja de vegetación secundaria de duna costera de porte arbustivo, Figura 4.14. El INEGI (en su serie VII) describe estas zonas de la siguiente manera:



Figura 4.14. Vegetación de duna costera y obras en predios continuos, al oeste (registro: octubre, 2025)

Vegetación de Dunas Costeras: comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia sp*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Ambrosia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (Chrysobalanus icaco), cruceto (*Randia* sp.), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (S*porobolus* sp.) entre otros. Se localiza en la parte norte de la península de Yucatán ocupando la mayor parte del litoral y corresponde al tipo de vegetación ubicado en el predio.



Figura 4. 15. Al centro de las imágenes el predio ubicado entre construcciones (vista de norte a sur)

Uso actual del suelo y tipos de vegetación

Para el caso del predio se observó vegetación secundaria de matorral de duna costera en todo lo largo, en tanto que en la clasificación de uso del suelo y vegetación de INEGI, serie VII, se tienen una fracción clasificados como áreas de asentamientos humanos y otra parte de vegetación secundaria nativa de Matorral de Duna Costera.

Descripción cualitativa de la Vegetación

Para efectos del presente estudio, se utilizará la clasificación del uso del suelo y vegetación observada en campo y señalada en la sección anterior (Tabla 1), la cual se clasificó como **Vegetación secundaria nativa de Matorral de Duna Costera**, la cual se encuentra fuertemente impactada por infraestructura urbana, casas habitación, vialidades, bardas.

Vegetación Secundaria Nativa de Matorral de Duna Costera

Este tipo de vegetación se encuentra prácticamente en todo el predio, es un área con presencia principalmente de especies arbustivas de matorral de duna costera, la especie arbustiva dominante fue *Pithecellobium keyense*, la se encuentra en formando pequeñas colonias con individuos de menos de 5 cm de diámetro en la base y alturas de 2 a 3 m.

Otras especies presentes en el estrato arbustivo fueron: de *Sideroxylon americanum* (puts mukuy) y *Tara vesicaria* (algarrobo, ya'ax k'iin che') y *Suriana marítima* (tabaquillo), todas representativas del matorral de duna costera.



Figura 4.15. Sección central del predio, claros de vegetación entre colonias formadas por regeneración de arbustos de *P. keyense*, especie dominante.

Bajo el dosel de la vegetación arbustiva, se observa escasa presencia de herbáceas, sobresaliendo elementos de regeneración arbustiva de especies como *Bravaisia berlandieriana*, *Bonellia macrocarpa*, *Quadrella incana, Porophyllum punctatum* y *Gossypium hirsutum*, esta última en estatus de protección. Como parte de la vegetación

herbácea y con presencia bajo el dosel arbustiva se encuentran: *Ambrosia hispida, Tribulus cistoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomea pes-caprae*, *Hymenocallis littoralis, Sesuvium portulacastrum* y *Cyrtopodium macrobulbon*.

Método de muestreo. Con el objeto de caracterizar de forma cuantitativa la vegetación secundaria nativa de Duna Costera, del predio y sistema ambiental, se realizaron registros de la vegetación arbustiva y herbácea, presentes en el predio. Para el caso del estrato arbustivo, se realizó un muestreo delimitando cinco cuadrantes de muestreo de 200 m^2 cada uno (10 m x 20 m).

Al interior del sitio de muestreo se delimito un subcuadrante de 100 m2 (10 m x 10 m) en el cual se registraron individuos de 2.5 a 4.9 cm de diámetro en la base (aproximadamente a 20 cm del nivel del suelo, DB), en tanto que en los 200 m2 se registraron todos los individuos iguales o mayores a 5.0 cm de DB; se registraron especie y altura total estimada. Se contabilizaron todos los individuos vegetales enraizados dentro de los límites de cada sitio. Adicionalmente se registraron las especies presentes que no tuvieron registro en los cuadrantes de muestreo

Para el registro de especies del estrato herbáceo, se utilizó un cuadrante de muestreo de 1 x 1 m (Brower y Zar 1997[2]), en cada uno de ellos se determinó la cobertura, se registraron, nombre de especie, diámetro menor y diámetro mayor del área foliar y altura total. Se considera apropiado este tamaño de muestra considerando que la forma y características de distribución sobre el terreno permiten la evaluación de estas formas de vida con precisión y certeza. La distribución de los sitios de muestreo puede apreciarse gráficamente en la Figura 4.16.

[2]Brower, E. y J. Zar. 1997. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Mc Graw Hill- U.S.A. 226 pp.



Figura 4.16. Esquema del sitio de muestreo

También se contabilizaron los ejemplares de las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo por uso de suelo y vegetación se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Coordenada central de los sitios de muestreo (Datum WGS 84, Zona 16 N)

Sitio	X	Y	Estratos registrados	Ubicado en
A	208504	2352993	Arbustivo y herbáceo	Área del proyecto
B	208498	2352996	Arbustivo y herbáceo	Área del proyecto
C	208505	2353013	Arbustivo y herbáceo	Área del proyecto
1	208503	2353023	Arbustivo y herbáceo	Sistema ambiental
2	208492	2353024	Arbustivo y herbáceo	Sistema ambiental

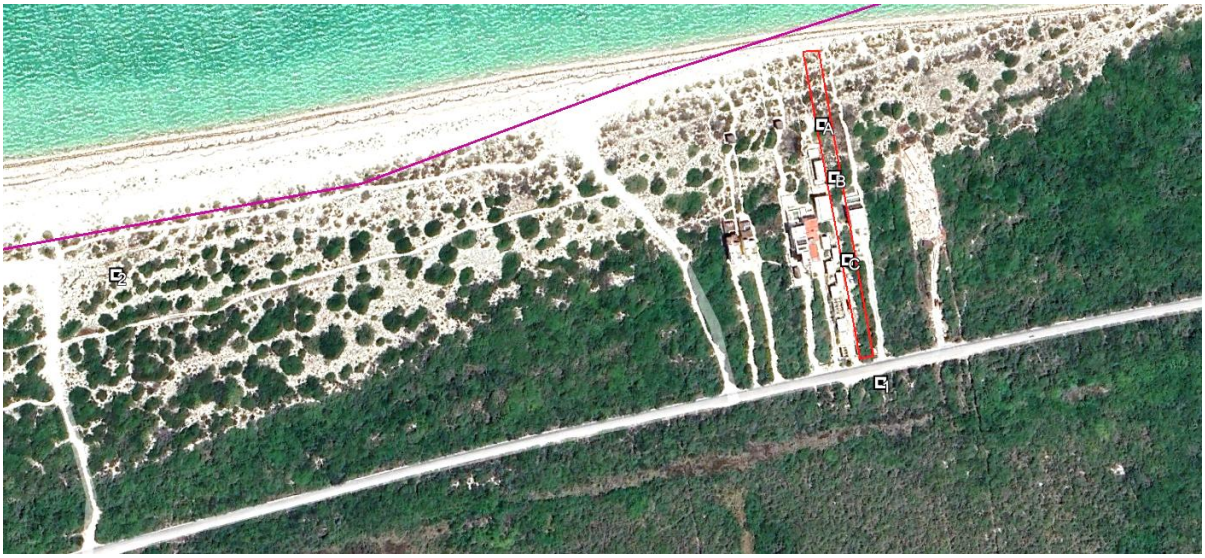


Figura 4.17. Ubicación de los sitios de muestreo, en el predio y sistema ambiental.

A continuación, se muestran imágenes de las actividades realizadas en el muestreo de vegetación, donde se puede apreciar el tipo de vegetación, así como evidencias de los registros, marcaje y medición de los parámetros señalados para la descripción cuantitativa de la vegetación.



Figura 4.18. Trazo de sitio de muestreo, en el predio.



Figura 4.19. Delimitación de sitio de muestreo en el sistema ambiental.



Figura 4.20. Medición de diámetro en la base en arbustos, en sitios ubicados en el predio.



Figura 4.21. Medición de diámetro en la base en arbustos, en sitios del sistema ambiental.



Figura 4.22. Marcaje de individuos arbustivos en el predio



Figura 4.23. Marcaje de individuos en la base, registrados en el estrato arbustivo del sistema ambiental



Figura 4.24. Cuadrantes para el registro de especies en el estrato herbáceo



Figura 4.25. Medición de cobertura y altura en el estrato herbáceo.



Figura 4.26. Marcaje de individuos de *Gossypium hirsutum*, especie en estatus de protección

Inventario florístico.

Se elaboró un listado florístico, con la finalidad de tener un inventario completo como indicador de la riqueza del sitio y para incluir todas las especies que no se hayan registrado en los sitios de muestreo, incluyendo las herbáceas y cactus de mayor conspicuidad, observadas en el predio.

Tabla 3. Listado florístico, especies observadas en el sistema ambiental y predio

Familia	Especie	Nombre	F. crecimiento predominante	Sist. Amb.	Área del proyecto
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Arbustiva	1	1
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	Herbácea	1	1
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	Herbácea	1	1
Amaralidaceae	*Hymenocallis littoralis*	liro de playa	Herbácea	1	1
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Herbácea	1	1
Amaranthaceae	*Amaranthus greggii*		Herbácea	1	1
Amaranthaceae	*Iresine diffusa*		Herbácea	1	
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de Mar	Herbácea	1	1
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	Arbórea	1	1
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	aak'its	Arbórea	1	
Apocynaceae	*Echites umbellatus*	aakits	Herbácea	1	
Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	Kaabal muk	Arbustiva	1	1

Familia	Especie	Nombre	F. crecimiento predominante	Sist. Amb.	Área del proyecto
Apocynaceae	*Rhabdadenia biflora*	Flor blanca	Herbácea	1	
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Naa'kaax	Palma	1	
Arecaceae	*Cocos nucifera*	coco	Palma	1	
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chiit	Palma	1	1
Asteraceae	*Alternanthera flavescens*	sak-mul, pooktees	Herbácea	1	1
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Altaniza de mar	Herbácea	1	1
Asteraceae	*Bidens alba*	K'anmul	Herbácea	1	1
Asteraceae	*Bidens pilosa*	K'aan mul	Herbácea	1	1
Asteraceae	*Borrichia arborescens*	Margarita de mar	Herbácea	1	
Asteraceae	*Conyza bonarienzis*	Epazote de monte	Herbácea	1	
Asteraceae	*Flaveria linearis*	K'anlol xiw	Herbácea	1	
Boraginaceae	*Cordia globosa*	Orégano silvestre	Herbácea	1	1
Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Anacahuita	Arbórea	1	
Boraginaceae	*Heliotropium procumbens*	Cola de mico	Herbácea	1	
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Tabaquillo	Arbustiva	1	
Brassicaceae	*Cakile eduntula*	Xaal	Herbácea	1	1
Bromeliaceae	*Thillandsia dasyliriifolia*	X chu'	Herbácea	1	

Familia	Especie	Nombre	F. crecimiento predominante	Sist. Amb.	Área del proyecto
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	Herbácea	1	1
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Arbustiva	1	
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Pool Tsutsuy	Herbácea	1	1
Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	chuchuk che'	Arbustiva	1	
Capparaceae	*Quadrella incana*	Matagallina	Arbustiva	1	1
Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma*	desconocido	Herbácea	1	1
Celastraceae	*Maytenus phyllanthoides*	mangle dulce	Arbustiva	1	
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	sak boob	Arbórea	1	
Commelinaceae	*Commelina erecta*	X-pantsiu	Herbácea	1	1
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Campanilla	Herbácea	1	1
Cucurbitaceae	*Mormodica charantia*	melón amargo	Herbácea	1	1
Cyperaceae	*Cyperus sp.*		Herbácea	1	1
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Silíl	Arbórea	1	
Euphorbiaceae	*Croton punctatus*	Hierba de jabalí	Herbácea	1	1
Euphorbiaceae	*Enriquebeltrania crenatifolia*	puut mukuy	Arbustiva	1	
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	yaiti	Arbórea	1	
Fabaceae	*Canavalia rosea*	frijolillo	Herbácea	1	1

Familia	Especie	Nombre	F. crecimiento predominante	Sist. Amb.	Área del proyecto
Fabaceae	*Chamaecrista glandulosa*	Tamarindo xiw	Herbácea	1	1
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	huaxim	Arbórea	1	1
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Kya'ax eek	Arbórea	1	1
Fabaceae	*Tara vesicaria*	Chiin tok	Arbórea	1	1
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	chunup	Herbácea	1	1
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Algodón	Arbustiva	1	1
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	tulipan de monte	Arbustiva	1	1
Malvaceae	*Melanthera aspera*	kabal su'uk	Herbácea	1	
Malvaceae	*Sida acuta*	Chi'chi'bej	Herbácea	1	1
Malvaceae	*Waltheria indica*	sak xiu	Herbácea	1	1
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	ta'tsi'	Arbustiva	1	1
Nyctaginaceae	*Okenia hypogaea*	-	Herbácea	1	1
Orchidiaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*		Herbácea	1	1
Passifloraceae	*Passiflora pulchella*	Poch' ak'	Herbácea	1	
Passifloraceae	*Passiflora suberosa*	Soots' ak'	Herbácea	1	1
Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Muul	Herbácea	1	1
Poaceae	*Cynodon dactylon*	K'aan su'uk	Herbácea	1	1

Familia	Especie	Nombre	F. crecimiento predominante	Sist. Amb.	Área del proyecto
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimés su-uk	Herbácea	1	1
Poaceae	*Distichlis spicata*	pasto salado	Herbácea	1	1
Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Suuk	Herbácea	1	
Primulaceae	*Bonelia macrocarpha*	limoncillo, pico de gallo	Arbusto	1	1
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Arbustiva	1	1
Rubiaceae	*Ernodea litoralis*	desconocido	Herbácea	1	
Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	Sak sajum	Herbácea	1	1
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	X-muyché	Arbórea	1	1
Simaroubaceae	*Suriana maritima*	Pats'il	Arbustiva	1	1
Solanaceae	*Lycium carolinianum*	Ch'ilib tux	Arbustiva	1	
Solanaceae	*Solanum erianthum*	U kuch	Herbácea	1	1
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano xiw	Arbustiva	1	1
Verbenaceae	*Phyla nodiflora*		Herbácea	1	
Zygophyllaceae	*Tribulus cistoides*	Chakxnuk	Herbácea	1	1

Riqueza y formas de vida. En el sistema ambiental se registraron 77 especies correspondientes a 37 familias botánicas, en tanto que en el predio fueron 51 especies.

Las familias mejor representadas fueron Asteraceae con 7 especies, seguida de las familias Fabaceae, Malvaceae y Poaceae con cinco especies cada una y las familias Apocynaceae y Boraginaceae con cuatro especies cada una.

Formas de vida

En cuanto a las formas de crecimiento que presentan estas especies, destaca la forma de vida herbácea con 48 especies (62%), seguidas de los arbustos con 16 especies, la forma de vida arbórea con 10 especies. Se consideraron por separado las palmas, representadas por tres especies.

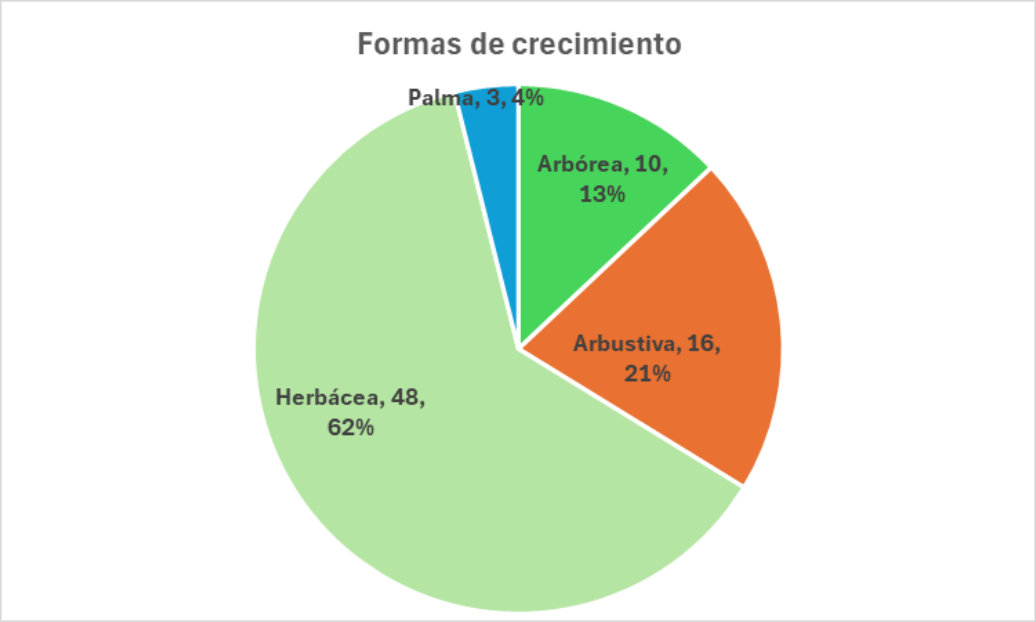


Figura 4.27. Distribución de las especies registradas para todo el predio y sistema ambiental, según la forma de crecimiento predominante



Figura 4.28. Formas de crecimiento observadas, con predominancia de herbáceas y arbustos

Especies introducidas e indicadoras de perturbación

Se observó el pasto de hábitos ruderales *Dactylotenium aegyptium*, presente en varias secciones del predio; esta especie es introducida-naturalizada y ampliamente distribuida en todo el país y aunque no desarrolla hábitos alelopáticos ni tiene efectos tóxicos para animales o personas, su propagación es muy exitosa, por lo que se les considera una especie invasora (Secretaría de Gobernación-DOF-7/12/2016).

Estructura de la vegetación presente en el predio

En todas las comunidades vegetales se pueden distinguir una estructura física del ecosistema, la cual puede desarrollarse en dirección vertical y horizontal, refiriéndose en ambos casos a estratificación. La estructura vertical representa la distribución en alturas de los individuos que forman la comunidad vegetal y nos proporciona una imagen sobre la estratificación de los organismos, identificando principalmente tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; cada uno representado generalmente por diferentes especies.

La estructura horizontal nos indica la distribución espacial de organismos de la comunidad de acuerdo con el diámetro; así podemos reconocer zonas densamente arboladas, con apertura del dosel o zonas con dominancia de arbustos y herbáceas, por ejemplo.

Estrato arbustivo

De acuerdo con los datos del muestreo, considerando aquellos individuos con diámetros en la base entre 2.5 y 4.9, se estimaron 3,233 individuos/ha, cabe señalar que aquí se incluyen rebrotes o ramas producto de bifurcaciones en la base menos de 0.2 metros de algún tallo principal; que correspondieron a cinco especies, siendo la más abundante *Pithecellobium keyense*, con 1,867 individuos/ha, seguida de *Sideroxylon americanum* y *Suriana maritima* cada una con 633 individuos/ha. El mayor desarrollo de la vegetación en este estrato se relaciona con la presencia de *S. americanum*, que tuvo registro de un diámetro promedio 3.7 y una altura de 2.9 m. En cuanto a los individuos mayores a 5 cm de diámetro, se tuvo registro de solo cuatro especies, siendo la más abundante *P. keyense* con 233 individuos/ha, seguido de *S. americanum* y *S. marítima*. En general este estrato tiene un total de 650 individuos/ha, diámetro promedio de 6.5 cm y altura de 2.8 m. El área basal estimada en el predio fue de 4.169 m^2/ha, con un total estimado de 3,883 individuos/ha.

Tabla 4. Estructura de la vegetación arbustiva en el predio

Especie	Nombre común	Individuos /ha	Diámetro prom.	Altura prom	Área basal
			cm	m	m^2/ha
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	1867	3.5	2.4	1.809
Quadrella incana	matagallina	67	2.9	2.0	0.043
Sideroxylum americanum	caimitillo	633	3.7	2.9	0.711

Suriana maritima	tabaquillo	633	3.0	1.3	0.463
Tara vesicaria	algarrobo	33	3.4	2.3	0.030
Arbustivo		**3233**	**3.4**	**2.3**	**3.056**
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	233	6.3	2.8	0.752
Sideroxylum americanum	caimitillo	217	7.2	3.1	0.959
Suriana maritima	tabaquillo	167	6.1	2.4	0.497
Tara vesicaria	algarrobo	33	5.7	3.0	0.084
Arbustivo 2		**650**	**6.5**	**2.8**	**2.292**
Total		**3883**	**4.3**	**2.4**	**4.169**



Figura 4.29. Aspecto general del estrato arbustivo representativo en el predio



Figura 4.30. *Pithecellobium keyense*, especie dominante en la vegetación arbustiva del predio.

Estrato Herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 58 individuos correspondientes a diez especies, de las cuales tres corresponden a regeneración de especies de forma de crecimiento arbustivo. La especie predominante fue *Dactyloctenium aegyptium* (pasto), seguidas en cuanto a presencia de individuos de *Sesuvium portulacastrum*, *Canavalia rosea* y *Selenicerus grandiflorus*, todas de forma de crecimiento herbáceo. La altura promedio del estrato fue de 13.8 cm, ocupando una cobertura de aproximadamente 60%, con un estimado de 5,735.7 m^2/ha.

Tabla 5. Especies en el estrato herbáceo del predio

Especie	Registros	Individuos promedio/ha	Altura prom. (cm)	Cobertura prom (m^2/ha)
Ambrosia hispida	1	3333	10.0	243.5
Canavalia rosea	3	10000	11.3	1232.6
Cenchrus echinatus	2	6667	12.0	628.6
Dactyloctenium aegyptium	35	116667	15.6	2519.2
Malvaviscus arboreus	1	3333	17.0	177.0
Quadrella incana	1	3333	4.0	99.5
Selenicereus grandiflorus	3	10000	3.0	352.2
Sesuvium portulacastrum	10	33333	11.0	466.7
Sideroxylon americanum	1	3333	54.0	5.3
Waltheria indica	1	3333	15.0	11.1
Total	**58**	**193333**	**13.8**	**5,735.7**



Figura 4.31. *Dactyloctenium aegyptium*, especie representativa en el estrato herbáceo

Valores de importancia relativa (VIR)

Algunos de los aspectos que deben considerarse para caracterizar la estructura de las comunidades vegetales son: la composición florística y la relación de dominancia que establecen unas especies sobre otras, en términos de densidad, área basal o cobertura. Estos valores indican, en primera instancia, el aprovechamiento que tienen las diferentes especies de los recursos que el ambiente particular, les brinda. Así, una especie con valor alto de densidad y dominancia aprovecha más y mejor los recursos que aquellas especies con valores bajos.

Los parámetros que permiten estimar el valor de importancia de cada especie dentro de la comunidad son: densidad, frecuencia y dominancia relativas. Con base en estos parámetros, se establece un índice de valor de importancia (IVI) para cada especie proporcionando información de su representatividad dentro de la comunidad. El Índice de Valor de Importancia (IVI) se obtuvo con la siguiente relación:

VIR = Frecuencia Relativa (100%) + Densidad Relativa (100%) + Dominancia Relativa (100%)

El valor oscilará entre 0 y 300. De manera que, si una especie presenta una VI = 300, significará que en la comunidad únicamente se encuentra esa especie y que canaliza todos los recursos disponibles.

En el estrato arbustivo de menor talla la especie dominante fue *Pithecellobium keyense* (ya'ax k'aax), que ocupó 145.5% del VIR total (300%), tanto por densidad (tallos-individuos registrados), así como por la dominancia al ocupar mayor área basal, cabe señalar que esta especie desarrolla un gran número de tallos desde la base, formando grandes colonias que llegan a ser dominantes en el estrato arbustivo; su área basal estimada fue de 1.809 m2/ha. En el estrato arbustivo 2, de talla ligeramente mayor, con diámetros en la base iguales o mayores a 5.0 cm la especie dominante también fue *Pithecellobium keyense* con un índice VIR de 102.0%, seguida de *S. marítima* y *S. americanum*; la especie menos representada fue *Tara vesicaria* con un VIR de 25.5%.

En el estrato herbáceo la especie dominante fue *Dactyloctenium aegyptium* que ocupó 120.9% del VIR. Como especies codominantes estuvieron *Canavalia rosea* y *Sesuvium portulacastrum*, todas de crecimiento herbáceo. En general la regeneración de especies arbustivas estuvo poco representada, debido a la cobertura del dosel arbustivo que genera sombra y no favorece su reproducción, lo que también limita el establecimiento de especies herbáceas, principalmente de crecimiento anual y que requieren de mayor entrada de luz solar.

Tabla 6. Índices de Valor de Importancia Relativa (VIR) en el predio, por estrato arbustivo y herbáceo

Especie	Nombre común	Registros	Área basal (m^2)	Frecuencia	Valores de Importancia Relativa (%)			
					Densidad	Dominancia	Frecuencia	Indice VIR
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	56	1.809	2	57.7	59.2	28.6	145.5
Suriana maritima	tabaquillo	19	0.463	2	19.6	15.1	28.6	63.3
Sideroxylum americanum	caimitillo	19	0.711	1	19.6	23.3	14.3	57.1
Quadrella incana	mata gallina	2	0.043	1	2.1	1.4	14.3	17.8
Tara vesicaria	algarrobo	1	0.030	1	1.0	1.0	14.3	16.3
Estrato Arbustivo		**97**	**3.056**	**7**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	14	0.752	2	35.9	32.8	33.3	102.0
Sideroxylum americanum	Caimitillo	13	0.959	1	33.3	41.8	16.7	91.8
Suriana maritima	tabaquillo	10	0.497	2	25.6	21.7	33.3	80.7
Tara vesicaria	algarrobo	2	0.084	1	5.1	3.7	16.7	25.5
Estrato Arbustivo 2		**39**	**2.292**	**6**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**
Dactyloctenium aegyptium	pata de gallo	35	2519.2	2	60.3	43.9	16.7	120.9

Especie	Nombre común	Registros	Área basal (m^2)	Frecuencia	Valores de Importancia Relativa (%)			
					Densidad	Dominancia	Frecuencia	Índice VIR
Canavalia rosea	Frijol de playa	3	1232.6	2	5.2	21.5	16.7	43.3
Sesuvium portulacastrum	verdolaga de playa	10	466.7	1	17.2	8.1	8.3	33.7
Cenchrus echinatus	Zacate cadillo	2	628.6	1	3.4	11.0	8.3	22.7
Selenicereus grandiflorus	koj kaan	3	352.2	1	5.2	6.1	8.3	19.6
Ambrosia hispida	ya'ax k'aax	1	243.5	1	1.7	4.2	8.3	14.3
Malvaviscus arboreus	tulipán	1	177.0	1	1.7	3.1	8.3	13.1
Quadrella incana	mata gallina	1	99.5	1	1.7	1.7	8.3	11.8
Waltheria indica	sak xiiw	1	11.1	1	1.7	0.2	8.3	10.3
Sideroxylon americanum	caimitillo	1	5.3	1	1.7	0.1	8.3	10.1
Estrato Herbáceo		**56**	**5735.7**	**12**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

Estructura de la vegetación presente en el sistema ambiental

Estrato arbustivo

De acuerdo con los resultados del muestreo, se estimaron 1800 individuos/ha entre 2.5 y 4.9 cm de diámetro de seis especies; las especies representativas y más abundantes fueron *Tara vesicaria* y *Pithecellobium keyense*, con 750 y 550 individuos/ha, respectivamente, el diámetro promedio en la base fue de 3.1 cm y la altura de 1.8 m. En el estrato arbustivo más desarrollado de 5.0 cm o más de diámetro, se registraron 775 individuos/ha, cabe señalar que aquí se incluyen rebrotes o ramas producto de bifurcaciones a menos de 0.2 metros del tallo principal, correspondientes a ocho especies, siendo las más representativas y abundantes, *Suriana marítima, Sideroxylon americanum* y *Quadrella incana*; el diámetro promedio fue de 6.5 cm y la altura de 2.1 m.

Tabla 7. Especies arbustivas y medidas de diámetro y altura, registradas en el sistema ambiental

Especie	Nombre común	Individuos /ha	Diámetro prom.	Altura prom	Área basal
			cm	m	m^2/ha
Gossypium hirsutum	algodón	100	1.7	1.8	0.027
Neea psychotrioides	tatsi	50	4.0	1.4	0.063
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	550	3.0	1.5	0.388
Quadrella incana	matagallina	100	3.0	2.1	0.070
Suriana maritima	tabaquillo	250	3.9	1.6	0.301
Tara vesicaria	algarrobo	750	3.1	2.2	0.587
Arbustivo		**1800**	**3.1**	**1.8**	**1.436**
Bonellia macrocarpha	pico de gallo	50	5.7	1.8	0.126

Coccoloba uvifera	uva de mar	75	5.0	1.3	0.147
Enriquebeltrania crenatifolia	puut mukuy	50	5.1	2.5	0.102
Maytenus phyllanthoides	mangle dulce	50	7.5	1.6	0.230
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	50	6.5	2.1	0.175
Quadrella incana	mata gallina	125	7.8	2.7	0.635
Sideroxylum americanum	caimitillo	175	7.2	2.6	0.779
Suriana maritima	tabaquillo	200	5.8	1.6	0.540
Arbustivo 2		**775**	**6.5**	**2.1**	**2.733**
Total		**2575**	**4.4**	**2.3**	**4.497**



Figura 4.32. Vegetación arbustiva predominante en el sistema ambiental.

En general la estructura vertical tuvo menor desarrollo que debido tanto a que la vegetación se ubicó tanto en zonas próximas a la playa, donde la presencia de viento y arenas móviles limitan el crecimiento vertical, así como a las perturbaciones ocasionadas a la vegetación derivadas del desarrollo de infraestructura urbana. En general este estrato tiene un diámetro promedio de 4.4 cm y altura de 2.3 m, un total de 2,575 individuos/ha y un área basal estimada de 4.497 m^2/ha.

Estrato Herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 17 individuos correspondientes a diez especies, de las cuales tres corresponden a regeneración de especies de forma de crecimiento arbustivo. La especie predominante fue *Dactyloctenium aegyptium* (zacate cadillo), seguidas en cuanto a presencia de individuos de *Cenchrus echinatus* y *Malvaviscus arboreus*, está última como parte de la regeneración de especies arbustivas. La altura promedio del estrato fue de 15.2 cm, ocupando una cobertura 4,962.2 m2/ha, aproximadamente 50%.

Tabla 8. Superficies por uso actual del suelo y tipo de vegetación

Especie	Registros	Individuos promedio/ha	Altura prom. (cm)	Cobertura prom (m^2/ha)
Agave angustifolia	1	5000	18.0	275.8
Althernantera flavescens	1	5000	16.0	353.4
Bonellia macrocarpa	1	5000	55.0	1413.7
Canavalia rosea	1	5000	15.0	297.0
Cenchrus echinatus	3	15000	12.0	541.2
Dactyloctenium aegyptium	5	25000	10.3	263.5
Ernodea littoralis	1	5000	6.0	14.1
Malvaviscus arboreus	2	10000	10.0	43.7
Porophyllum punctatum	1	5000	100.0	1659.2
Sesuvium portulacastrum	1	5000	10.0	100.5

Especie	Registros	Individuos promedio/ha	Altura prom. (cm)	Cobertura prom (m^2/ha)
Total	**17**	**85000**	**15.7**	**4962.2**



Figura 4.33. Estrato herbáceo en el sistema ambiental

Valores de importancia relativa en el sistema ambiental (VIR)

En el estrato arbustivo de 2.5-4.9 cm de diámetro (en la base), se tuvieron dos especies dominantes, *Tara vesicaria* y *Pithecellobium keyense*, ocupando en conjunto 177.6% del VIR total, tanto por densidad (tallos-individuos registrados), así como por el área basal ocupada. En el estrato arbustivo 2, de 5.0 cm o más de diámetro, la especie dominante fue *Sideroxylon americanum*, seguida *de Suriana marítima* y *Quadrella incana*; en conjunto ocuparon 176.0% del VIR. Las especies menos representadas fueron *Neea psychotrioides* y *Enriquebeltrania crenatifolia*

El estrato herbáceo las especies dominantes y de mayor abundancia fueron: *Porophyllum puntatum, Bonellia macrocarpa y Dactyloctenium aegyptium*, las dos primeras formando parte de la regeneración de especues de forma de crecimiento arbustivo y la última un pasto introducido; en total ocuparon 138.4% del VIR del estrato. Las especies menos conspicuas y de menor dominancia fueron *Sesuvium portulacastrum y Ernodea littoralis*.

Tabla 9. Índices de Valor de Importancia Relativa (VIR), por estrato arbustivo y herbáceo en el sistema ambiental

Especie	Nombre común	Registro	Área basal (m^2)	Frecuencia	Valores de Importancia Relativa (%)			
					Densidad	Dominancia	Frecuencia	Índice VIR
Tara vesicaria	algarrobo	15	0.587	1	41.7	40.9	12.5	95.0
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	11	0.388	2	30.6	27.0	25.0	82.6
Suriana maritima	tabaquillo	5	0.301	1	13.9	21.0	12.5	47.4
Gossypium hirsutum	algodón	2	0.027	2	5.6	1.9	25.0	32.4
Quadrella incana	matagallina	2	0.070	1	5.6	4.9	12.5	22.9
Neea psychotrioides	x'tatsi	1	0.063	1	2.8	4.4	12.5	19.7
Arbustivo		**36**	**1.436**	**8**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**
Sideroxylum americanum	caimitillo	7	0.779	2	22.6	28.5	20.0	71.1
Suriana maritima	tabaquillo	8	0.540	1	25.8	19.8	10.0	55.6
Quadrella incana	matagallina	5	0.635	1	16.1	23.2	10.0	49.4
Pithecellobium keyense	ya'ax k'aax	2	0.175	2	6.5	6.4	20.0	32.8

Especie	Nombre común	Registro	Área basal (m^2)	Frecuencia	Valores de Importancia Relativa (%)			
					Densidad	Dominancia	Frecuencia	Índice VIR
Coccoloba uvifera	uva de mar	3	0.147	1	9.7	5.4	10.0	25.1
Maytenus phyllanthoides	mangle dulce	2	0.230	1	6.5	8.4	10.0	24.9
Bonellia macrocarpha	pico de gallo	2	0.126	1	6.5	4.6	10.0	21.1
Enriquebeltrania crenatifolia	puut mukuy	2	0.102	1	6.5	3.7	10.0	20.2
Arbustivo 2		**31**	**2.733**	**10**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**
Porophyllum punctatum	papalo	1	1659.2	1	5.9	33.4	10.0	49.3
Dactyloctenium aegyptium	pata de gallo	5	263.5	1	29.4	5.3	10.0	44.7
Bonellia macrocarpa	Pico de gallo	1	1413.7	1	5.9	28.5	10.0	44.4
Cenchrus echinatus	zacate cadillo	3	541.2	1	17.6	10.9	10.0	38.6
Althernantera flavescens	sak-mul	1	353.4	1	5.9	7.1	10.0	23.0
Malvaviscus arboreus	tulipan	2	43.7	1	11.8	0.9	10.0	22.6
Canavalia rosea	frijol de playa	1	297.0	1	5.9	6.0	10.0	21.9
Agave angustifolia	chelem	1	275.8	1	5.9	5.6	10.0	21.4

Especie	Nombre común	Registro	Área basal (m^2)	Frecuencia	Valores de Importancia Relativa (%)			
					Densidad	Dominancia	Frecuencia	Índice VIR
Sesuvium portulacastrum	verdolaga de playa	1	100.5	1	5.9	2.0	10.0	17.9
Ernodea littoralis		1	14.1	1	5.9	0.3	10.0	16.2
Estrato Herbáceo		**17**	**4962.2**	**10**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad con base en la abundancia proporcional de las especies, el índice de Shannon y el de equidad de Pielou son índices populares para medir la equidad y su relación con la riqueza de especies (Moreno, 2001[3]). Considerando que se para el proyecto en cuestión se cuenta con datos de riqueza y número de individuos, para realizar el cálculo de la diversidad presente en el predio, se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, es decir, expresa los valores de uniformidad de todas las especies muestreadas (incluyendo todos los organismos muestreados) y asume que estas fueron muestreadas al azar y que todas las especies están representadas en los cuadrantes muestreados. Se trata de un índice estructural de equidad, que se utiliza para comparar la diversidad entre los sitios, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre es predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, *op cit.*).

[3]Moreno, C. 2001.Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol 1. Zaragoza, 84 pp.

Para los sitios de estudio, este índice se calculó considerando los datos de riqueza de especies y abundancia de especies en el programa Diversity 3.02, el cual se basa en la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} \pi_i \ln \pi_i$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon

i = Proporción de la iésima especie respecto a S

S= Número total de especies

Con los datos obtenidos del número total de individuos y número total de especies en un área, se determinó la diversidad de especies además de obtenerse el índice de diversidad considerando el componente de regeneración (≥ 2.0 cm de DN) y el arbolado adulto (≥ 5.0 cm de DN).

Equidad

Se utilizó el índice de equidad de Pielou para medir la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Fórmula utilizada:

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

donde H'_{max} = ln(S) y H' = medida logarítmica de la diversidad.

Se consideraron los datos de los registros de individuos presentes en el estrato arbustivo, los cuales son representativos del tipo de vegetación presente en el área de estudio y que sería afectado por las obras del proyecto, que corresponde a vegetación secundaria de matorral de duna costera.

Tabla 10. Índices de diversidad por sitio y área de estudio

Área	**Riqueza**	**Shannon**	**Equidad spp max**
Sitios	Especies	H	Índice
A	1	0	0
B	2	0.4826	0.2013
C	4	0.9542	0.3979
Proyecto	**5**	**1.158**	**0.4829**
1	9	1.806	0.7531
2	5	1.201	0.501
Sistema Ambiental	**11**	**2.064**	**0.861**

En general el número de especies registradas en el estrato arbustivo del área del proyecto estuvo entre una y cuatro, con un total de cinco especies; en tanto que, en el sistema ambiental, se tuvieron entre cinco y nueve especies, con un total de 11. Por lo tanto la riqueza específica fue mucho menor en el área del proyecto (predio) que en el sistema ambiental

En la mayoría de los ecosistemas naturales, el índice de Shannon varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. Como se puede observar la diversidad de los sitios muestreados se puede catalogar en el área del proyecto como muy baja y nula, con valores entre H'=0 y H´=0.9542, siendo en general el índice de Shannon-Wiener en el área del proyecto de H'=1.158; en los sitios de muestreo del sistema ambiental este índice fue mayor, aunque siempre en considerado como bajo con valores de H'=1.806 y H'=1.201, y en conjunto alcanzando un mayor valor con H'= 2.064, considerada como una riqueza mediana o moderada.

En cuanto al índice de equidad, esta fue mayor en el sistema ambiental con un valor de 0.861, en tanto que el predio solo fue de 0.4829.



Figura 4.34. Estrato arbustivo en el sistema ambiental, con mayor diversidad que la registrada en el área del proyecto

PRESENCIA DE ESPECIES CATALOGADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registró *Gossypium hirsutum*, especie enlistada en la categoría de Sujeta a Protección especial, también observada en áreas colindantes. Los datos registrados y sus coordenadas de ubicación se indican en la tabla siguiente.

Tabla 11. Especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Área	Especie	Diámetro cm	Altura m	Coordenada X	Coordenada Y
Proyecto	Gossypium hirsutum	1.1	1.2	205896	2352551
Proyecto	Gossypium hirsutum	0.5	0.6	205901	2352534
Proyecto	Gossypium hirsutum	1.0	1.0	205914	2352457
Sist. Ambiental	Gossypium hirsutum	2.5	2.0	205928	2352458
Sist. Ambiental	Gossypium hirsutum	0.8	1.5	205427	2352539



Figura 4.35. *Gossypium hirsutum*, especie en estatus de conservación registrada en el predio (izquierda) y también presente en el sistema ambiental (derecha)

IV.4.2. Caracterización de fauna en el predio

Metodología general de muestreo

La caracterización de la fauna se realizó a través del establecimiento de un solo transecto lineal dentro del predio cuyo recorrido inició a las 07:00 am y concluyó a 11:00 horas con un esfuerzo de muestreo de 4 horas/persona.

Anfibios y reptiles: Se emplearon dos métodos, Observación Directa (OD) y Observación Indirecta (OI), el método de OD consiste en contabilizar aquellos individuos que pudiesen observarse en los transectos y en el método de OI se contabilizan aquellos rastros, huellas, pieles o excretas que pudiesen haber dejado los organismos en alguna de sus actividades cotidianas.

Esta técnica resulta muy rápida para obtener listados en corto tiempo. Para la identificación de los ejemplares se utilizaron guías especializadas como las de Cedeño-Vázquez *et al*. (2006) y López *et al*. (2009) para anfibios, y Lee (2000) y Campbell (1998) para los reptiles.

Aves. Durante el recorrido se contabilizaron las aves observadas y escuchadas dentro de los transectos, así como aquellas que pasaban sobrevolando en el área de influencia.

La observación y la identificación de las aves se apoyaron en guías de campo especializadas para la zona (Howell, y Webb, 2010 y National Geographic, 2002). La nomenclatura en el listado así como los nombres comunes, se obtuvieron del trabajo de Chablé *et al*., (2010) y Llamosa-Neumann (2008).

Mamíferos medianos

El registro de este grupo se realizó mediante métodos directos (avistamientos) e indirectos a través de rastros como huellas, excretas, madrigueras, residuos de alimento, letrinas, talladeros, entre otros (Aranda, 2000; Reid, 2010). Fue usada la Guía de mamíferos de la Península de Yucatán de Alcerreca *et al*. 2009, como herramienta para la identificación en campo.

Resultados de la caracterización de la fauna dentro del predio.

Cuadro 4.12. Fauna reportada en el predio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija escamosa de Cozumel*	1	**Pr**
MIMIDAE	*Mimus gilvus*	Cenzontle	1	---
TROCHILIDAE	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	1	-----

VIREONIDAE	*Vireo pallens*	Vireo manglero	1	----
FREGATIDAE	*Fragata magnificens*	Fragata**	2	----

** Se observó sobrevolando el predio



Fig. 4.36. *Mimus gilvus*, especie comúnmente observada en el predio y área de influencia.

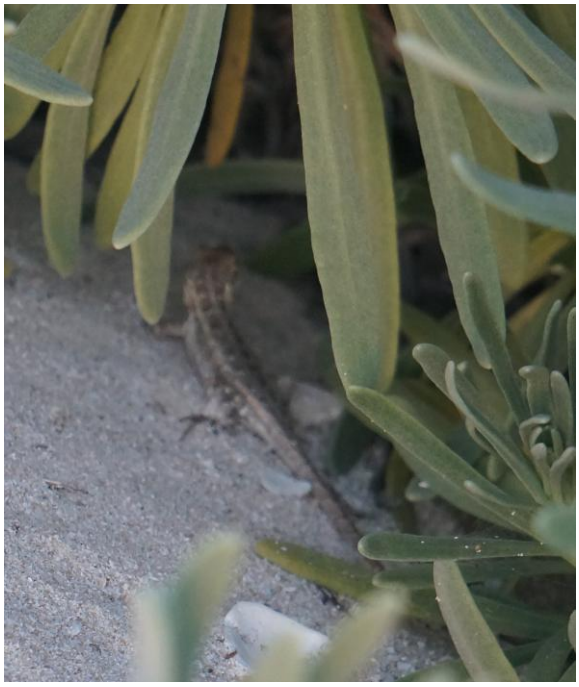


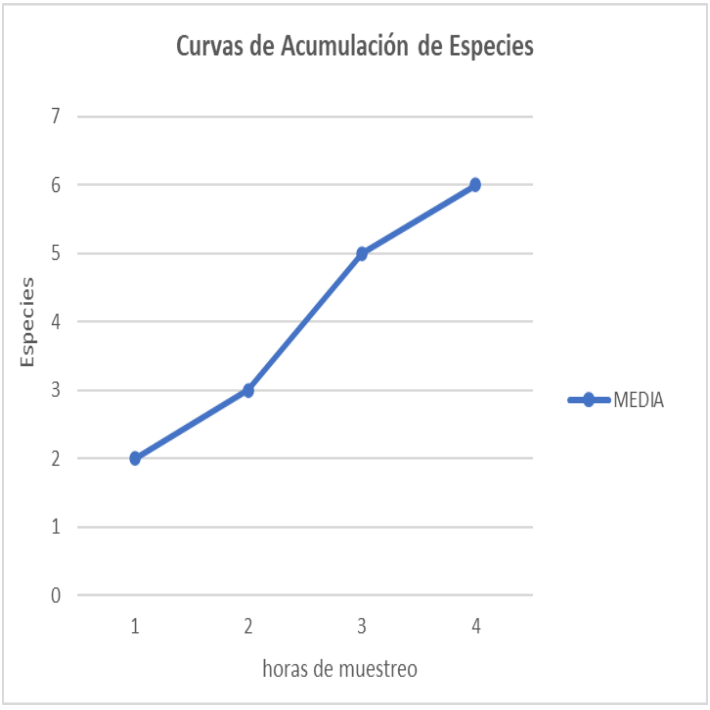
Fig. 4.37. Individuo de *S.cozumelae* registrado en el predio.

Índices de diversidad

Para realizar el cálculo de la diversidad presente en el sistema ambiental se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, es decir, expresa los valores de uniformidad de todas las especies muestreadas (incluyendo todos los organismos muestreados) y asume que estas fueron muestreadas al azar y que todas las especies están representadas en los cuadrantes muestreados

SITIO	RIQUEZA	DIVERSIDAD (SHANNON)
Predio	5	1.82

Para indagar si el esfuerzo de muestreo aplicado fue el adecuado, se realizó una curva de acumulación de especies para toda el área de estudio. Esto se construye acumulando la unidad de muestreo utilizado (minutos) como variable independiente. La variable dependiente fue el número de especies (utilizado un estimador basado en la presencia-ausencia de una especie). Su incremento se realizó de forma aditiva según la aparición de nuevos registros en el periodo de muestreo (Soberón y Llorente, 1993). Con las especies obtenidas en el muestreo se puede observar que una tendencia hacia la estabilización, hecho que indica que el muestreo es suficiente.



Análisis y conclusiones de la caracterización de fauna

De acuerdo con la información y análisis de diversidad realizados para la fauna silvestre registrada en campo, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Si bien el sitio donde se pretende realizar el proyecto no presentó valores altos de riqueza ni diversidad, (valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad), esto puede deberse a que el terreno en cuestión ha quedado aislado entre dos construcciones, una de las cuales fragmentó casi todo el ancho de la barra arenosa, lo que impide el desplazamiento de la fauna silvestre. Esto sin duda, puede ser un factor importante para la baja riqueza de fauna silvestre del predio.

IV.4.4. Medio socioeconómico. De acuerdo con la guía para la elaboración del Documento Técnico Unificado modalidad B, el objetivo de incluir el análisis socioeconómico en un estudio de impacto ambiental radica en que el sistema ambiental se puede ver profundamente modificado por la nueva infraestructura.

Sin embargo, en el caso de este proyecto, no se considera que el impacto para este medio sea significativo principalmente porque el proyecto no abarca grandes superficies, sin embargo el establecimiento a futuro de más desarrollos en el área, sí podría tener un impacto significativo en el sistema ambiental evaluado (impactos acumulativos). A continuación, se realiza un breve análisis del posible cambio en el medio socioeconómico que pudiera traer el proyecto.

A continuación se realiza una breve descripción de la situación socioeconómica de la localidad y se lleva a cabo un análisis del potencial cambio que pudiera generarse por el desarrollo del proyecto. Se presentarán algunos datos demográficos de la localidad de Progreso, para estimar la cantidad de población que podría verse alterada por la implementación del proyecto, así como la potencial afectación a sus recursos culturales (Datos del INEGI 2010 y SEFOET).

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado en 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población total del municipio de Progreso asciende a 53 958 personas, de las que 26 925 son hombres y 27 033 son mujeres. Específicamente la localidad de Progreso, donde se ubica el proyecto sometido a evaluación, cuenta con 37,369 habitantes.

El grado de marginación en la localidad de Progreso es baja y de acuerdo con cifras al año 2015 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 24,331 personas y se presenta de la siguiente manera: 67% se dedica a actividades terciarias como turismo, comercio y servicios, el 11% a actividades como pesca, agricultura y el 19% a actividades secundarias.

El municipio es uno de los motores del desarrollo del estado de Yucatán. Los servicios portuarios son hoy la principal actividad económica. El denominado puerto de altura que se interna poco más de 6 kilómetros en el Golfo de México constituye una pieza fundamental de la infraestructura regional.

El turismo es sin duda el otro sector que le da dinamismo al municipio. A lo largo de más de treinta kilómetros de litoral se encuentran las residencias veraniegas de muchas familias yucatecas que generan importante derrama para el municipio de Progreso. Entre las actividades de ecoturismo se puede nombrar la ubicada en la Reserva ecológica el Corchito principalmente. Las instalaciones pesqueras del puerto son también muy importantes para la economía municipal y estatal.

Fiestas, Danzas y Tradiciones. El 7 de agosto se efectúan las festividades en honor de San Telmo, patrono de los pescadores; del 15 al 30 de abril, carnaval; el 1º de junio, Día de la Marina.

Tradiciones y costumbres

Para las festividades de todos los Santos y fieles difuntos se acostumbra colocar un altar en el lugar principal de la casa, donde se ofrece a los difuntos la comida que más les gustaba y el tradicional Mucbil pollo, acompañado de atole de maíz nuevo, y chocolate batido con agua. En las fiestas regionales los habitantes bailan las jaranas, haciendo competencias entre los participantes.

Análisis de la población que podría verse afectada o beneficiada por el establecimiento del proyecto.

El proyecto no se trata de un desarrollo inmobiliario a gran escala, sino del establecimiento de una casa de segunda residencia, con una inversión en su etapa de construcción de $5,000,000 pesos, que incluye empleos directos (albañiles, arquitectos, supervisores de obras, etc). En ese sentido, parte de la población económicamente activa desocupada de la localidad, podría beneficiarse por la realización del proyecto mediante la contratación de empleos, aunque éstos serán temporales y en bajo número de personas. En la etapa de operación, se estima que el proyecto podría generar una escasa derrama económica principalmente en la adquisición de bienes de consumo en las tiendas de la localidad, aunque es importante señalar que esto será de manera temporal, porque se trata de departamentos de verano.

Potencialmente también se podrían solicitar los servicios de ecoturismo que se han convertido en una de las actividades principales de la región. Se ha documentado que los precios que manejan las Sociedades cooperativas en esta zona oscilan entre los $70 a $90 pesos por persona dependiendo el tipo de recorrido. Su establecimiento junto con el de otros desarrollos inmobiliarios podría favorecer este tipo de servicios, ya que los usuarios de los departamentos buscarán sitios atractivos cercanos para realizar actividades de esparcimiento.

Es importante aclarar que en el área del predio donde se pretende desarrollar el proyecto no existen edificaciones culturales ni zonas arqueológicas que pudieran verse afectadas, recordando que se trata de una casa habitación en una zona legalmente autorizada para el establecimiento de infraestructura urbana. Si bien la zona de la playa suele ser utilizada como sitio de recreación para los pobladores de esta localidad, esta actividad no se verá limitada por el establecimiento del proyecto, ya que existen caminos públicos de arena que conducen a las zonas de playa, por lo que podrán seguir haciendo uso de estos recursos.

IV.4.5. Paisaje.

La descripción del paisaje se realizará de manera general con base en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Visibilidad.- Como se describió en la caracterización de la flora, la vegetación en el predio presenta un buen desarrollo en cuanto a su altura y no se observan construcciones que interrumpan la vista del paisaje. Estas dos condiciones favorecen la visibilidad en el paisaje marino.

Calidad paisajística.- La vegetación en el predio de interés corresponde a un estado de sucesión secundaria en recuperación avanzada de duna costera. En cuanto a la fauna registrada, la observación de especies protegidas de distribución restringida también indica la importancia del sitio. La poca afectación registrada en el sistema ambiental favorece a una buena calidad paisajística.

Fragilidad del paisaje.- El sistema ambiental evaluado y el área de influencia conservan gran parte de su superficie sin afectación. El sistema ambiental guarda las condiciones ambientales que pueden proveer el hábitat para muchas especies de flora y fauna silvestre, pero al estar ubicado en un ecosistema costero, este paisaje presenta condiciones de fragilidad que deben protegerse para evitar su deterioro. Se ven algunos letreros de reforestación de duna, así como de cercado para protección de zonas de anidamiento de tortugas marinas.



Fig. 4.38. Instalación de letreros en la primera duna.



Fig. 4.39. Instalación de letreros para protección de sitios de anidación de tortugas marinas.

IV.5. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

Los servicios ambientales a considerar y analizar en esta sección serán los que establece el Artículo 7 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable que en su Fracción XXXVII, donde se señala lo siguiente:

"XXXVII. Servicios ambientales: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;".

Es por ello que se realizará una breve descripción de cada uno de los servicios ambientales, analizando su importancia y grado de afectación en el contexto del área de estudio -definida en capítulos anteriores- justificando si se pondrán o no en riesgo estos servicios ambientales por el desarrollo del proyecto y presentando en su caso, las medidas de prevención y mitigación correspondientes.

IX.1. Provisión del agua en calidad y cantidad:

Los suelos porosos y la vegetación densa de las playas, dunas y humedales de la zona costera actúan como una serie de filtros del agua de lluvia que va hacia el subsuelo. La gran cantidad de poros permite que el agua fluya rápido, y al mismo tiempo se eliminan, absorben y transforman primero las partículas sólidas suspendidas y después las impurezas finas, que ayudan también a mantener una buena calidad de la misma.

En las tierras bajas de las zonas costeras, cuando el substrato es permeable, las aguas dulces, debido a su menor peso, están por encima de las saladas (que son más pesadas) y a un nivel inferior. La existencia de estas masas de agua dulce se debe en general a la presencia de humedales costeros.

Al eliminar o sobreexplotar estas masas, se facilita que las masas de agua salada emerjan hacia la superficie y se "salinice" el manto freático. Cuando esto ocurre, se afecta muy seriamente, y de manera permanente, la calidad del agua dulce subterránea.

Ello trae fuertes consecuencias para llevar a cabo las actividades de la vida diaria de las comunidades, pues la agricultura y la industria ya no pueden utilizar los pozos para obtener agua. Un buen manejo de los humedales, una regulación de los volúmenes de agua extraídos y la promoción de prácticas adecuadas de uso y restitución del agua extraída evitan estos problemas.

Importancia en el contexto de área de estudio y grado de afectación

El área de estudio (Sistema Ambiental) delimitado para este proyecto tiene una superficie de 77 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de 658 m^2, lo que representa el 0.0854% de la cobertura vegetal presente en esta área de estudio. Como se observa, la magnitud de afectación de este proyecto en el contexto del área de estudio es de poca importancia. El proyecto se sometió al estudio de capacidad de carga establecido para esa zona en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, dando como resultado que el 64% de la superficie total del predio debería mantenerse como área de conservación.

Aunado a lo anterior y como una medida de mitigación adicional por este impacto, el proyecto será realizado sobre pilotes aunque por Ley no tenga la obligación, ya que respetará la primera duna. Lo anterior implica que el 100**% de la superficie total del predio permitirá la infiltración de agua al subsuelo,** por lo que la provisión de agua en cantidad no se verá reducida por la implementación del proyecto y la provisión en calidad tampoco, ya que se instalarán sistemas de tratamiento de las aguas residuales generadas por el proyecto.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales

Considerando la información proporcionada anteriormente, y debido a que este proyecto tendrá una afectación puntual sobre el ecosistema, se considera que no se pondrá en riesgo la provisión de agua en calidad y cantidad, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación que a continuación se proponen.

Medidas de mitigación a implementar

- Toda la casa será realizada sobre pilotes a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del terreno natural.
- Los caminos de acceso serán de arena exclusivamente**.**
- Se contará con un área de conservación que representa el 64% del total de la superficie del predio en donde la vegetación nativa no podrá ser retirada.
- Las propuestas de diseño del proyecto antes mencionadas permitirán que la infiltración de agua al subsuelo se lleve a cabo en el 100% de la superficie que comprende el predio.

- Para evitar la contaminación del manto freático en la etapa de operación del proyecto, se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales. Los lodos serán recogidos por una empresa autorizada, y las aguas residuales que sean infiltradas al suelo, cumplirán con los parámetros establecidos en la tabla 2 de la NOM-001-SEMARNAT-2021.

IX.2. **Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales:**

Se sabe que los bosques representan un papel importante en la regulación del clima mundial. Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Las plantas almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos, hasta su muerte cuando empiezan a descomponerse. Después, pueden liberar el carbono a la atmósfera en forma de bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), o de metano (CH4), los cuales también pueden integrarse al suelo como materia orgánica.

La captura forestal de carbono se basa principalmente en dos perspectivas: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas gracias a la vegetación existente. La primera incluye a las actividades que implican la plantación de árboles nuevos (como la forestación, la reforestación o la agrosilvicultura) o el aumento en las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente.

La segunda considera la prevención o reducción de la deforestación y del cambio de uso de suelo o la reducción del daño a los bosques existentes. Existen análisis que determinan el potencial de captura de carbono en los diferentes tipos de vegetación. Ordoñez (2004) señala en el caso de la vegetación semiárida, un índice de captura de carbono total de 80mg/C/Ha, que es donde podría quedar incluida la vegetación de duna costera.

Sin embargo, si se toma en cuenta lo señalado en el "*ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación"*, la vegetación de dunas costeras queda incluida en el ecosistema de humedales y transición tierra mar. En ese contexto, se presentan los siguientes valores de captura de carbono tomados de *Hernández María 2010* para algunos tipos de humedales.

Tipo de ecosistema	**Captura de Carbono**
Humedales naturales en zonas tropicales	10Mg C Ha año
Humedales con especies herbáceas y leñosas en trópicos	11 Mg C Ha año
Humedales con especies leñosas en zonas templadas	16-32 Mg C Ha año
Planicies inundables	12-20 Mg C Ha año

Importancia en el contexto de área de estudio y grado de afectación

Si tomamos como referencia el cuadro anterior y considerando que el predio donde se desarrolla el proyecto podría quedar incluido en el ecosistema definido como *humedales con especies herbáceas y leñosas en trópicos*, se tendría una captura de carbono de 11Mg por hectárea por año.

Por lo tanto, con la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo (0.0658has), se estaría perdiendo una captura de carbono de 0.7238 miligramos de carbono al año.

Analizando la pérdida de carbono en el contexto del área de estudio, tendríamos los siguientes resultados: el área de estudio con una superficie de 77 hectáreas, tiene una captura de 847 Mg de carbono por año, por lo que una pérdida de 0.7238 Mg resultaría en este contexto de escasa magnitud e importancia.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales y medidas de mitigación a implementar

Además de los valores que se proporcionaron en los párrafos anteriores, una de las justificaciones más importantes de que este proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales es el siguiente:

Aunque se reconoce que habrá una pérdida en la captura de carbono y de otros contaminantes por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, el desarrollo de este proyecto garantizará la conservación de la vegetación forestal en el 64**%** del predio y por lo tanto de los servicios ambientales que provee.

IX.3. Generación de oxígeno:

Las selvas, bosques, dunas costeras y los diversos ecosistemas presentes en la tierra son productoras del oxígeno que respiramos. Esto se debe al proceso de fotosíntesis en el que las plantas y árboles absorben el carbono que esta disuelto en el aire en forma de dióxido de carbono y lo depositan en sus tejidos; como producto secundario de este proceso liberan oxígeno a la atmósfera.

Importancia y grado de afectación. Tomando como referencia que la disminución en la generación de oxígeno estará en función de la superficie de duna costera que sea sujeta a cambio de uso de suelo, realizamos el siguiente análisis: El área de estudio delimitado para este proyecto tiene una superficie de 77 hectáreas y la superficie que será sometida

al cambio de uso de suelo será de tan solo 658 m^2, lo que representa el 0.0854% de la cobertura vegetal presente en esta área de estudio. Como se observa, la magnitud de afectación de este proyecto en el contexto del área de estudio es puntual.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales

Considerando la información proporcionada anteriormente, y debido a que este proyecto tendrá una afectación puntual sobre el ecosistema, se considera que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación que a continuación se proponen.

Medidas de mitigación a implementar

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.

IX.4. Amortiguamiento de los fenómenos naturales:

Uno de los principales servicios proporcionados por estos ecosistemas es la protección contra desastres hidrometeorológicos. Los humedales son las zonas de descarga donde finalmente afloran las aguas provenientes de los escurrimientos y filtraciones que se producen en las tierras más altas, en las que se localizan las zonas de captación y recarga de agua de los mantos freáticos.

La importancia de abordar este tipo de fenómenos es debido a la ubicación geográfica del Estado y su orografía con respecto a la constante incidencia de estos y los efectos adversos que pueden causar hacia la población, la infraestructura, bienes y el medio (*Fuente: Atlas de Peligros por fenómenos naturales del Estado de Yucatán).* Los humedales como los manglares, junto con arrecifes, playas y dunas, son muy importantes en la protección de la línea costera y en el control de la erosión.

Son los primeros en recibir el embate del oleaje y de los vientos, brindando protección contra marejadas, tormentas y vientos. Su propia dinámica, es decir, su tolerancia a la inundación y movimiento de sedimentos, es capaz de cumplir con esta función.
Las playas y dunas, en particular, son una fuente de abasto esencial de sedimentos, que a través de su capacidad para moverse y cambiar de forma en las zonas litorales se mantienen como estructuras geomorfológicas activas y de esta manera protegen las llanuras costeras de la erosión provocada por las tormentas y el incremento potencial del nivel del mar (Hesp, 2000). Funcionan como un almacén de sedimentos que permiten que se mantengan los procesos inherentes a las costas, es decir, juegan un papel primordial en la interfase tierra-mar para la protección de la vida tierra adentro. Cuando están cubiertas por vegetación, atrapan la arena que acarrea el viento y estabilizan la playa y las dunas, para mantener el abasto de sedimentos que permite que lleven a cabo su papel protector.

Importancia en el contexto del área de estudio.

De acuerdo con lo señalado en el Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán, la zona que comprende el área de estudio presenta una *susceptibilidad alta a la erosión.* Según las prospecciones realizadas en campo para la elaboración de dicho Atlas, confirman que el área con mayor probabilidad a ser afectada se encuentra en las localidades de Chuburná, Chelém, Yucalpetén, Puerto Progreso, Chicxulub Puerto, San Crisanto, Las Gaviotas, El Porvenir y Santa Clara, ya que efectivamente es allí donde se encuentra la mayor problemática de erosión costera en el Estado.

De la misma forma, el peligro por marea de tormenta para el área de estudio es clasificado como *relevante*. De los cálculos realizados para la estimación de la altura de marea de tormenta, se determinó que la mínima altura causada por una tormenta tropical es de 1.2 metros, mientras que para un huracán de categoría 5 se alcanzaría una altura máxima de marea de tormenta de 3.8 metros, por lo que se puede concluir que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en un área vulnerable a estos fenómenos naturales.

Grado de afectación: Una vez establecido el proyecto, las zonas que tendrán suelo completamente desnudo y que pudieran favorecer los impactos de eventos extremos representarán el 20% de todo el proyecto y lo constituyen los caminos de acceso.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales. A fin de reducir en gran medida uno de los principales impactos ambientales que pudieran generar estas obras, se propuso que el proyecto tenga una superficie de conservación del 64% de la superficie total del predio.

Medidas de mitigación a implementar. La principal medida de mitigación para no poner en riesgo la prestación de este servicio ambiental será el mantenimiento del 64% del predio con vegetación nativa, minimizando así el impacto a la vegetación de duna que juega un papel muy importante en el amortiguamiento de los fenómenos naturales. Es importante recalcar que, las superficies que se establecen como área de conservación se ubican en la zona colindante a la carretera (para funcionar como corredor) y en la denominada primera duna, por lo que se protegen tierras frágiles y/o relevantes en términos ambientales.

IX.5. La modulación o regulación climática:

La vegetación forestal tropical juega un papel importante en la regulación del clima a través de sus efectos en la temperatura y en la humedad relativa. Los árboles absorben una proporción importante de la energía proveniente de la radiación solar que incide sobre su dosel puesto que la transforman a través de la fotosíntesis. Además, las selvas liberan agua cuando se abren los estomas de las hojas para el intercambio gaseoso al realizar la fotosíntesis. Durante este proceso ocurren intercambios de energía así como cambios en la humedad relativa que conducen a reducciones en la temperatura (Anderson-Teixeira et al.2012).

Importancia en el contexto del área de estudio y grado de afectación

El área de estudio delimitado para este proyecto tiene una superficie de 77 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 658m^2, lo que representa el 0.0854% de la cobertura vegetal presente en esta área de estudio. Como se observa, la magnitud de afectación de este proyecto en el contexto del área de estudio es de poca importancia.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales. Considerando la información proporcionada anteriormente, y debido a que este proyecto tendrá una afectación puntual sobre el ecosistema, se considera que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación que a continuación se proponen.

Medidas de mitigación a implementar

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.

IX.6. Protección de la biodiversidad

Los ecosistemas de la zona costera conservan una gran diversidad de plantas y animales. En los humedales y las lagunas de esta zona existe el hábitat que requieren la flora y fauna de los ecosistemas acuáticos, que dependen de manera importante de la conexión dinámica entre la tierra y el agua, de los procesos físicos tales como flujos de agua y sedimentos, así como de otras muchas condiciones biofísicas tales como calidad y temperatura del agua, relaciones tróficas que permiten establecer las cadenas alimenticias, por mencionar algunas. Entre los principales están peces, aves acuáticas, y varios tipos de crustáceos y bivalvos.

Además, existe una enorme oportunidad en la generación de nuevas medicinas y farmacéuticos si se utilizan muchas de las especies que se encuentran en la zona costera. Actualmente, se ha evaluado sólo 15% de las plantas tropicales en la búsqueda de compuestos útiles en este sector. No obstante, el valor de estos productos sumó $ 500 mil millones de dólares en el mundo (Myers, 1997b), en la década pasada. Sin embargo,

sólo se ha considerado un porcentaje mucho menor de las especies de plantas y animales de la zona costera en la búsqueda de nuevas medicinas y farmacéuticos, lo que quiere decir que existe una alta probabilidad de que algunas de ellas tendrían un valor económico importante.Es bien sabido que la principal causa de extinción es la pérdida de hábitats, seguida por la sobreexplotación, la introducción de especies exóticas y el control de los depredadores.

Debido a la imposibilidad de predecir cuáles de estas especies serán económicamente importantes en el futuro, la estrategia más segura es conservar los remanentes de los ecosistemas costeros que quedan y así preservar la posibilidad de aprovechar el gran valor de estos recursos naturales en el mediano y largo plazos.

Importancia y grado de afectación

Comparación de los índices de diversidad

FLORA

Tabla 10. Índices de diversidad por sitio y área de estudio

Área	**Riqueza**	**Shannon**	**Equidad spp max**
Sitios	Especies	H	Índice
A	1	0	0
B	2	0.4826	0.2013
C	4	0.9542	0.3979
Proyecto	**5**	**1.158**	**0.4829**
1	9	1.806	0.7531
2	5	1.201	0.501

Área	Riqueza	Shannon	Equidad spp max
Sitios	Especies	H	Índice
Sistema Ambiental	**11**	**2.064**	**0.861**

La riqueza específica fue mucho menor en el área del proyecto (predio) que en el sistema ambiental. Como se puede observar la diversidad de los sitios muestreados se puede catalogar en el área del proyecto como muy baja y nula, con valores entre H'=0 y H´=0.9542, siendo en general el índice de Shannon-Wiener en el área del proyecto de H'=1.158; en los sitios de muestreo del sistema ambiental este índice fue mayor, aunque siempre en considerado como bajo con valores de H'=1.806 y H'=1.201, y en conjunto alcanzando un mayor valor con H'= 2.064, considerada como una riqueza mediana o moderada.

FAUNA. Comparación con base en los índices de diversidad.

Sitio de muestreo	Riqueza de sp.	Diversidad
Sistema ambiental*	12	3.13
Predio*	5	1.8

*Se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como se observa en el cuadro, los resultados indican que el sistema ambiental o cuenca alberga mayor número de especies y de diversidad que el predio, sin embargo, creemos que el menor registro de especies en el predio se debe a las dimensiones propias del terreno y a que éste ha quedado aislado entre dos construcciones, una de las cuales, fragmentó toda la amplitud de la barra arenosa (proyecto que, incongruentemente, cuenta con la autorización de la misma SEMARNAT), cuestión que impide el deslazamiento de algunas especies de fauna silvestre.

El sistema ambiental registró mayor número de especies de fauna, mayor número de especies protegidas y mayor diversidad. Esto es de esperarse, ya que la superficie del predio es muy pequeña comparada con el área que alberga el sistema ambiental y es más probable observar mayor número de especies de fauna en esta última superficie.

Sin embargo, es importante destacar que el predio registró una especie protegida que tienen una distribución restringida a la zona norte de la Península de Yucatán, lo que resulta de gran relevancia al momento de establecer medidas de mitigación para este proyecto. En ese sentido es que se propone establecer el 64% de la superficie del predio como área de conservación de la vegetación nativa, manteniendo parte del hábitat de estas especies y evitando así la pérdida de biodiversidad.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales

Las áreas de conservación propuestas en este proyecto, podrán proveer el hábitat para un gran número de especies de flora y fauna silvestre, por lo que no se considera que se ponga en riesgo la protección de la biodiversidad.

Medidas de mitigación a implementar

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema. Las superficies que se establecen como área de conservación se ubican en la zona colindante la carretera y en la denominada primera duna (tierras frágiles).

IX.7. La protección y recuperación de suelo: Las playas y dunas constituyen otro de los ecosistemas que proporcionan importantes servicios ambientales, sobre todo de protección de la zona costera (Hesp, 2000). Son acumulaciones de arena, móviles, que se reacomodan constantemente ante la energía de la marea, de las olas, y del viento. Los paisajes costeros formados por playas suaves, dunas de arena y marismas, representan sistemas geomorfológicos móviles de respuesta rápida, altamente sensibles a los cambios ambientales (Hansom, 2001).

Las costas arenosas son ambientes estresantes, dinámicos, en los que la acción de las olas y mareas determinan de manera importante la diversidad de especies, la biomasa y la estructura de las comunidades.

Las perturbaciones relacionadas con la actividad humana varían de una playa a otra; sin embargo, las estructuras o actividades que impiden el transporte natural de arena o alteran el presupuesto de arena, normalmente dan lugar a una erosión severa, a menudo de naturaleza permanente, por lo que la protección de las dunas embrionarias y el primer cordón constituyen la principal garantía de conservación para este ecosistema.

Importancia en el contexto del área de estudio y grado de afectación

De acuerdo con los resultados obtenidos en el capítulo VI, aun cuando se realizara el cambio de uso de suelo, la tasa de erosión anual quedaría establecida en valores muy bajos (<50ton.ha/año). Este valor se debe tomar con reserva, ya que no existe en la literatura datos específicos para este ecosistema y por lo tanto se toman valores de referencia.
Además del resultado obtenido, es relevante señalar las propuestas de diseño y ubicación del proyecto que tratarán de minimizar la erosión de los suelos. Estas acciones son principalmente las siguientes:

1. Establecer la zona de la primera duna como área de conservación, donde no se llevará a cabo construcción alguna y la vegetación será mantenida.

2. Como medida adicional, se propone la realización de todo el proyecto con un sistema de construcción elevado sobre pilotes de 1.5 metros sobre el nivel del terreno natural.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales
La superficie que quedará expuesta al suelo desnudo representa únicamente el 20% del predio (caminos de acceso), por lo que no se podrán en riesgo estos servicios ambientales.

Medidas de mitigación a implementar

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.

IX.8. El paisaje y la recreación:

Dos servicios ambientales muy importantes que proporcionan las zonas costeras son el mantenimiento de paisajes de alta calidad estética y las posibilidades de recreación. Las playas y dunas tienen un alto valor recreativo.

Un gran porcentaje de la población pasa buena parte de su tiempo de descanso en las playas. Actualmente comienzan a desarrollarse deportes sobre arena, por lo que las dunas también constituyen un fuerte atractivo. Las dunas son parte de los hábitats utilizados por las aves migratorias y albergan, durante esta época, gran cantidad de especies que son observadas en recorridos eco turísticos. Así mismo, las dunas proveen espacio para asentamientos humanos ya que sobre estos campos se han desarrollado gran cantidad de ciudades costeras y desarrollos turísticos, en ocasiones aún bajo fuertes riesgos por los huracanes e inundaciones que llegan a afectar estas zonas.

Importancia y grado de afectación

El sitio donde se desarrollará el proyecto se encuentra en un paisaje poco perturbado. El área de estudio constituye un fragmento de vegetación en recuperación y aunque el grado de afectación del proyecto es puntual (ver identificación de impactos), los impactos acumulativos en el área de estudio no se están considerando en los ordenamientos vigentes.

Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales

La calidad paisajística y las actividades recreativas que comúnmente se desarrollan no se pondrán en riesgo con el desarrollo de este proyecto.

Medidas de mitigación a implementar

La implementación del 64% del predio como área de conservación, son las principales medidas que pretenden mitigar los impactos a la calidad paisajística. La ubicación de esta superficie de conservación se definió con base en la localización de la primera duna principalmente.

IV.6.- Diagnóstico ambiental.

La vegetación registrada corresponde a vegetación secundaria de duna costera, predominando la zona de Matorral de duna costera. En general el número de especies registradas en el estrato arbustivo del área del proyecto estuvo entre una y cuatro, con un total de cinco especies; en tanto que, en el sistema ambiental, se tuvieron entre cinco y nueve especies, con un total de 11. Por lo tanto, la riqueza específica fue mucho menor en el área del proyecto (predio) que en el sistema ambiental

La diversidad de los sitios muestreados se puede catalogar en el área del proyecto como muy baja y nula, con valores entre H'=0 y H´=0.9542, siendo en general el índice de Shannon-Wiener en el área del proyecto de H'=1.158; en los sitios de muestreo del sistema ambiental este índice fue mayor, aunque siempre en considerado como bajo con valores de H'=1.806 y H'=1.201, y en conjunto alcanzando un mayor valor con H'= 2.064, considerada como una riqueza mediana o moderada.

Tanto el predio como el sistema ambiental registró especies de fauna silvestre en protección, las cuales tienen una distribución muy restringida (parte norte de la Península de Yucatán), por lo que su presencia indica la importancia ambiental del sitio.

El sitio donde se pretende realizar el proyecto constituye un área con baja biodiversidad (valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad), pero que al igual que el sistema ambiental, también registró al menos una especie en protección, ya que el predio alberga especies de flora que sirven de alimento y/o refugio para la fauna silvestre, por lo que es importante establecer espacios de conservación dentro del predio.

IV.7. Vulnerabilidad del sitio ante eventos extremos.

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad se define como *"el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos".* La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto.

La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (IPCC, 2007; LGCC, 2012):

$$V=E+S-CA$$

Donde:
E = Exposición: Amenazas climáticas que afectan al objeto vulnerable (actual y futura).
S = Sensibilidad: Condiciones susceptibles del objeto vulnerable.
CA= Capacidad Adaptativa: Capacidades institucionales para atender los impactos potenciales del cambio climático.

Para analizar la vulnerabilidad del sitio del proyecto ante eventos extremos, se tomarán en cuenta los siguientes factores en términos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa:

- Ancho de playa.
- Amplitud de la barra arenosa.
- Vegetación de duna.
- Susceptibilidad a la erosión.

- Altura topográfica máxima de la duna costera en el área del proyecto.
- Peligro por marea de tormenta.
- Medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

Es importante señalar que parte de los datos fueron obtenidos en campo y otros han sido tomados de estudios realizados por diversas instituciones de investigación y gubernamentales en diversos periodos de tiempo (ver literatura citada).

Ancho de playa en el sitio del proyecto. De acuerdo a los datos proporcionados por el POETCY, 2015, en el área del proyecto el ancho de playa promedio es de 40 metros.
Amplitud de la barra arenosa. Como se mencionó en el estudio de impacto ambiental, la amplitud de la barra arenosa en el sitio del proyecto es de 345 metros.

Vegetación de primera duna. Como se presentó en el estudio de impacto ambiental, el predio presenta vegetación nativa de duna cotera.

Altura topográfica de la duna costera en el sitio del proyecto. A través del método de *Vasos comunicantes*, se registraron los niveles de la altura topográfica desde la playa. Con los valores obtenidos se pudo determinar que la altura máxima de la barra arenosa es de 1.52 msnm (ver estudio de capacidad de carga).
Susceptibilidad a la erosión. De acuerdo con lo señalado en el Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán, la zona costera presenta una *susceptibilidad alta a la erosión.* Según las prospecciones realizadas en campo para la elaboración de dicho Atlas, confirman que el área con mayor probabilidad a ser afectada se encuentra en las localidades de Chuburná, Chelém, Yucalpetén, Puerto Progreso, Chicxulub Puerto, San Crisanto, Las Gaviotas, El Porvenir y Santa Clara, ya que efectivamente es allí donde se encuentra la mayor problemática de erosión costera en el Estado. Por lo anteriormente expuesto, es de notar que el predio se encuentra entre las localidades más afectadas.

Peligro por marea de tormenta. De acuerdo con lo señalado en el Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán, el peligro por marea de tormenta para el área de estudio es clasificado como *relevante*. De los cálculos realizados para la estimación de la altura de marea de tormenta, se determinó que la mínima altura causada por una tormenta tropical es de 1.2 metros, mientras que para un huracán de categoría 5 se alcanzaría una altura máxima de marea de tormenta de 3.8 metros, por lo que se puede concluir que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en un área vulnerable a estos fenómenos naturales.

Medidas de mitigación propuestas en el proyecto. Se presente establecer el 64% del predio con cobertura vegetal nativa, de tal forma que proteja o amortigüe los efectos ante eventos extremos, la edificación de todo el proyecto se realizará detrás de la primer a duna y como medida adicional de mitigación y/o prevención, se realizará sobre pilotes.

Análisis de los resultados: La máxima altura topográfica de la duna costera en el sitio del proyecto es semejante a otras zonas en isla de barrera. También la amplitud de la barra arenosa y el ancho de playa permiten tener una amplia zona de protección ante eventos extremos. Aunado a lo anterior, y con las medidas de mitigación propuestas, se espera poder mitigar de forma eficaz la vulnerabilidad del sitio donde se encuentra el proyecto.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.I. Metodología para identificación de los impactos ambientales.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto se realizó mediante el análisis integral del mismo, de acuerdo con la siguiente metodología:

1. Se realizó un análisis de información documental basada en las características del proyecto, para identificar las actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de la obra, tal y como a continuación se describe:

Cuadro 5.1. Etapas y actividades causantes del impacto ambiental.

ETAPA	ACTIVIDADES
PREPARACIÓN DEL SITIO	DESMONTE Y DESPALME. NIVELACIÓN Y EXCAVACIÓN DEL TERRENO.
CONSTRUCCIÓN	LEVANTAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA TEMPORAL. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CONSUMO DE AGUA. GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

2. **Indicadores de Impacto.** Se realizó una caracterización del área de estudio para la identificación de los elementos del medio ambiente que potencialmente serían afectados por el proyecto, conocidos como ***indicadores de impacto***. En ese sentido y de acuerdo al análisis realizado mediante una lista de control simple, se obtuvieron los siguientes indicadores que nos orientaron en la identificación de los impactos ambientales del proyecto que nos ocupa:

Cuadro 5.2. Identificación de los indicadores de impacto.

COMPONENTES	INDICADORES AMBIENTALES
FISICOQUÍMICOS	**Suelo** *Erosión* *Disminución de la superficie de infiltración* *Contaminación del suelo*
	Agua subterránea
	Contaminación del recurso
BIOTICOS	**Vegetación terrestre**
	Pérdida de cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee
	Fauna terrestre
	Fragmentación y/o perturbación de su hábitat
	Estructura del paisaje
	Afectación a la estructura del paisaje
SOCIOECONÓMICO	*Generación de empleos*
	Incremento en la demanda de servicios

Como se observa en el cuadro anterior, se realizó un ejercicio de análisis y selección de los indicadores ambientales que efectivamente serán impactados por el desarrollo del proyecto, identificando de manera específica los impactos a considerar.

3. Identificación de los impactos ambientales

A continuación, se llevó a cabo una evaluación cualitativa del impacto sobre una matriz en la que se relacionan las acciones del proyecto con los elementos relevantes del medio ambiente potencialmente afectado y previamente identificado. Para esta etapa se utilizó una **matriz de interacción causa-efecto** (ver anexo 3), dando como resultado la **identificación de los siguientes impactos ambientales**:

Cuadro 5.3. Identificación de los impactos ambientales.

ETAPA	IMPACTO
PREPARACIÓN	Erosión
	Pérdida de cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee
	Fragmentación del hábitat de fauna silvestre
	Afectación a la estructura del paisaje
	Generación de empleos
CONSTRUCCIÓN	Disminución de la superficie de infiltración
	Contaminación del suelo
	Fragmentación del hábitat de fauna silvestre
	Afectación a la estructura del paisaje
	Generación de empleos
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Afectación a la estructura del paisaje
	Contaminación del suelo
	Contaminación del agua subterránea
	Impacto en la fauna silvestre
	Generación de empleos
	Incremento en la demanda de servicios

V.2. Descripción de los impactos ambientales

Una vez identificados los principales impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto se describen y analizan cada uno de ellos:

1. EROSIÓN: Los riesgos de erosión se podrían generar principalmente en la etapa de preparación del sitio, porque que se podría realizar la remoción de la vegetación que existe en todo el predio, ocasionando la degradación y transporte de este recurso.

2. DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE INFILTRACIÓN: Este impacto se podría observar principalmente en la etapa de construcción, básicamente por la construcción de la obra, ocasionando la disminución de la permeabilidad del recurso agua al subsuelo.

3. CONTAMINACIÓN DEL SUELO: Este impacto se refiere a la contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se van a generar durante la construcción y operación del proyecto principalmente, suponiendo que no exista un manejo y disposición adecuada de dichos residuos.

4. AFECTACIÓN A LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE: entendiendo su estructura como las características intrínsecas del sitio, tales como la cobertura de vegetación, formaciones vegetales presentes, etc. La afectación a esta estructura se podría dar en cada una de las etapas del proyecto, ya que las condiciones actuales serán modificadas.

5. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL Y DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PROVEE: En la etapa de preparación del sitio se ocasionaría principalmente este impacto ambiental en caso de que se removiera toda la vegetación del predio.

6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA: Como se observa en la matriz de interacción, este impacto se estaría ocasionando principalmente en la etapa de operación y mantenimiento, ya que de no existir un adecuado sistema de tratamiento de las aguas residuales, éstas serían vertidas al manto freático ocasionando la contaminación del agua subterránea.

   Es importante aclarar que no se evaluó la disminución de la cantidad del agua subterránea en las distintas etapas del proyecto, ya que durante la etapa de preparación, construcción y operación, este recurso se obtendrá a través de pipas y en la etapa de operación, por tratarse de una casa de temporada que será utilizada algunos meses del año, no se prevé como un impacto relevante.

7. GENERACIÓN DE EMPLEOS: Este impacto se dará en cada una de las etapas del proyecto, desde la contratación de personal para las actividades de preparación y construcción del sitio, hasta para la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones.

8. INCREMENTO EN LA DEMANDA DE SERVICIOS: Aunque el aumento en la demanda de servicios se dará en todas las etapas del proyecto, se consideró únicamente la etapa de operación, ya que es ahí donde este impacto tendrá mayor significancia.

9. FRAGMENTACIÓN AL HÁBITAT DE LA FAUNA SILVESTRE: El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto constituye parte del hábitat de algunas especies de fauna silvestre que podrían verse afectadas o desplazadas a otros sitios por la construcción de la obra.

V.3. Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales

Para realizar la evaluación cuantitativa de los impactos se utilizó una matriz de Leopold modificada, seleccionando primeramente los siguientes criterios de valoración de impacto que a juicio del evaluador ofrecen mayor objetividad al proyecto sometido a evaluación (algunos de los cuales son sugeridos en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, sector turismo):

- Importancia: nula (0), poco significativo (0.5) y significativo (1).

- Carácter o naturaleza del impacto: se asignó un signo positivo para los efectos beneficiosos (+) o negativo para efectos perjudiciales (-).

- Permanencia: Se refiere a la escala temporal en la que actúa un impacto, en este caso se determinó un impacto temporal (0.5) y un impacto permanente (1).

- Magnitud: se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Para ponderar la magnitud se consideró el siguiente criterio: puntual (P) y extenso (E).

La valoración se realizó a través de tres matrices de interacción (ver anexo 3) asignando un número, en la escala antes descrita para cada criterio. A continuación, se describen y analizan los resultados obtenidos:

En cuanto a su importancia: De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz No 2 del anexo 3, los impactos más significativos que ocurrirán por el desarrollo del proyecto, serán los ocasionados a la **vegetación y fauna silvestre**, ya que éstos serán modificados permanentemente en las áreas de afectación.

Magnitud del impacto: Como se observa en la matriz No. 3 del Anexo 3, todos los impactos que se generarán por el desarrollo del proyecto son **puntuales**, ya que como se describió en el capítulo II de la MIA-P., únicamente se afectará una superficie de 1152 m^2 lo que representa el 0.0242% de la superficie total del sistema ambiental.

Permanencia y carácter: En la matriz No. 4 del anexo 3, se observa que los principales impactos negativos y permanentes serán ocasionados a la **vegetación y la fauna silvestre**, por lo que en estos impactos se enfocarán las mayores medidas de prevención y mitigación.

Justificación y ventajas de la metodología utilizada

La evaluación de impacto ambiental no es universal, por lo que optamos por la recomendación realizada en la *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, sector turismo*, y se realizó una evaluación a tres niveles de detalle con los métodos específicos antes descritos y adaptados al proyecto sometido a evaluación. Estos niveles consistieron en:

1. La identificación de los impactos ambientales mediante una lista de chequeo. Éste es un método de identificación muy simple, usado comúnmente para evaluaciones preliminares, es simple de utilizar y de entender.

2. La evaluación cualitativa del impacto sobre una matriz en la que se cruzaron las acciones del proyecto con los factores relevantes del medio ambiente. Para esta etapa, se utilizó una matriz de cribado que resulta ser muy útil en la identificación y predicción de impactos[1].
3. La evaluación cuantitativa de los impactos, a través de una matriz de Leopold modificada, determinando los criterios de valoración de acuerdo a las características del proyecto descritas en el capítulo II y al diagnóstico ambiental también llevado a cabo en capítulos anteriores. Una de las ventajas principales de la utilización de esta matriz es que es un instrumento muy útil en la detección y valoración de impactos[2].

[1]Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, sector turismo.
[2]Manual de evaluación de impacto ambiental. Larry W. Canter. 1998.

CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Justificación de que no se comprometerá la biodiversidad

Comparación de los índices de diversidad

Bajo el supuesto de que para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad (Moreno, 2001[3]), tal como se manifiesta en el capítulo IV del DTU, se realizó una estimación de la diversidad mediante el índice de Shannon-Wienner, siendo que este tipo de modelos son un medio efectivo para evaluar los patrones observados de la composición de especies y la diversidad (Magurran, 2004[1]). En este sentido, se compararon los resultados obtenidos mediante las parcelas en el área de afectación del predio, y el sitio en cuenca.

Comparación de los índices de diversidad

FLORA

Tabla 10. Índices de diversidad por sitio y área de estudio

Área	**Riqueza**	**Shannon**	**Equidad spp max**
Sitios	Especies	H	Índice
A	1	0	0
B	2	0.4826	0.2013
C	4	0.9542	0.3979
Proyecto	**5**	**1.158**	**0.4829**
1	9	1.806	0.7531
2	5	1.201	0.501

Área	Riqueza	Shannon	Equidad spp max
Sitios	Especies	H	Índice
Sistema Ambiental	**11**	**2.064**	**0.861**

La riqueza específica fue mucho menor en el área del proyecto (predio) que en el sistema ambiental. Como se puede observar la diversidad de los sitios muestreados se puede catalogar en el área del proyecto como muy baja y nula, con valores entre H'=0 y H´=0.9542, siendo en general el índice de Shannon-Wiener en el área del proyecto de H'=1.158; en los sitios de muestreo del sistema ambiental este índice fue mayor, aunque siempre en considerado como bajo con valores de H'=1.806 y H'=1.201, y en conjunto alcanzando un mayor valor con H'= 2.064, considerada como una riqueza mediana o moderada. Como se puede observar con los resultados obtenidos, por la realización del poryecto, no se comprometerá la biodiversidad del sitio.

FAUNA. Comparación con base en los índices de diversidad.

Sitio de muestreo	Riqueza de sp.	Diversidad
Sistema ambiental*	12	3.13
Predio*	5	1.8

*Se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como se observa en el cuadro, los resultados indican que el sistema ambiental o cuenca alberga mayor número de especies y de diversidad que el predio, sin embargo, creemos que el menor registro de especies en el predio se debe a las dimensiones propias del terreno y a que éste ha quedado aislado entre dos construcciones, una de las cuales, fragmentó toda la amplitud de la barra arenosa (proyecto que, incongruentemente, cuenta con la autorización de la misma SEMARNAT), cuestión que impide el deslazamiento de algunas especies de fauna silvestre.

El sistema ambiental registró mayor número de especies de fauna, mayor número de especies protegidas y mayor diversidad. Esto es de esperarse, ya que la superficie del predio es muy pequeña comparada con el área que alberga el sistema ambiental y es más probable observar mayor número de especies de fauna en esta última superficie.

Sin embargo, es importante destacar que el predio registró una especie protegida que tienen una distribución restringida a la zona norte de la Península de Yucatán, lo que resulta de gran relevancia al momento de establecer medidas de mitigación para este proyecto. En ese sentido, con la propuesta de establecer el 64% de la superficie del predio como área de conservación de la vegetación nativa, se mantiene parte del hábitat de estas especies, evitando así, comprometer la biodiversidad.

Justificación de que no se provocará la erosión de suelos

De acuerdo con lo señalado en el Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán, la zona que comprende el área de estudio presenta una susceptibilidad alta a la erosión. Según las prospecciones realizadas en campo para la elaboración de dicho Atlas, confirman que el área con mayor probabilidad a ser afectada se encuentra en las localidades de Chuburná, Chelém, Yucalpetén, Puerto Progreso, Chicxulub Puerto, San Crisanto, Las Gaviotas, El Porvenir y Santa Clara, ya que efectivamente es allí donde se encuentra la mayor problemática de erosión costera en el Estado.

Debido al elevado riesgo de erosión de suelos en el área del proyecto y para determinar el grado de afectación que tendrá el proyecto, se realizó un análisis cuantitativo de pérdida de suelos con un método indirecto comúnmente utilizado, que a continuación se presenta:

Ecuación Universal de pérdida de Suelos: A= R K L S C P

Donde:
A= Pérdida de suelo en ton/ha.año

R= Factor de erosividad de la lluvia
K= Factor de erosividad del suelo
LS = Factor de longitud y grado de pendiente
C= Factor cobertura vegetal
P= Factor de prácticas mecánicas

Los datos utilizados en este análisis fueron obtenidos del Programa Estatal del Ordenamiento Territorial del Estado de Yucatán realizado por el Instituto de Geografía de la UNAM, del Mapa Nacional de erosión potencial del Instituto Mexicano de Tecnología del agua, así como los datos descritos por Mannaerts (1999).

R= Factor de erosividad de lluvia

El factor *R* representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Para la Península de Yucatán el Instituto Mexicano de tecnología del Agua registra un factor de 0.98.

K= Factor de erosividad del suelo

Se entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración.

El tipo de suelo presente en el sistema ambiental es el mismo al identificado en el sitio del proyecto y corresponde al tipo Solonchak, con un alto contenido de sales, textura media y valores de K de 0.04.

LS = Factor de longitud y grado de pendiente

Dadas las características del relieve de Yucatán, relativamente planas y las condiciones del predio, el rango de pendiente que podría tomarse en consideración es de 0 a 0.02 grados, que se trata del valor más bajo dadas las condiciones topográficas del sitio.

C= Factor cobertura vegetal

El factor C es usado para reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo. El factor C en condiciones de suelo desnudo es de 1 y para vegetación de duna costera es de 0.85.

P= Factor de prácticas mecánicas

Para reducir la erosión de los suelos se considera el uso de las prácticas de conservación de suelos para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Algunas de las prácticas de soporte que se consideran en la evaluación de P para áreas cultivadas son las siguientes: surcado al contorno (laboreo, siembra y plantación, siguiendo las curvas de contorno o nivel), cultivos en faja, terraceo, establecimiento de obras de drenaje subsuperficial principalmente.

En el caso de este proyecto y dado que los datos proporcionados en la literatura se refieren a prácticas que no se manejarán en el predio, se consideró asignar el valor de 1 al Factor P, en el entendido que, a pesar de que si se implementarán medidas de mitigación para disminuir los riesgos de erosión del suelo, estas medidas no están contempladas como tal en la literatura por lo que no es posible asignarles un valor.

RESULTADOS

Tasa de erosión anual sin CUSTF: Sustituyendo con los datos del proyecto sería A= (0.98) (0.04) (0.02) (0.85) (1) =**0.0006664 ton/ha.año**

Tasa de erosión anual con CUSTF: Sustituyendo con los datos del proyecto sería A= (0.98) (0.04) (0.02) (1) (1) =**0.000784 ton/ha.año**

RANGO (ton/ha.año)	**CLASIFICACIÓN**
<50	**baja**
50-100	Media
100-150	Considerable
150-200	Alta
200-250	Muy alta
>250	Extrema

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, aún cuando se realizara el cambio de uso de suelo, la tasa de erosión anual quedaría establecida en valores muy bajos (<50ton.ha/año). Este valor se debe tomar con reserva, ya que como se explicó párrafos atrás, no existe en la literatura datos específicos para este ecosistema y por lo tanto se toman valores de referencia.

Además del resultado obtenido, es relevante señalar las propuestas de diseño del proyecto que proponen minimizar la erosión de los suelos. Estas acciones son principalmente las siguientes:

1. Establecimiento de la primera duna como área de conservación ya que constituye una zona relevante en procesos de protección de suelos. Esta superficie junto con la zona colindante a la carretera, representarán el 65% de la superficie total del predio.
2. Como medida adicional, se realizará toda la casa con un sistema de construcción elevado sobre pilotes sobre el nivel del terreno natural, aunque por Ley no sea una obligación.

No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación

Calidad del agua

No se provocará el deterioro de la calidad del agua ya que se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales para el proyecto.

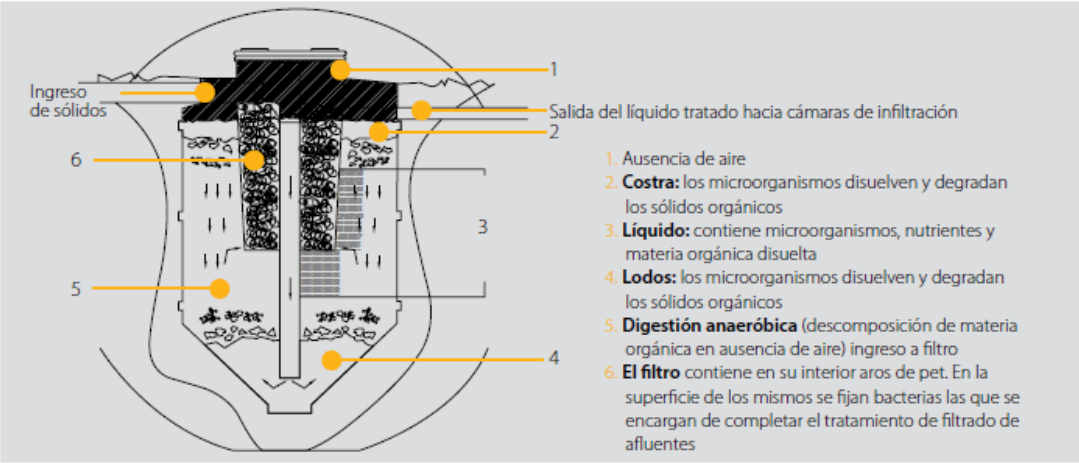
Biodigestor

Primera Etapa. El agua residual ingresará hasta el fondo donde el diseño del Biodigestor facilita la separación de lodos y agua.

Segunda Etapa. Las bacterias comienzan la descomposición y el agua pasa a través de esta cama de lodos.

Tercera Etapa. El agua atraviesa el filtro anaerobio para retener otra parte de la contaminación.

La disposición de los efluentes del biodigestor serán sistemas de infiltración subsuperficial (zanjas) con las dimensiones y características que señala la NOM-006- CONAGUA-1997. Los lodos se decantan en el fondo del Biodigestor para posteriormente ser purgados durante su mantenimiento.



Zanjas de infiltración

La zanja de infiltración recibirá directamente el efluente del biodigestor y estará conformada por una serie de tuberías, que estarán colocadas en unas zanjas de 25 cm. de ancho (dimensión mínima recomendada) a 60 cm. de profundidad, y con un espaciamiento entre cada una de 1.50 m. La construcción de la zanja de infiltración contará con los siguientes materiales: Grava o piedras trituradas de granulometría variable (entre 20 y 50 mm.), tubería de 100 mm. de diámetro con perforaciones y una cubierta impermeable de polietileno.

Las tuberías serán instaladas sin juntar con las aberturas de 0.05 m. Para evitar obstrucciones, se recubrirán las juntas en la parte superior con una nueva capa de grava o piedras trituradas de manera que cubra los tubos y deje una capa de 50 mm. de espesor mínimo por encima del borde superior de la tubería.

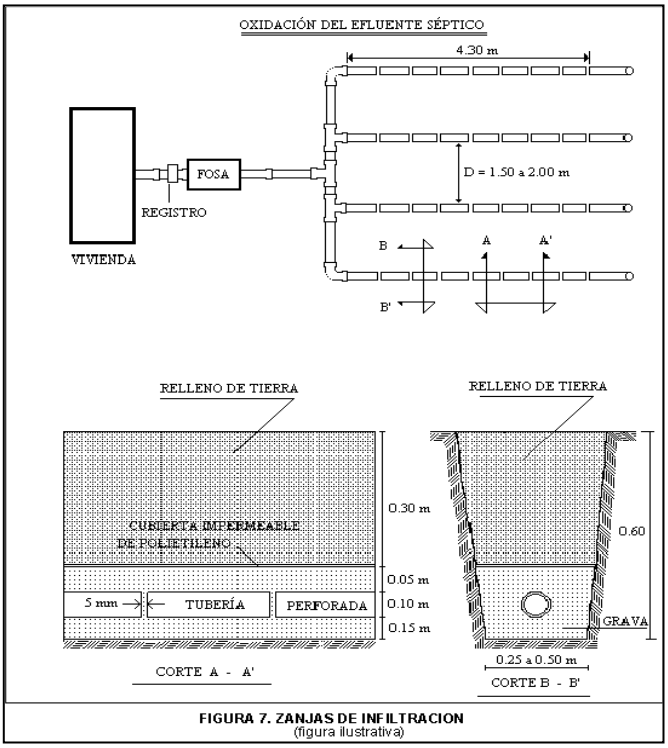


FIGURA 7. ZANJAS DE INFILTRACION
(figura ilustrativa)

Posteriormente se colocará la cubierta impermeable de polietileno, cuya función será mantener el lecho de grava libre de partículas de tierra y finalmente, cubrir la zanja con una capa de tierra compactada de 0.30 m. de espesor mínimo para aislar la zanja. El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, y que a continuación se describe.

Inspección y limpieza.

Para garantizar el adecuado funcionamiento del biodigestor se realizará una inspección visual del contenido de la misma cuando menos cada seis meses para su limpieza antes que se acumule demasiado material flotante que pudiera obstruir las tuberías de entrada o de salida. Los lodos acumulados en el fondo de la unidad serán retirados por lo menos cada doce meses.

Mantenimiento. Para el mantenimiento adecuado del biodigestor se realizará la inspección o la limpieza antes señalada. Al abrir el registro evitar respirar los gases del interior y esperar 30 minutos hasta tener la seguridad de que la fosa se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en ella pueden causar explosiones o asfixia. Nunca se deberán usar cerillos o antorchas para inspeccionarla.

-La limpieza se efectuará por medio de un cubo provisto de un mango largo, o por medio de un camión-tanque equipado con una bomba para extracción de lodos (en este caso se debe prever que la fosa esté ubicada en un lugar tal que se permita el acceso al camión-tanque).
Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad (10% aproximadamente) que servirá de inóculo para las futuras aguas residuales.

- No se lave ni desinfecte después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no se recomienda su empleo.
- Los lodos extraídos serán rociados con cal para su manejo, transportación y ser dispuestos adecuadamente (enterrar en zanjas de unos 0,60 m de profundidad).
- La instalación para la disposición del efluente (zanjas de infiltración) se inspeccionará periódicamente (cada 12 meses), pues con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, con lo que el medio oxidante comenzará a trabajar mal y en ese caso habrá de cambiar el material filtrante o construir nuevas zanjas.
- Las personas encargadas del mantenimiento y conservación de las fosas sépticas o biodigestores deberán usar guantes, botas de hule y tapabocas.

- En caso de que la fosa séptica se abandone o clausure, se deberá rellenar con tierra o piedra.

Respecto a su cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021 se realizan las siguientes observaciones importantes:

En la ficha técnica de la empresa (que se anexa en versión digital en este escrito), se reportan valores que cumplen con la NOM-001-SEMARNAT-2021, tal y como se ve en los valores de eficiencia reportados.

Eficiencia (Remoción)

PARÁMETRO	REMOCIÓN	PARÁMETROS LUEGO DEL TRATAMIENTO
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	94 %	15-80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	88 %	80-190 mg/l
Grasas y aceites	93 %	30-45 mg/l
SS (sólidos sedimentables)	98 %	0,05-0,3 ml/l
Ph	Estabilizado	7,5-8,5 UpH

Fig. 2.2. Valores de eficiencia reportados por la empresa Rotoplas en su ficha técnica (biodigestor + campos de infiltración). Para mayor detalle ver ficha técnica anexa en digital en este escrito.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, a fin de comprobar su óptimo funcionamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final. La profundidad del biodigestor será de 1.65metros (ver ficha técnica adjunta) y las zanjas de infiltración a 60cm de profundidad.

Disminución en la captación del agua

Para medir la disminución de la captación del agua en el área del proyecto se realizó a través de la siguiente ecuación:

INFILTRACIÓN= P- ETR-Vm

Donde:

P= Precipitación (687mm) *Fuente: Sistema Meteorológico Nacional.*

ETR= evaporación real

Vm= Volumen de escurrimiento

ETR= P- *X*P^2 (*fórmula de Coutagne*)

Donde: ETR = Evapotranspiración real en metros/año

P= Precipitación en metros/año (0.687 m)

X= 1/ 0.8 + 0.14 T

T= Temperatura media anual en °C (26°C)

Vm= C Pm A

Donde Pm= precipitación media en mm

C= Coeficiente de escurrimiento (0.30 con bosque sin pendiente/ 0.50 terreno afectado textura media)

A= Área del predio en hectáreas (0.1864 has)

Cuadro 4.1 Valores del Coeficiente de escurrimiento (C)

Uso del suelo y pendiente del terreno	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente: www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/.../24/02.pdf

Resultados del coeficiente de infiltración en el predio sin CUSTF

ETR= **0.580713**

Vm = (0.30) (687) (0.1864 has) = 38.41

Coeficiente de infiltración= **P- ETR-Vm**

(687)- (0.5807) -(38.41) =648.00

Resultados del coeficiente de infiltración con CUSTF

Vm = (0.50) (687) (0.1864 has) = 64.02

Coeficiente de infiltración= (687)- (0.5807)- (64.02) =622.39

Conclusiones

Si tomáramos como premisa que todo el área el área del predio sería impermeable, de acuerdo a los datos obtenidos, la capacidad de infiltración se reduciría de 648 a 622 aproximadamente, sin embargo este valor no considera que las áreas de conservación del proyecto representan el 64% de la superficie total del predio, los caminos de acceso y la construcción de toda la casa sobre pilotes, por lo que el proyecto permitirá la infiltración de agua al subsuelo en el 100% de la superficie total del predio.

Justificación económica:

Actualmente el predio no tiene ningún uso como tal y conserva la vegetación nativa de duna costera casi en su totalidad.

Valor económico de los recursos biológicos y servicios ambientales que proporciona el ecosistema, comparado con el valor de los beneficios que se esperan en la operación del proyecto.

El costo por la construcción total del proyecto será de $5,000,000 millones de pesos, lo cual no incluye los empleos que podría generar la operación del mismo (ej. Vigilantes, contratación de paseos eco turísticos en la zona, etc.). A su vez, el valor económico de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema en el sitio donde se llevara a cabo el CUSTF sería de 659 dólares por año. Sin embargo, este costo no incluye el valor de todos los recursos biológicos ahí presentes, ya que no se tiene información en la literatura sobre muchas de las especies de flora y fauna.

Debido a esto, no es posible realizar una comparación exacta entre el valor que proporciona el ecosistema con el valor del beneficio que se espera del proyecto, ya que estaríamos proporcionando datos subestimados del valor del ecosistema.

Justificación Social:

Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo

Actualmente el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto brinda diversos servicios ambientales, cuyo grado de afectación por el cambio de uso de suelo será puntual como ya se explicó en capítulos anteriores. Ahora bien, se considera que el uso que se le pretende dar al predio será más productivo a largo plazo, ya que contempla la construcción de obras donde se prevé una derrama económica por la generación de empleos en la etapa de construcción y operación del proyecto.

El proyecto que se somete a evaluación traerá beneficios socioeconómicos a nivel local principalmente. Pretende generar por lo menos 40 empleos en la etapa de construcción y un empleo directo y permanente en la etapa de operación. Así mismo, el establecimiento de infraestructura turística trae siempre como consecuencia empleos indirectos durante el desarrollo del proyecto (ej, compra de insumos alimenticios, artesanías, paseos, pesca deportiva, entre otros), por lo que podrá convertirse en un apoyo económico para muchas de familias de las comunidades cercanas como Chuburná Puerto, Chelem o incluso de la cabecera municipal.

El proyecto consiste en el establecimiento de una casa de segunda residencia, con una inversión en su etapa de construcción de $5,000,000 millones de pesos que incluye empleos directos (albañiles, arquitectos, supervisores de obras, etc). En ese sentido, parte de la población económicamente activa desocupada del municipio podría beneficiarse por la realización del proyecto mediante la contratación de empleos, aunque éstos sean temporales y en bajo número de personas.

En la etapa de operación, se estima que el proyecto podría generar una escasa derrama económica principalmente en las actividades de ecoturismo, que se han convertido en una de las actividades principales de la región.

Toda la zona de playas del litoral norte de la península constituye un atractivo natural que atrae gran cantidad de turistas locales y foráneos. Potencialmente también se podrían solicitar los servicios de ecoturismo que se han convertido en una de las actividades principales de la región. Se ha documentado que los precios que manejan las Sociedades cooperativas en esta zona oscilan entre los $70 a $90 pesos por persona dependiendo el tipo de recorrido. Su establecimiento junto con el de otros desarrollos inmobiliarios podría favorecer este tipo de servicios, ya que los usuarios de los departamentos buscarán sitios atractivos cercanos para realizar actividades de esparcimiento.

Si bien el proyecto que se somete a evaluación no constituye una actividad ecoturística, si podría favorecer o impulsar el desarrollo de proyectos eco turísticos en la zona, ya que los usuarios de la casa buscarán sitios atractivos cercanos para realizar actividades de esparcimiento. De manera puntual se espera que el proyecto que se somete a evaluación pueda generar por lo menos en la etapa de construcción 40 empleos y un empleo directo y permanente en la etapa de operación (personal de vigilancia, recepción y limpieza).

CAPÍTULO VII

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

VII.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Tomando la premisa de que siempre es mejor prevenir los impactos que establecer medidas correctivas, a continuación, se describen las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales negativos identificados en el capítulo anterior.

Cuadro 6.1. Impactos identificados y medidas de mitigación.
Nota: (P=Preparación, C= Construcción y O= Operación).

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ETAPA		
SUELO		P	C	O
Erosión	Establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.	x		
	La zona de la primera duna será conservada, por lo que no se realizará construcción alguna. Dicha zona comprende los **primeros 74 metros de distancia desde la pleamar máxima.**			
	Toda la casa será realizada sobre pilotes de 1.5 metros sobre el nivel del terreno natural.			
Disminución de la superficie de infiltración	El 100% de la superficie del predio se mantendrá con suelo permeable, permitiendo la filtración de agua al subsuelo (áreas de conservación, caminos de arena, casa sobre pilotes)		x	
Contaminación del suelo (por residuos sólidos)	Se dispondrá de un área techada para su separación y disposición temporal, trasladándose posteriormente a los sitios de disposición final que destine el municipio de Progreso.	x	x	x

	Todos los residuos de concreto asfáltico y en general los que serán utilizados en la obra deberán ser dispuestos en los sitios establecidos por la autoridad competente.		x	
AGUA SUBTERRÁNEA				
Contaminación del agua subterránea	Se contratarán sanitarios móviles durante la preparación y construcción del proyecto, quedando responsable del mantenimiento y disposición final de los efluentes la empresa contratada.	x	x	
	Se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales producto de la operación del proyecto. Este sistema consiste en biodigestor y zanjas de infiltración (para mayor detalle ver capítulo II). Los lodos serán recogidos por una empresa autorizada.			x
VEGETACIÓN TERRESTRE				
Pérdida de la cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee	Establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema. Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, reubicándolas en el área de conservación (ver anexo 5).	x		X X
FAUNA TERRESTRE				
Fragmentación del hábitat de fauna silvestre	Se mantendrá una superficie de 1206 m^2 con las condiciones originales del ecosistema, lo que podrá albergar algunas especies de fauna al menos como sitio de paso y/o descanso.	x	x	x

	Se presenta un Programa de Protección de tortugas			
ESTRUCTURA DEL PAISAJE				
Afectación a la estructura del paisaje	Se deberá desmantelar toda la infraestructura provisional empleada durante las etapas constructivas.	X	x	
	Se mantendrá una superficie de 1,206 m^2 con las condiciones originales del ecosistema, lo que representa el 64% de la superficie del predio.	X	x	x
CAMBIO CLIMÁTICO				
	Permanecerá el 64% de la superficie del predio, lo que mitigará los siguientes impactos ambientales vinculados al cambio climático: • Pérdida de carbono por eliminación de vegetación • Amortiguamiento de fenómenos naturales • Protección del suelo ante la erosión • La incorporación de paneles solares para satisfacer el 70% de su consumo energético.			

VII.2 Impactos residuales

Como se describió en el cuadro anterior, los principales impactos que ocasionará el proyecto se pueden mitigar a través de las propuestas antes descritas.

No obstante, es importante aclarar que, aunque dichos impactos quedan reducidos en su magnitud, permanecerán los siguientes efectos en el ambiente por la construcción y operación del proyecto sometido a evaluación: **Disminución de la cobertura vegetal en el sitio**. Para la implementación del proyecto, será necesaria la remoción de vegetación que será reemplazada por infraestructura.

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

A continuación, se presenta el costo por la realización de cada una de las medidas de mitigación establecidas en el Programa de vigilancia ambiental propuesto en este estudio.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS		COSTO
Realización de tres reportes del cumplimiento de todas las medidas de mitigación (incluye visitas de inspección a campo y entrega de resultados)	----	$15,000.00
Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal	Presupuesto Cuadro 6.2	$41,600.00
Instalación del biodigestor con zanjas de infiltración.	-------	$35,000.00
Renta de un sanitario móvil durante la etapa de construcción	Ver cuadro 6.3	$86,400.00
COSTO TOTAL		**$178,000.00**

Cuadro 6.2. Presupuesto detallado del Programa de Rescate y reubicación de especies forestales.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MONTO	TOTAL
658	M2	Delimitación del área de rescate	$15.73	$10,350.34

61*	Planta	Identificación de especies a rescatar	$50.00	$3,050.00
61	Planta	Extracción de especies	$50.00	$3050.00
61	Planta	Trasplante de especies rescatadas	$50.00	$3050.00
61	Poceta	Banqueo de especies	$50.00	$3050.00
61	poceta	Banqueo para trasplante	$50.00	$3050.00
8	Visita	Visita de seguimiento de verificación. Incluye costos en transporte.	$500.00	$4,000.00
8	Visita	Visita de mantenimiento. Incluye actividades de limpieza, insumos, transporte.	$500.00	$4,000.00
1	Informe	Elaboración y entrega del reporte de resultados del Programa de rescate	$8000.00	$8000.00
		TOTAL		**$41,600**

Nota*= se consideraron el número de individuos de las especies *Gossypium hirsutum, Tara vesicaria y Suriana marítima* registrados en la zona de CUSTF.

Cuadro 6.3. Presupuesto detallado renta de sanitarios móviles durante la etapa de construcción

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/UNIDAD	TOTAL
Renta de sanitario portátil	mes	$3,600	$86,400.00

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo

El objetivo de este rubro es realizar la estimación del costo que llevaría al sitio del área sujeta a CUSTF (658 m^2) a una condición similar del ecosistema como hasta ahora se encuentra, es decir antes de la remoción de la vegetación.

Con base en la información establecida en el *ACUERDO mediante el cual se expide los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación,* se determina para la zona ecológica denominada "*Otros Humedales",* que es donde se encuentra el proyecto sometido a evaluación, un costo de 76,880 pesos por hectárea.

En ese sentido, el costo por las actividades de restauración del área sujeta a CUSTF en el predio sería de $5,058.70 pesos. Sin embargo, este valor no considera los costos por demolición y remoción de la infraestructura hasta los cimientos y los costos del desalojo del material removido.

CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1 Pronóstico del escenario sin y con el proyecto.

La caracterización de vegetación y fauna realizados en este estudio proporcionan una idea bastante clara del escenario actual que tiene el sitio del proyecto y el área de estudio. En caso de no realizarse la obra, la vegetación de duna costera permanecerá en su totalidad. Estas condiciones provocarán que el área de estudio siga siendo el hábitat de las especies de fauna silvestre ahí reportadas.

El pronóstico del escenario con la realización del proyecto es de una obra que será de mediano impacto, ya que se garantizará la permanencia del 64% de la vegetación nativa, principalmente en la zona norte colindante a la playa, lo que favorece la creación de un corredor de vegetación para la fauna silvestre y a su vez, protege al ecosistema de procesos de erosión de sedimentos.

VIII. 2. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados anteriores, se realizó una proyección donde se describe el resultado de las medidas de mitigación propuestas para este proyecto.

Se espera que durante la preparación del sitio, se delimiten las áreas de afectación. Durante la construcción se podría afectar indirectamente una mínima parte de las áreas de conservación, sin embargo, ya que están contempladas acciones de reforestación con especies nativas, no se espera que se pierda su funcionalidad.

En cuanto al aspecto socioeconómico, el desarrollo del Proyecto atraerá consigo el beneficio de la población de las comunidades más cercanas al sitio del Proyecto, debido principalmente a la generación de empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, incrementando sus ingresos. Durante la operación del proyecto se crearán más empleos permanentes, aunque éstos no sean en gran número. Finalmente se espera que, tanto la estructura del paisaje como la vegetación no sean afectadas de manera significativa, ya que se implementaron medidas de mitigación adecuadas.

VIII.3 Programa de vigilancia ambiental- seguimiento y control.

Para verificar el cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención y/o mitigación, se designará un responsable ambiental (involucrado en la operación), el cual tendrá la función de coordinar en el sitio las actividades antes expuestas y deberá asegurarse que se cumplan de acuerdo con lo estipulado. Los empleados serán objeto de capacitaciones adecuadas, que le permitan el cumplimiento y vigilancia de las medidas preventivas aplicadas, así como de los procedimientos de respuesta ante contingencias ambientales.

A continuación, se describen las acciones a realizar para garantizar el cumplimiento adecuado de las medidas de prevención y mitigación antes propuestas:

Cuadro 7.1. Acciones que garantizan el cumplimiento adecuado de las medidas de prevención y mitigación. **Nota:** (P=Preparación, C= Construcción y O= Operación).

Medida de mitigación propuesta	Acciones a realizar y forma de evaluación	Etapa del proyecto		
		P	C	O
Establecimiento del 64% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.	**Inspección en campo. Se entrega reporte fotográfico como evidencia.**	X	x	x
La casa será construida sobre pilotes a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del terreno natural.	**Inspección en campo. Se entrega reporte fotográfico como evidencia**		x	
La zona de la primera duna será conservada, por lo que no se realizará construcción alguna. Dicha zona comprende los primeros 74 metros de distancia del límite de la pleamar máxima.	**Inspección en campo. Se entrega reporte fotográfico como evidencia.**			

Se colocarán contenedores rotulados y con tapa para la recepción de los residuos sólidos.	**Colocación de los contenedores en sitios estratégico. Reporte fotográfico.**		X	
Todos los residuos de concreto asfáltico y en general los que serán utilizados en la obra deberán ser dispuestos en los sitios establecidos por la autoridad competente.	**Comprobantes de disposición final expedidos por parte de una compañía autorizada.**		X	
Se contratarán sanitarios móviles durante la preparación y construcción del proyecto, quedando responsable del mantenimiento y disposición final de los efluentes la empresa contratada.	**Verificación en campo. Comprobantes expedidos por parte de una empresa autorizada para el transporte y disposición final de estos residuos. Reporte fotográfico.**	X	x	
Se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales producto de la operación del proyecto.	**Verificación en campo. Reporte fotográfico de su instalación. Copia del comprobante emitido por la empresa responsable de la recolección de los lodos.**			X
Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, reubicándolas en las zonas de conservación (ver anexo 5).	**Se entregará reporte de resultados.**	X		x
El 100% de la superficie del predio se mantendrá con suelo permeable, permitiendo la filtración de agua al subsuelo.	**Se entregará reporte de resultados.**			
Se presenta un programa de protección a tortugas marinas	**Se entregará reporte de resultados.**	x	x	
Instalación de paneles solares	**Evidencia fotográfica.**			X

CAPÍTULO IX

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

ANEXO 1

Copia certificada del título de propiedad inscrito en el registro público de la propiedad.

Copia simple de la identificación oficial de la promovente.

Copia simple del registro e identificación del prestador de servicios técnicos forestales.

Copia simple del responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado.

ANEXO 2

Plano general de planta con cortes y fachadas.

Plano y poligonal con referencias geográficas del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Plano del área de conservación con referencias geográficas.

ANEXO 3

Matrices de impacto

ANEXO 4

Estudio de capacidad de carga.

ANEXO 5

Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal afectadas.

ANEXO 6.- Resumen.

ANEXO 7.- Programa de Protección a tortugas.