MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO "CASA SAN BRUNO"

CAPÍTULO I

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

AGOSTO 2026

Tabla de contenido

..... 1

Capítulo I. Datos generales del proyecto, del promovente, del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto. 4

1.2. Datos del promovente 4

1.2.1. Nombre o razón social 4

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 4

1.2.3. Dirección del promovente o su representante legal para recibir u oír notificaciones 4

1.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental. 4

1.3.1. Nombre o razón social 4

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 4

1.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 4

1.3.4. Cédula profesional 4

1.3.5. Dirección del responsable del estudio 4

2. Información general del proyecto 4

2.1. Naturaleza del proyecto 5

2.1.2 Selección del sitio 5

2.1.4. Inversión requerida 7

2.1.5. Superficie total requerida (dimensiones del Proyecto) 8

2.1.6. Distribución arquitectónica del Proyecto 9

Distribución de las áreas del proyecto 9

2.1.7. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto 14

2.1.8. Urbanización del área y descripción de los insumos y servicios requeridos 14

2.1.8. Sistema de tratamiento de aguas residuales 15

2.1.9. Manejo de Residuos Sólidos 20

2.2. Características particulares del proyecto 21

2.2.1. Programa general de trabajo 21

2.2.2. Requerimiento de personal y maquinaria 21

2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales 22

2.2.4. Preparación del sitio 22

2.2.5. Construcción 22

2.2.5.1. Áreas exteriores y complementarias 24

2.2.6. Etapa de operación y mantenimiento 24

2.2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto. 24

2.2.8. Etapa de abandono del sitio. 25

2.2.9. Uso de explosivos. 25

2.2.10. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 25

2.2.11. Infraestructura destinada para el manejo y disposición de los residuos 26

Índice de figuras

Figura 1. Fotografía aérea con perspectiva de sur a norte 5
Figura 2. Fotografía aérea con perspectiva de norte a sur 6
Figura 3. Fotografía aérea con perspectiva norte a sur 6
Figura 4. Fotografía aérea con perspectiva este a oeste 7
Figura 5. Perspectiva del desplante arquitectónico de la planta baja 9
Figura 6. Ubicación del área de conservación 11
Figura 7. Ubicación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Proyecto 12
Figura 8. Ubicación de la cisterna en el Proyecto 12
Figura 9. Fachada frontal del proyecto 13
Figura 10. Fachada posterior del proyecto arquitectónico 13
Figura 11. Cuadro de construcción del predio 14
Figura 12. Funcionamiento de un biodigesor autolimpiable 17
Figura 13. Descripción del SITAR: Biodigestor, humedal y sus características 20
Figura 14. Obras del Proyecto "Casa Habitación San Bruno" 23

Índice de cuadros

Cuadro 1. Descripción de la distribución de las áreas del proyecto 8
Cuadro 2. Distribución de las áreas de cada nivel contemplado en el proyecto 9
Cuadro 3. Distribución de las áreas de cada nivel contemplado en el proyecto 9
Cuadro 4. Coordenadas del área de conservación 10
Cuadro 5. Coordenadas del área del biodigestor 10
Cuadro 6. Coordenadas de la cisterna. 10
Cuadro 7. Calendario de mantenimiento preventivo y correctivo del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales 18
Cuadro 8. Programa general de la preparación y construcción del proyecto "Casa Habitación San Bruno" 21
Cuadro 9. Requerimiento de personal y maquinaria para la construcción del proyecto. 21
Cuadro 10. Emisiones y transferencia de contaminantes generados por el proyecto. 25

Capítulo I. Datos generales del proyecto, del promovente, del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto.

1.1. Nombre del proyecto

"Casa - Habitación San Bruno"

1.2. Datos del promovente

1.2.1. Nombre o razón social

Manuel Ernesto Palma Palma

[redacted]

1.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.

1.3.1. Nombre o razón social

PRODESES S.C.P.

[redacted]

1.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Saúl Isaías Navarrete Vázquez

[redacted]

2. Información general del proyecto

La ubicación del proyecto se localiza en el tablaje 7216, localizado a 800 m de la carretera a Dzemul y la carretera Chicxulub puerto colindando al norte con una calle sin número, al sur con el tablaje 8256, al oriente con el tablaje 8253 y al poniente con el tablaje 7217.

La superficie requerida para la construcción de la Casa - Habitación es de 294.64, repartidos en 137.98 en planta baja y 156.66en planta alta, lo que representa ocupacionalmente en un 20 % de la superficie total del lote. A continuación, se presenta los cuadros de construcción del lote, para su correcta ubicación geográfica. Las coordenadas se encuentran en un sistema UTM datum WGS84 zona 16N.

El proyecto contemplado en este sitio consiste en una casa habitación (Figura 6 y Figura 14) áreas ajardinadas y libres, así como un biodigestor de 1,300 litros y una cisterna de 2,800 litros, cuyo abastecimiento se garantizará mediante pipas durante las etapas constructiva y operativa del proyecto.

La distribución de las áreas está planificada de manera que las **zonas no permeables representen un máximo del 70%** del total del predio, mientras que los espacios libres, ajardinados y de conservación considerada **superficie permeable constituyan un 30%** de su superficie total, favoreciendo la infiltración de agua pluvial, la conservación de suelos y la permanencia de hábitats para la fauna local.

2.1. Naturaleza del proyecto

2.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio para la ubicación del proyecto “Casa Habitación San Bruno” se fundamenta en criterios ambientales, de accesibilidad, funcionalidad y conservación del entorno natural. El predio elegido se encuentra a 17 km al norte de la cabecera Municipal de Dzemul, Yucatán, a 9.5 km del Municipio de Telchac Puerto y a 27 km al este de la Localidad de Chicxulub puerto. Su tablaje catastral corresponde al número 7216.

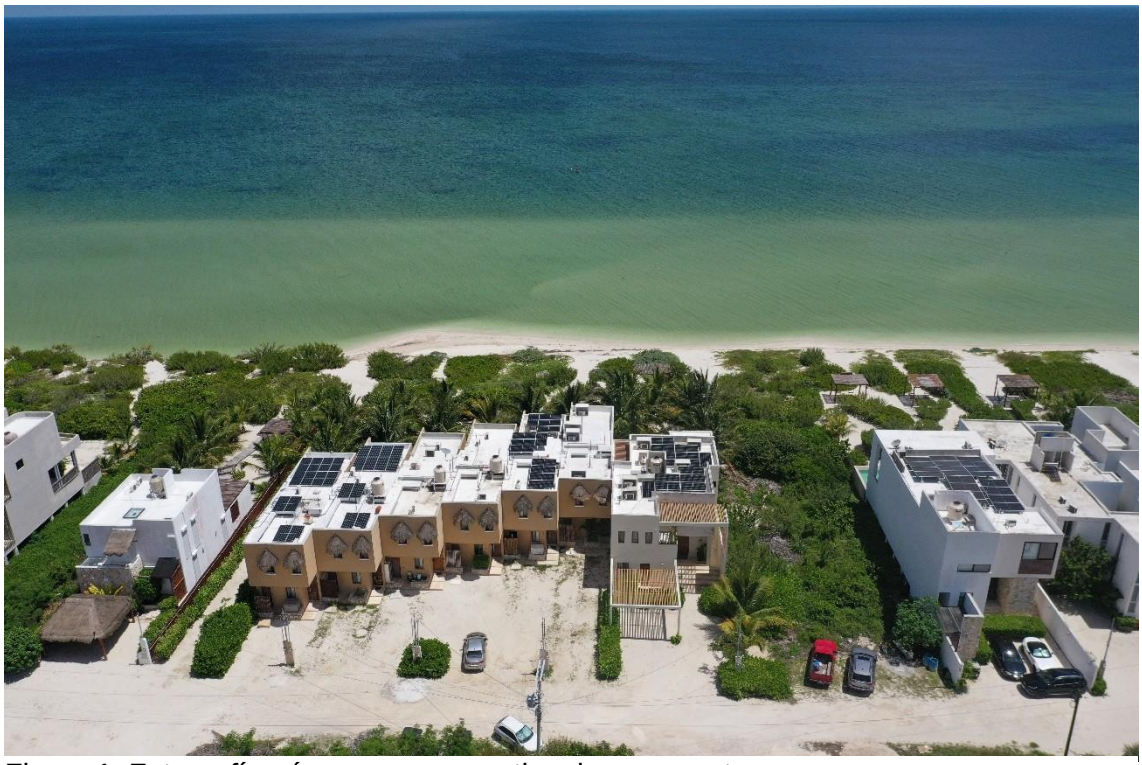


Figura 1. Fotografía aérea con perspectiva de sur a norte



Figura 2. Fotografía aérea con perspectiva de norte a sur



Figura 3. Fotografía aérea con perspectiva norte a sur



Figura 4. Fotografía aérea con perspectiva este a oeste

La ubicación del proyecto se localiza en el tablaje 7216, localizado a 800 metros de la carretera a Dzemul y la carretera Chicxulub puerto colindando al norte con una calle sin número, al sur con el tablaje 8256, al oriente con el tablaje 8253 y al poniente con el tablaje 7217.

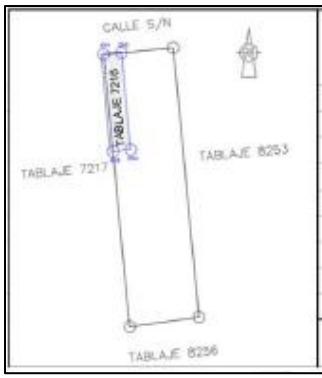
2.1.4. Inversión requerida

La inversión total requerida es de $ 3,000,000 MXN ya que el proyecto consiste en una vivienda principal, accesos, áreas verdes, áreas de conservación, de servicios, entre otros.

Se considera **el 2% del presupuesto total del proyecto para las acciones ambientales** el cual se aplica de manera independiente a los costos para la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos resultantes al ser autorizado el proyecto conforme a las descripciones que se presentarán a lo largo de este Manifiesto.

2.1.5. Superficie total requerida (dimensiones del Proyecto)

La superficie requerida para la construcción de la casa – habitación es de **661.61** metros cuadrados repartidos en 137.98 m^2 en planta baja y 156.66 m^2 en planta alta, lo que representa ocupacionalmente en un 20% de la superficie total del lote. A continuación, se presenta los cuadros de construcción del lote, para su correcta ubicación geográfica. Las coordenadas se encuentran en un sistema UTM datum WGS84 zona 16N.



Lado		Estación	Pozo	Distancia (m)	Azimut	Rumbo	Coordenada Y (Norte)	Coordenada X (Este)
		CN 1					2360913.17	255542.158
1	2		CN 2	11.00 m	84°27'43"	N 84°27'43" E		
		CN 2					2360914.23	255553.107
2	3		CN 3	61.00 m	184°55'17"	S 04°55'17" W		
		CN 3					2360853.45	255547.941
3	4		CN 4	11.00 m	84°28'00"	N 84°28'00" E		
		CN 4					2360854.51	255558.881
5	6		CN 1	61.00 m	344°41'52"	N 15°18'08" W		
		CN 1					2360913.17	255542.158
SUPERFICIE 660 M2								

Figura 5. Polígono del tablaje y su cuadro de construcción

Cuadro 1. Descripción de la distribución de las áreas del proyecto

Obras	**Superficie (m2)**	**% ocupación**
Alberca	76.86	11.62
Andador	33.4	5.05
Área verde	36.32	5.49
Conservación	204.42	30.90
Estacionamiento	138.69	20.96
Habitacional	146.85	22.2
SITAR	7.03	1.06
Pasillo	16.54	2.5
Cisterna	1.5	0.22
Total	**661.61**	**100.00**

La vivienda será construida sobre terreno natural, el punto más alto de su diseño es de **8.18 m**, el cual corresponde a un muro de piedra de su fachada (Figura 9). **Las superficies destinadas para construcción** pueden comprenderse mejor con una visualización complementaria de las **figuras 7 a 12**.

La incorporación de una cisterna con llenado continuo mediante una pipa, se prevé en su etapa de operación, teniendo especial cuidado en evitar daños en la vegetación existente.

2.1.6. Distribución arquitectónica del Proyecto

El proyecto "Casa Habitación San Bruno" corresponde a una residencia unifamiliar para uso temporal. La edificación se desarrolla en dos niveles alcanzando una altura total de 8.18 m en la zona costera de San Bruno, Municipio de Dzemul, Yucatán.

Los espacios con los que contará la vivienda son sala, comedor, cocina, medio baño y terraza de acuerdo con las especificaciones presentadas de la planta baja del proyecto (Ver figura 6).

Cuadro 2. Distribución de las áreas de cada nivel contemplado en el proyecto

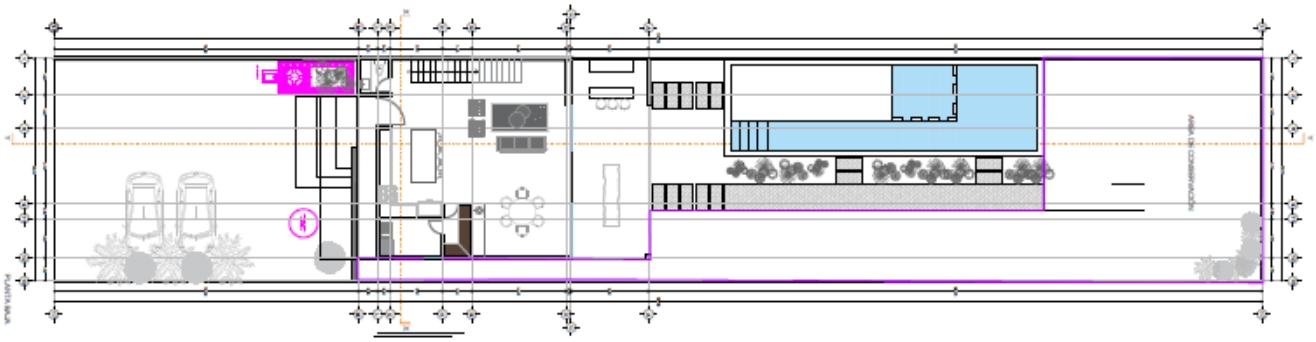


Figura 6. Perspectiva del desplante arquitectónico de la planta baja

Cuadro 3. Distribución de las áreas de cada nivel contemplado en el proyecto

Planta Baja	Segundo nivel
Sala	2 habitaciones
Comedor	2 baños
Cocina	
Medio baño	
Terraza	

Distribución de las áreas del proyecto

El Proyecto Casa Habitación San Bruno, corresponde a una casa habitación unifamiliar la cual cuenta con los criterios legales y ecológicos para poder establecerse, específicamente,

Figura 6. Perspectiva del desplante arquitectónico de la planta baja

las áreas destinadas al manejo de sus aguas residuales y la conservación de la vegetación característica del matorral costero.

Basados en la memoria descriptiva respecto a los detalles arquitectónicos del Promovente, cabe mencionar que el presente Proyecto "Casa Habitación San Bruno" cuenta en su planificación constructiva con una superficie de conservación de al menos el 30% de la superficie total del predio acorde a su Tablaje Catastral, es decir, el área de conservación se destinará a 204.42 metros cuadrados (Figura 8).

Cuadro 4. Coordenadas del área de conservación

POINT_X	POINT_Y
255,544.87	2,360,885.00
255,546.00	2,360,885.13
255,548.36	2,360,885.38
255,550.24	2,360,865.93
255,557.70	2,360,866.72
255,558.88	2,360,854.50
255,547.94	2,360,853.22
255,544.87	2,360,885.00

Cuadro 5. Coordenadas del área del biodigestor

POINT_X	POINT_Y
255,554.03	2360904.567
255,554.39	2,360,900.88
255,552.64	2,360,900.69
255,552.28	2,360,904.38
255,552.77	2,360,904.44
255,552.69	2,360,905.24
255,553.28	2,360,905.30
255,553.36	2,360,904.50
255,554.03	2,360,904.57

Cuadro 6. Coordenadas de la cisterna.

POINT_X	POINT_Y
255,546.17	2,360,901.76
255,545.93	2,360,901.78
255,545.71	2,360,901.88
255,545.54	2,360,902.05
255,545.44	2,360,902.26
255,545.41	2,360,902.51
255,545.47	2,360,902.74

255,545.61	2,360,902.94
255,545.80	2,360,903.09
255,546.03	2,360,903.15
255,546.27	2,360,903.14
255,546.49	2,360,903.04
255,546.66	2,360,902.87
255,546.76	2,360,902.65
255,546.78	2,360,902.41
255,546.72	2,360,902.17
255,546.59	2,360,901.97
255,546.40	2,360,901.83
255,546.17	2,360,901.76

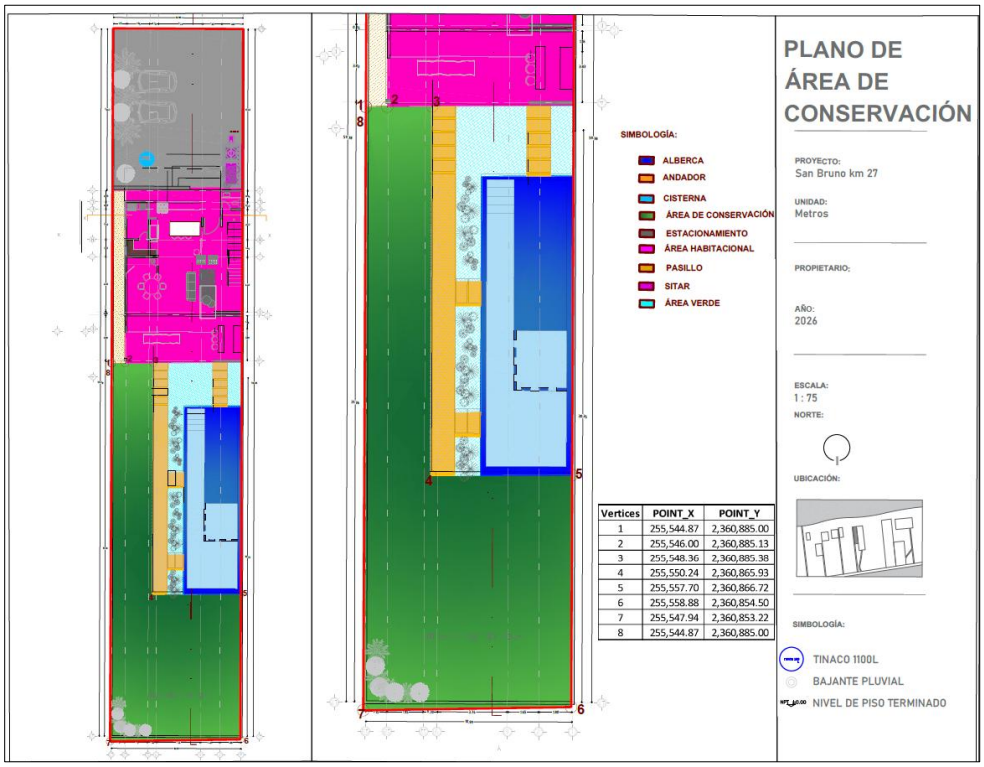


Figura 7. Ubicación del área de conservación

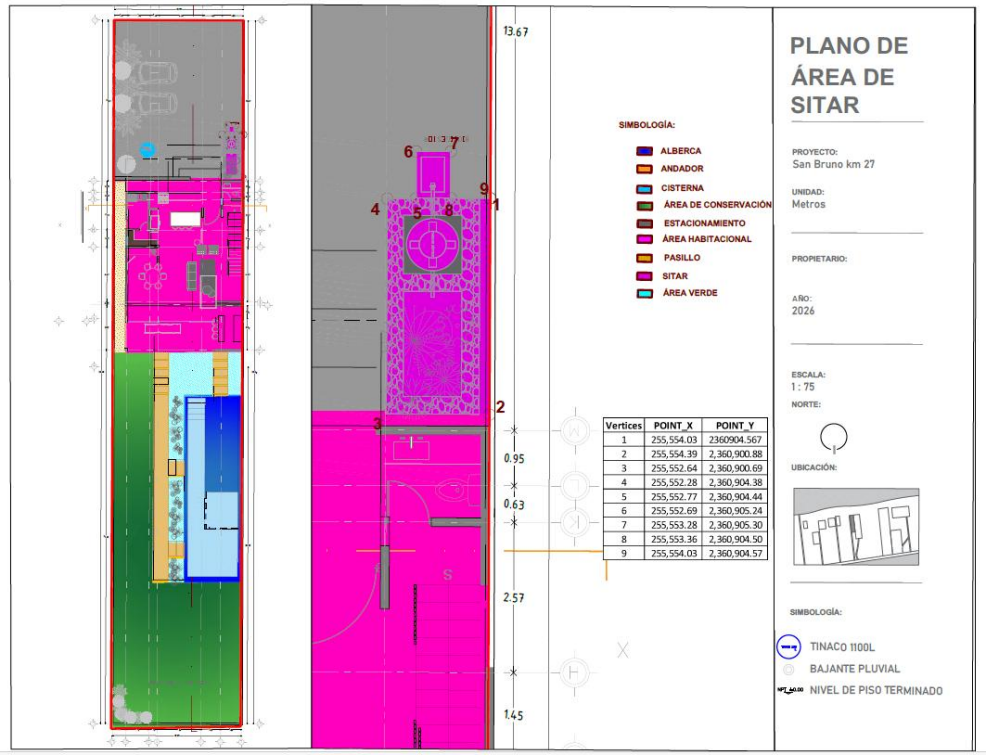


Figura 8. Ubicación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Proyecto (SITAR)



Figura 9. Ubicación de la cisterna en el Proyecto

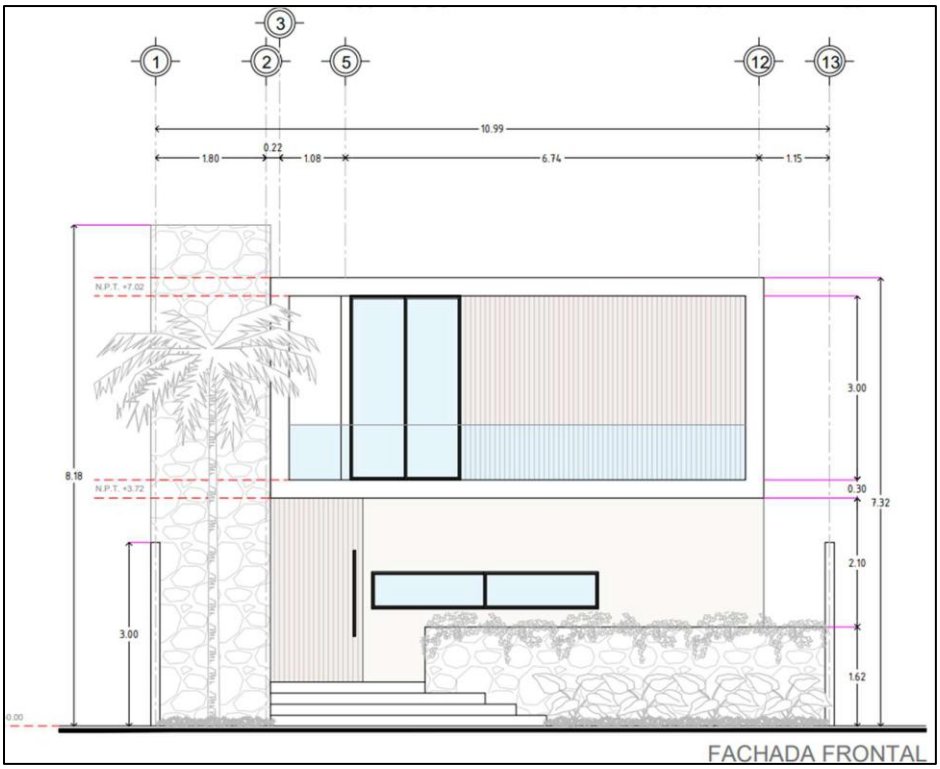


Figura 10. Fachada frontal del proyecto

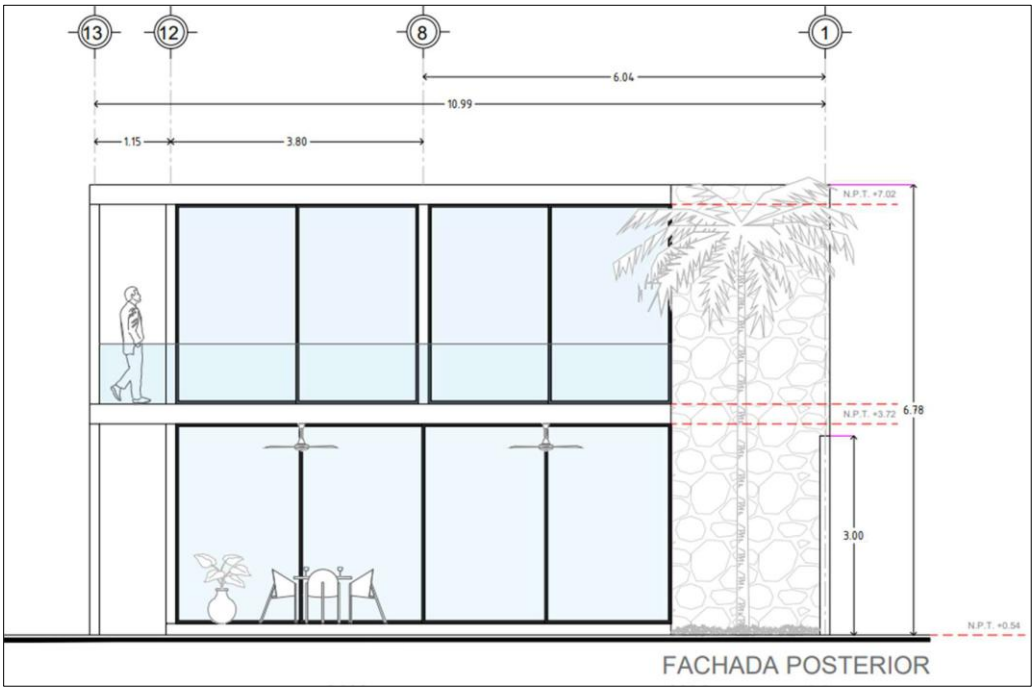


Figura 11. Fachada posterior del proyecto arquitectónico

2.1.7. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto

Si bien al interior del polígono no se observan construcciones ni actividades productivas activas, el entorno inmediato muestra infraestructura habitacional consolidada y obras asociadas, lo que ha generado modificaciones en la dinámica natural del sitio, incluyendo compactación del suelo, fragmentación del hábitat y posible alteración de los flujos hidrológicos superficiales hacia zonas de manglar. La franja de duna costera se encuentra afectada por procesos de erosión inducida y pérdida de vegetación psamófila debido a la presión antrópica en la zona.

En conjunto, el uso actual del suelo se clasifica como vegetación costera secundaria perturbada, inmersa en un contexto de desarrollo turístico-residencial en proceso de consolidación.

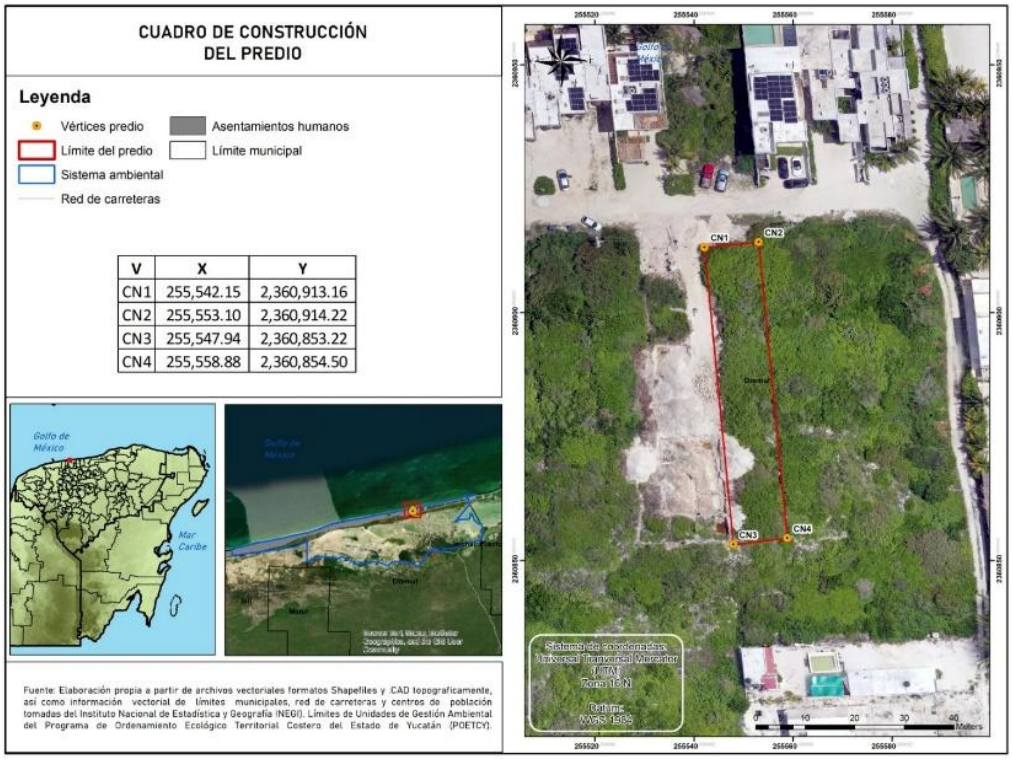


Figura 12. Cuadro de construcción del predio

2.1.8. Urbanización del área y descripción de los insumos y servicios requeridos

La zona se encuentra completamente urbanizada y con todos los servicios necesarios. Tiene una vía de acceso carretera Progreso-Telchac con la cual colinda, cuenta con líneas de electricidad cercanas y las telecomunicaciones. El sitio no cuenta con una conexión a la red de agua potable, al respecto se describe lo siguiente:

Agua: las necesidades de agua durante la **construcción** serán satisfechas mediante pipas de agua de distintas capacidades. Durante la etapa de **operación**, el suministro se realizará mediante pipas las cuales llenarán una cisterna circular con capacidad de **2,800 litros** ubicada al norte del predio.

Combustibles: La cantidad de combustible a utilizarse (gasolina, diésel y aceites) durante las etapas de preparación y construcción del proyecto no rebasa la cantidad de 10 maquinarias de uso (volquete, retroexcavadora, revolvedora de saco, bomba de concreto, perforadora de pilotes, vibradora de concreto, compactadora, planta energética, camión de volteo de 10 ton y bobcat), aunado a que se utilizarán en distintas etapas y no de manera simultánea, por lo que se evitará almacenar combustible *in situ*. En caso de requerirse un espacio para tal fin, estos serán resguardados en el almacén de la obra debidamente sellados y etiquetados.

Servicios sanitarios: Dado el costo que conlleva la renta de estos equipos durante el periodo de construcción planteado (2 años aproximadamente para la construcción de cada vivienda), durante el periodo de construcción se requerirá de los servicios de letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 15 empleados.

2.1.8. Sistema de tratamiento de aguas residuales

Acorde a la legislación mexicana, las **aguas residuales** se definen como aquellas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de éstas. Las aguas residuales a generar en el Proyecto "Casa Habitación San Bruno" serán de uso doméstico ya que se trata de una casa habitación unifamiliar.

Un biodigestor y un humedal de flujo horizontal son sistemas ecológicos y sostenibles complementarios para tratar aguas residuales. El biodigestor realiza la limpieza primaria (digestión anaerobia) descomponiendo sólidos, mientras que el humedal afina el tratamiento de líquidos mediante filtración natural y especies de plantas que utilizan los nutrientes, dando lugar a que el agua que ya pasó por este proceso, tenga las características adecuadas para ser devueltas al acuífero mediante un pozo de inyección.

En el sitio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, se encuentra urbanizado y únicamente no cuenta con agua potable, por lo que el contratista suministrará una letrina portátil para el uso obligatorio de los empleados. En cuanto a la etapa de **operación y mantenimiento** se cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales que incluye un biodigestor y un humedal.

Un biodigestor para una casa veraniega en la costa de Yucatán funciona como un sistema de saneamiento ecológico autónomo (Figura 12). Trata las aguas negras (baños) y grises (cocina y duchas) mediante un proceso biológico sin oxígeno (anaeróbico). Esto es crucial en la costa yucateca para evitar la contaminación del manto freático y los cenotes, dada la alta porosidad del suelo de piedra caliza.

Suelo **kárstico:** La roca es muy permeable y el agua sin tratar se filtra de inmediato al acuífero.

Manto **freático alto:** El agua subterránea está a muy poca profundidad (a veces a menos de 1 metro).

Uso **intermitente:** Las casas de verano pasan meses vacías y semanas con ocupación máxima.

1. Entrada y Separación (Fase Primaria)

- El agua residual doméstica entra al biodigestor prefabricado (generalmente de polietileno de alta densidad).
- Los sólidos pesados se van al fondo por gravedad formando lodos.
- Las grasas y aceites flotan formando una capa de nata.

2. Digestión Anaeróbica (Fase Secundaria)

- Las bacterias anaeróbicas (que viven sin oxígeno) habitan dentro del biodigestor.
- Estas bacterias "comen" y descomponen la materia orgánica de los lodos y el agua.
- Este proceso reduce drásticamente la carga de patógenos y contaminantes.

3. Filtración Biológica

- El agua pasa por un lecho interno con elementos de plástico (aros/esferas) llamados "biomedios".
- Las bacterias se fijan a estos plásticos creando una biopelícula.
- El agua se filtra al cruzar esta pared bacteriana, saliendo casi cristalina y sin olor.

4. Disposición Final

- **Humedal artificial:** El agua tratada pasa a una estructura de concreto (Figura 13) con plantas filtradoras (*Cyperus papyrus, Eichornia crassipes, Canna indica, Juncus sp. Typha sp.*) que absorben los nutrientes restantes (nitrógeno y fósforo).
- **Zanja o pozo de absorción:** Si se usa pozo, este debe quedar estrictamente por encima del nivel máximo del manto freático para evitar contaminación directa.

Particularidades para Casas Veraniegas (Uso Intermitente)

- **Resistencia a la inactividad:** Las bacterias anaeróbicas pueden entrar en un estado de "latencia" durante los meses en que la casa está vacía. Al regresar los usuarios, el sistema se reactiva en pocos días.
- **Inoculación inicial:** Al arrancar el sistema por primera vez (o tras un abandono muy largo), se suele añadir un "activador bacteriano" o estiércol para acelerar la creación de la colonia de bacterias.
- **Mantenimiento simple:** No requiere electricidad. Solo se debe abrir la válvula de lodos una vez al año (o cada dos años, dependiendo del uso veraniego) para purgar los lodos estabilizados hacia un registro de secado.

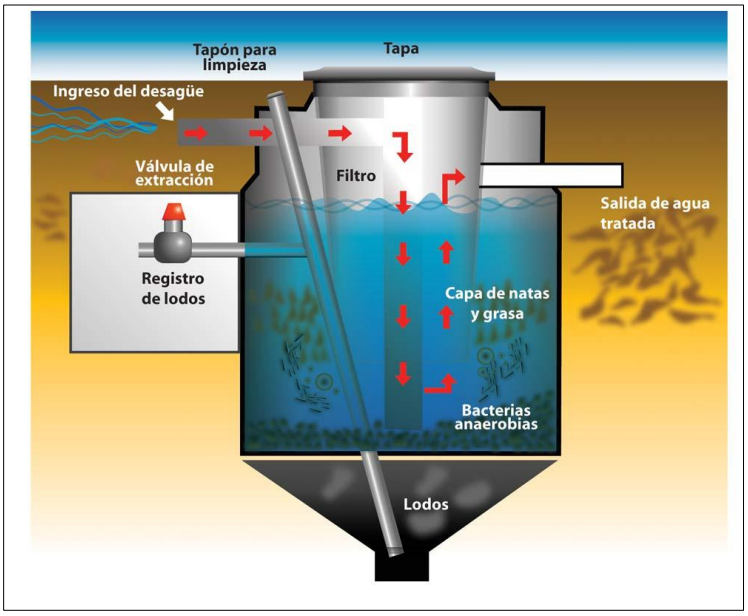


Figura 13. Funcionamiento de un biodigestor autolimpiable

El agua sale del biodigestor por gravedad y entra al humedal:

Impermeabilización Total (Obligatorio): La jardinera se debe construir con bloques de concreto, sellados con cemento impermeable, o bien, excavar y colocar una geomembrana de alta densidad. No debe haber contacto directo con el suelo arenoso para evitar filtraciones antes de tiempo.

El Medio Filtrante (Las Capas): Se llena la jardinera con tres capas de piedra limpia (de abajo hacia arriba):

Base (10 cm): Piedra grande (tipo cantera o grava) donde se asienta la tubería de salida.

Cuerpo Central (40 cm): Grava triturada mediana (gravilla). Aquí es donde crecen las raíces.

Superficie (10 cm): Arena gruesa o gravilla fina que queda expuesta al aire y permanece seca.

Las Plantas (El Motor Biológico): Se siembran plantas de la región que toleren la humedad constante y el clima costero. Sus raíces absorben los nutrientes (nitrógeno y fósforo) que el biodigestor no pudo quitar. Opciones ideales Platanillo (*Canna indica*), Cola de caballo, Papiro, o Lirio de la paz.

Salida del Agua: Al final del humedal, el agua ya no tiene carga orgánica ni olores. Puedes dirigirla a un pozo de bombeo para regar tu jardín de la playa (palmeras, pasto) o dejar que se evapore a través de las mismas plantas del humedal. El SITAR, recibirá mantenimiento y correctivo de la siguiente manera y frecuencia:

Cuadro 7. Calendario de mantenimiento preventivo y correctivo del Biodigestor y tratamiento secundario (Humedal artificial)

ACTIVIDAD		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Biodigestor	Revisión de conexiones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Extracción de lodos*	X						X					
	Revisión de fugas en tuberías de entrada y salida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Comprobación de fluidez del agua sin obstrucciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Apertura de la válvula de extracción para purgar y sacar los lodos acumulados en el fondo*	X						X					
	Dejar secar el lodo extraído en la cámara o área de retención por unos meses antes de disponer de él como abono seco o desecho.	X						X					
	Rellenar el tanque con agua limpia tras el vaciado para restablecer el nivel operativo antes de volver a usarlo	X						X					
Humedal	Limpieza de la trampa de grasas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisión del agua fluyendo libremente hacia el humedal (sistema secundario)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mantenimiento **semanal** incluyendo inspección visual, verificación de trampas de grasa y control de vectores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Limpieza de tuberías (revisión de la entrada y salida de agua del humedal para limpiar posibles acumulaciones de sarro o raíces), retiro de *basura* (residuos sólidos como hojas secas grandes, troncos u otros ajenos al lecho del humedal) y monitoreo de grava **e**n este último comprobar que el nivel del agua esté por debajo de la superficie de la grava.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Poda de vegetación, control de herbáceas ajenas al humedal y desazolve de la trampa de grasas	X						X					
	Revisión de la impermeabilización y prueba de infiltración y salida							X					

*Es cada 6 meses, los meses descritos lo ejemplifican, sin embargo, varía dependiendo del mes en el que inicie la ocupación de la casa y se comiencen a generar aguas residuales.

ACTIVIDAD	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Limpieza profunda: Extraer los lodos pesados acumulados si notas que el agua sale turbia o con mal olor		X		X		X

Importante: Evitar arrojar objetos distintos a los producidos por las necesidades humanas y también la aplicación de cloro y ácidos de limpieza para no dañar la microbiota que ayudará a que el sistema funcione adecuadamente.

Sugerencias: Disminuir o evitar el uso de cloro comercial ni ácidos para la limpieza de baños pues matan los microorganismos que trabajan en el buen funcionamiento del sistema.

Prefiere detergentes libres de fosfatos para el lavado de ropa y platos.

La bitácora que se utilizará durante el seguimiento ambiental para constatar el correcto funcionamiento según las normas oficiales mexicanas DEL SITAR puede consultarse en el Apéndice 1.

Adicionalmente, se aplicará un sistema alternativo un modelo de humedal de flujo horizontal que se sostiene metodológicamente en la literatura, de manera particular en la siguiente fuente:

Sistema complementario

Esta sección describe las tecnologías de tratamiento generalmente apropiadas para grupos de usuarios grandes (esto es, desde aplicaciones semi centralizadas a nivel de vecindario hasta aplicaciones centralizadas a nivel de ciudad). Están diseñadas para adaptarse a volúmenes de flujos crecientes y proporcionan, en la mayoría de los casos, mayor extracción de nutrientes, orgánicos y patógenos, sobre todo en comparación con las tecnologías de tratamiento para viviendas (Tilley *et al.,* 2018). **En el caso del presente Proyecto, este sistema podría ser una alternativa en el caso de que el SITAR mencionado sea rebasado en su capacidad, siendo idóneo al tratarse de una ubicación con vulnerabilidad hidrológica importante (CICY, 2026); por lo que el humedal apoyaría al funcionamiento del biodigestor, al carecer de energía eléctrica, puede ser construido y reparado con materiales locales y disponibles, contribuye a reducir DBO y sólidos, así como una reducida eliminación de patógenos, no representa algún problema real con olores si se diseña y mantiene correctamente y demanda un bajo costo de operación** (Tilley *et al.,* 2018).

Un humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial es una concavidad grande llena de grava y arena que es plantado con vegetación de humedal. Conforme las aguas residuales fluyen horizontalmente a través de concavidad, el material de relleno filtra las partículas y los microorganismos, degradan los orgánicos (Tilley *et al.,* 2018).

Los humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial son los humedales más utilizados en México para el tratamiento de las aguas residuales (CONAGUA 2015a).

Sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento de agua del Proyecto en sus distintas etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) será a través de la contratación de servicios de pipas de distintas capacidades ya que el sitio en donde se encuentra el proyecto no cuenta con un sistema de agua potable ni alcantarillado. En este sentido,

Cisterna de almacenamiento

El abastecimiento de agua para el Proyecto Casa Habitación San Bruno, será por medio del llenado de una cisterna con una capacidad de 2,800 litros, misma que será llenada por medio de pipas de agua.

Distribución y uso del agua

Al tratarse de una casa habitación, el uso del agua en el Proyecto Casa Habitación San Bruno será destinada a usos domésticos (cocina, baños, riego de jardín) y para usos de esparcimiento (alberca).

Eficiencia y uso racional

En cuanto a los usos domésticos, se procurará la instalación de dispositivos ahorradores de agua (llaves de agua aireadoras: Las llaves de lavamanos ahorradoras de agua reducen el consumo mediante sistemas de cierre automático (temporizadas o de botón push) o el uso de aireadores integrados que limitan el caudal a 4.5 o 6 litros por minuto, regaderas para baño ahorradoras de agua (Las regaderas ahorradoras de agua reducen el consumo de 30 litros por minuto a un rango de 3.8 a 10 litros).

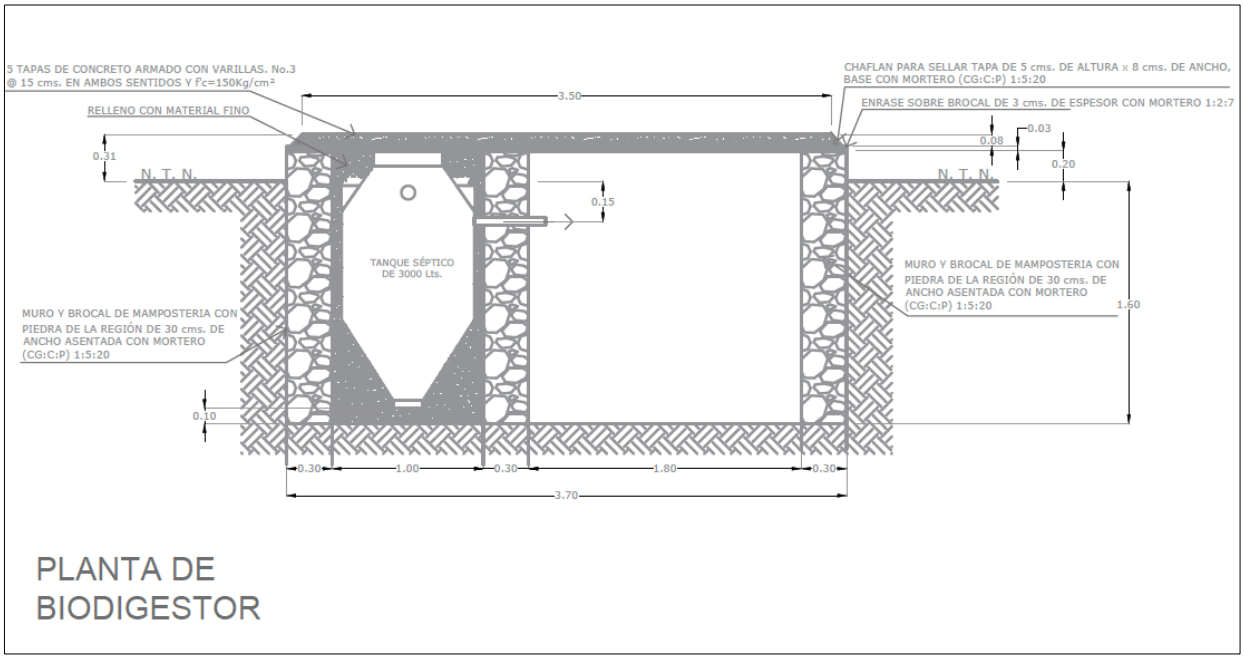


Figura 14. Descripción del SITAR: Biodigestor, humedal y sus características

2.1.8.4. Vialidades y accesos

El acceso al predio se llevará a cabo a través de la Carretera Costera 27 a la altura del Kilómetro

2.1.9. Manejo de Residuos Sólidos

Los residuos sólidos serán separados en sitio (orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables) y almacenados temporalmente en contenedores cerrados para su recolección por el servicio municipal o gestor autorizado. Los residuos orgánicos podrán ser aprovechados mediante compostaje controlado**.**

2.2. Características particulares del proyecto

2.2.1. Programa general de trabajo

Se propone un lapso de 22 meses de trabajo para la construcción y habilitación de la vivienda. Durante este período se realizarán las actividades que incluyen desde la limpieza del terreno hasta los acabados finales de la construcción.

Cuadro 8. Programa general de la preparación y construcción del proyecto "Casa Habitación San Bruno"

Etapa	Mes										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Preparación del sitio											
Despalme y limpieza											
Nivelación											
Construcción											
Cimentación											
Levantamiento de paredes											
Techado											
Acabados											

2.2.2. Requerimiento de personal y maquinaria

De acuerdo con el plan de trabajo presentado anteriormente, el requerimiento de personal para la ejecución del proyecto se estima conforme a la siguiente información:

Cuadro 9. Requerimiento de personal y maquinaria para la construcción del proyecto.

Etapa	Personal y/o maquinaria requeridos
Preparación del sitio	Topógrafo Operador de maquinaria
Construcción	Residente de obra Albañiles Ayudantes Pintores Aluminieros
Maquinaria	Tractor Camión de volteo (Transporte de material)

El material de construcción necesario consiste en bloques, cemento, cal, varillas, cabillas, alambre recosido, clavos de diferentes tamaños, pintura, lozas, cables, poliductos y tubos de PVC y CPVC. Con el objetivo de generar empleos que beneficien directamente a los habitantes de la localidad, se contempla que las plazas correspondientes a mano de obra no especializada sean cubiertas por habitantes de la región y/o de localidades cercanas al sitio del proyecto. No se requiere de un campamento de personal.

2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales

Durante la fase de preparación, se establecerán delimitaciones provisionales con estacas y cuerdas en los predios destinados a construcción y áreas de uso público como andadores y asoleaderos. Estas delimitaciones servirán para garantizar que las labores se mantengan confinadas a las áreas autorizadas, evitando la afectación de las zonas de conservación. No se prevé la instalación de infraestructura temporal significativa, a excepción de pequeñas bodegas para almacenamiento de materiales y un área de resguardo de herramientas.

2.2.4. Preparación del sitio

La preparación del sitio abarcará la limpieza preliminar y el trazo topográfico de las zonas donde se excavará para colocar los pilotes de soporte estructural. A continuación, se describen las actividades que la conforman:

- Desmonte: Remoción de la capa vegetal en las áreas de desplante (vivienda, estacionamiento y accesos). Debido al diseño sobre pilotes, el impacto superficial será controlado. Se empleará un tractor y un camión para remover los materiales.
- Limpieza: Gestión de la materia orgánica derivada del desmonte. Los residuos se triturarán y esparcirán en el lugar para reintegrarse al suelo. Los excedentes serán transportados a un centro de disposición autorizado en vehículos cubiertos con lonas para prevenir derrames.
- Trazo y nivelación: Localización precisa de los puntos de excavación para la cimentación, los cuales transferirán las cargas vivas y muertas de la estructura hacia los estratos más firmes del subsuelo.

2.2.5. Construcción

Cimentación. En esta fase, se realizarán las excavaciones necesarias para la posterior colocación de cimentación. Una vez erigida la estructura de soporte, se proyecta un amarre de cadena con Armex de 15×15 cm y un colado de concreto con una resistencia de F′c=150 kg/cm^2, el cual se fabricará en el sitio. Los cimientos de mampostería se asentarán a base de piedra de la región, unida con mortero de cemento y arena en proporción 1:4. Tanto el mortero como el concreto se elaborarán en la obra mediante el uso de revolvedoras. Cabe destacar que los trabajos de cimentación no requerirán de nivelación de tierras, cortes ni rellenos. El material excedente de las excavaciones para los pilotes, al ser arena propia del lugar, se esparcirá en el mismo sitio. En caso de generar un volumen excesivo, este será retirado de la obra para su disposición final en un tiro autorizado.

Muros de Carga. Los muros estructurales de los módulos se construirán con block hueco de dimensiones 0.15×0.20×0.40 m, asentados con mortero de cemento y arena en proporción 1:4.

Losas de Piso, Entrepiso y Azotea. Las losas de piso, entrepiso y azotea se resolverán mediante el sistema constructivo de vigueta y bovedilla. Particularmente, la losa de azotea recibirá un acabado final a base de calcreto.

Instalaciones y su criterio general

Todas las instalaciones (hidrosanitarias y eléctricas) se canalizarán de forma oculta.

Instalaciones Hidrosanitarias: Las redes hidráulicas y sanitarias se ejecutarán utilizando tuberías y accesorios de PVC de alta densidad, CPVC o polietileno de alta densidad.

Instalaciones Eléctricas: Las trayectorias eléctricas contarán con canalizaciones a base de poliducto para el tendido del cableado.

Muros (Interiores y Exteriores): Se aplicará un acabado tradicional de tres capas (rich, emparche y estuco), mediante aplanados a base de mortero cemento-cal-polvo, respetando las proporciones de dosificación requeridas en proyecto.

Baños y Recubrimientos:

- Los recubrimientos en zonas húmedas se realizarán con losetas cerámicas de diversos diseños y formatos.
- Los muebles sanitarios serán de porcelana.
- Toda la grifería y accesorios metálicos contarán con un tratamiento antioxidante de fábrica (acabados galvanizados, niquelados o cromados) para garantizar su durabilidad.

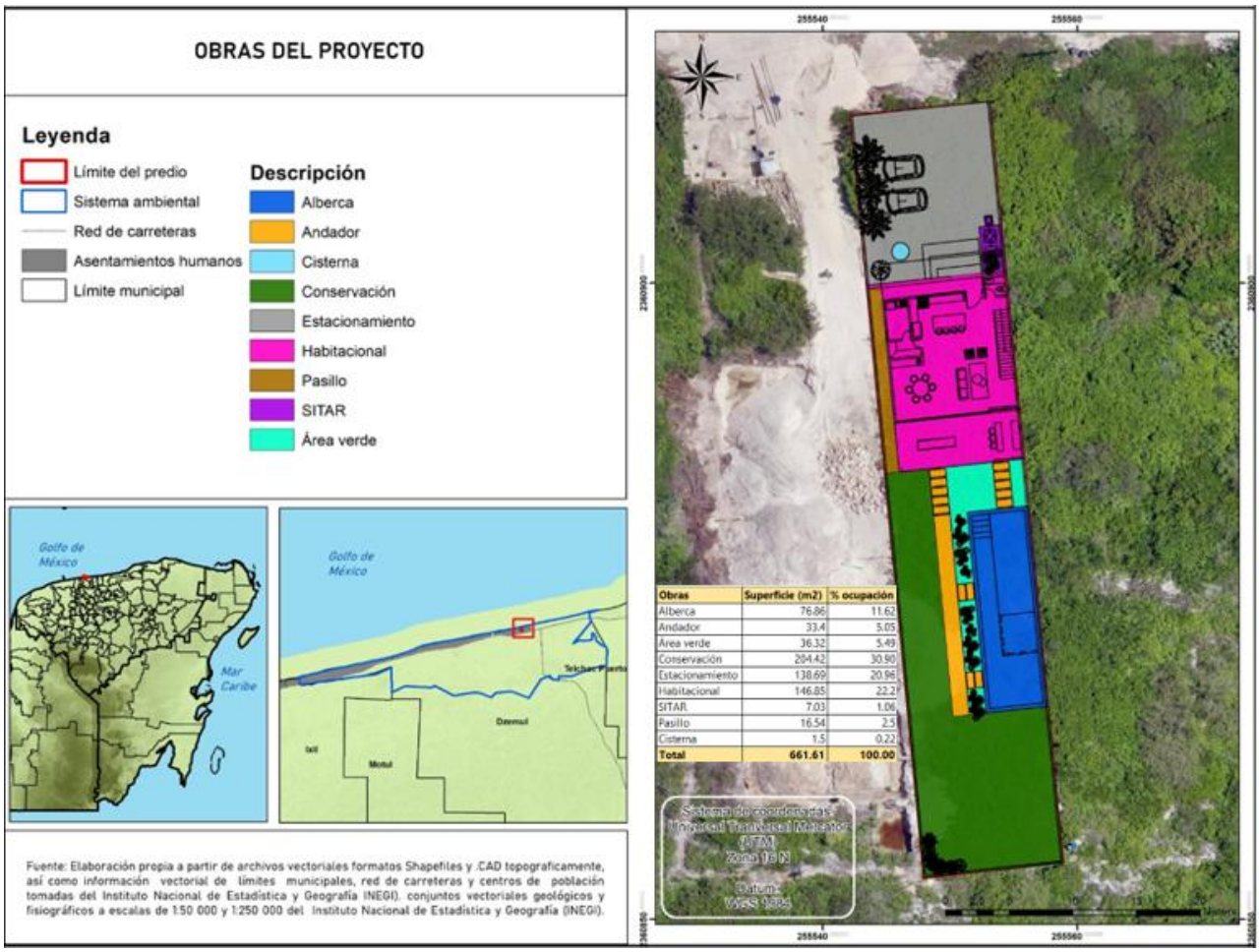


Figura 15. Obras del Proyecto "Casa Habitación San Bruno"

2.2.5.1. Áreas exteriores y complementarias

Estacionamiento y andadores. El estacionamiento del Proyecto se construirá sobre una superficie de 138.69 m^2 (20.96%). Los andadores que se tienen previstos ocuparán una superficie de 33.4 m^2 (5%). Para el sentido de este estudio es importante destacar que se buscará que el suelo correspondiente a estas áreas cuente con la permeabilidad necesaria para evitar afectaciones al suelo y subsuelo.

Alberca. Tendrá una superficie de 76.86 m², construida en concreto reforzado, abastecida de agua a través de pipas, y con un sistema de recirculación y filtrado cerrado, empleando productos ecológicos para el tratamiento del agua. El mantenimiento permitirá conservar el volumen durante al menos cuatro meses sin vaciado completo, reduciendo el consumo y la generación de descargas.

Cisterna. Subterránea con una capacidad de 2,800 litros y una bomba sumergible, tipo Rotoplas, con impermeabilización integral y tapa hermética, construida en el área de servicios. La superficie que ocupará será de 1.5 m^2

2.2.6. Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación, que abarcará 50 años, la residencia, la alberca, la cisterna, el biodigestor y los andadores recibirán mantenimiento preventivo mínimo, priorizando la conservación de materiales locales y la eficiencia de sistemas hidráulicos y sanitarios. La cisterna y el biodigestor serán revisados periódicamente para asegurar su funcionamiento óptimo y evitar fugas o derrames. Las áreas verdes, jardines y la zona de conservación recibirán manejo de mantenimiento ecológico sin alteración de la flora nativa.

Debido a que el proyecto consiste en una "Segunda Residencia", se hace indispensable mantener todas las instalaciones en buen estado durante todo el año, por lo que se realizarán revisiones periódicas del buen funcionamiento de los sistemas eléctrico e hidrosanitario y brindando a estos un mantenimiento periódico.

Mantenimiento general. Limpieza periódica del interior de la infraestructura. Actividades de mantenimiento de tipo preventivo o correctivo, tales como pintura de muros exteriores e interiores, reparación de instalaciones en general.

Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

La zona costera no cuenta con red de drenaje, por lo que las aguas residuales serán enviadas a un biodigestor al cual se le realizará limpieza periódica (anual) de los lodos acumulados.

Para el manejo de los lodos extraídos se contratará el servicio de una empresa especializada que será la responsable de la adecuada disposición final de este residuo.

2.2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto.

El proyecto contempla: jardines de 6.31 m², áreas de asoleaderos de 56.30 m² y caminos existentes de 95.79 m² que se conservarán en su configuración actual. La construcción de la cisterna y biodigestor subterráneos permite una gestión de agua y residuos autónoma, reduciendo la dependencia de servicios externos y evitando impacto visual y ambiental.

2.2.8. Etapa de abandono del sitio.

El Proyecto Casa Habitación San Bruno se establecerá para operar por 99 años o más. En caso de abandono, se contempla la remoción de estructuras superficiales de mínima intervención, devolviendo las áreas de construcción a su estado original o integrándolas a la vegetación circundante. La cisterna y el biodigestor podrán sellarse y rellenarse con material inerte, garantizando que no exista riesgo de contaminación del suelo o de aguas subterráneas. Las áreas de conservación permanecerán intactas, sin alteración de su cobertura vegetal.

2.2.9. Uso de explosivos.

No se prevé el uso de explosivos en ninguna fase del proyecto, dado que la construcción es de baja escala, se realizará sobre terreno estable y no se requieren intervenciones profundas que justifiquen esta práctica.

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

La generación de residuos sólidos se limitará a restos de construcción como bloques, madera, empaques y materiales menores, los cuales serán clasificados y trasladados a sitios autorizados. Los líquidos residuales serán tratados mediante el biodigestor, mientras que las aguas pluviales serán conducidas de manera natural hacia áreas de infiltración. Las emisiones a la atmósfera serán mínimas, provenientes principalmente de mezclado de concreto, operación de bombas de agua y transporte de materiales con maquinaria ligera.

Cuadro 10. Emisiones y transferencia de contaminantes generados por el proyecto.

Etapa	Residuo o emisión generado	Manejo y disposición
PS, C	Los trabajadores generarán residuos fisiológicos.	Manejo: Se prevé la utilización de baños portátiles para la disposición de los residuos fisiológicos. Disposición: la empresa prestadora del servicio será la responsable de la disposición final de los residuos líquidos de las letrinas portátiles.
PS	Residuos vegetales producto de retiro de vegetación.	Manejo: los residuos serán acumulados y trozados. Disposición: se dispersarán por el área del proyecto para que estos se reintegren al suelo.
PS C, OM	Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión y ruido producto de maquinaria y equipo.	Manejo: preventivo, uso de maquinaria y equipo de combustión en buen estado. Disposición: Atmosfera, dispersión natural de los contaminantes.
PS, C	Los trabajadores generarán residuos sólidos no peligrosos.	***Manejo:*** Se utilizarán botes de recolección de basura y se destinara una persona encargada de recolección de los sólidos para su traslado y almacenamiento.

		Disposición: sitio de disposición final más cercano.

PS: Preparación del sitio
C: Construcción
OM: Operación y Mantenimiento

2.2.11. Infraestructura destinada para el manejo y disposición de los residuos

Durante la etapa de preparación del sitio, la infraestructura necesaria para el manejo de los **residuos** consiste en la colocación de contenedores de plástico rotulados con bolsas para el almacenamiento temporal de los residuos procurando su separación entre restos vegetales de desmonte y residuos sólidos urbanos que pudieran generarse por parte de los trabajadores, tales como envolturas de alimentos o utensilios de trabajo. Estos residuos serán trasladados al basurero municipal de Dzemul, lo cual será responsabilidad de la empresa contratista y del promovente dar seguimiento de su adecuada disposición.

Durante la etapa de construcción, la empresa contratista se encargará de trasladar los residuos hacia el sitio de disposición, siendo el promovente quien de un adecuado seguimiento de que la empresa cumpla con las disposiciones legales en esta materia. Cabe mencionar que los residuos derivados del material de construcción serán residuos diferenciados (cartón, plásticos, metales, material pétreo como arena, grava, cemento, bloques) los cuales se evitarán mezclar con la finalidad de reciclarse en sitios de acopio de dichos materiales y así proporcionarles un segundo uso ya sea para su reutilización o reciclaje.

En la etapa de operación de la Casa Habitación, se tramitará ante el municipio o con alguna empresa local el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos para su adecuada disposición.

El manejo de las **aguas residuales** generadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con el servicio de sanitarios portátiles cuyo uso será de manera obligatoria para todos los trabajares que laboren en el proyecto, siendo suficientes para ellos/ellas además de que se les capacite adecuadamente para este uso. El manejo y disposición final de estas aguas residuales será responsabilidad de la empresa contratada para prestar el servicio.

En cuanto a la operación del Proyecto, la disposición de lodos generados por su sistema de tratamiento de aguas residuales se apegará a la norma correspondiente (Capítulo II de este Manifiesto) así como a su Plan de Manejo de Residuos (**Anexo III**)

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO "CASA SAN BRUNO"

CAPÍTULO II

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

AGOSTO 2026

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

Contenido

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....5
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY) 5
Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY) 11
PEDUY-001: Vinculación con otros ordenamientos 18
PEDUY-002: Clasificación de usos y actividades..... 20
PEDUY-003: Determinación de la compatibilidad estratégica 22
PEDUY-004: Compatibilidad con acciones urbanísticas 27
PEDUY-005: Aptitud de usos y actividades por tipología de Unidad de Gestión Territorial 29
PEDUY-006: Densidades e intensidades de utilización del proyecto 33
PEDUY-008: Lineamientos para áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables. 35
PEDUY-009: Lineamientos para el ordenamiento de los asentamientos humanos y la vivienda en el territorio. 39
PEDUY-018: Disposiciones aplicables a zonas de riesgo natural 43
PEDUY-019: disposiciones aplicables a zonas de riesgo antrópico 44
PEDUY-020: disposiciones aplicables a zonas de importancia hidrológica..... 46
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) 49
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo De México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) 59
Sitios RAMSAR 70
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs) 70
Instrumentos jurídicos: leyes y reglamentos 72
Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Impacto Ambiental..... 75
Ley General de Cambio Climático DOF 01-04-2024..... 78
Reglamento de Ley de Desarrollo Inmobiliarios del Estado de Yucatán – Última reforma DOF 26/01/2017..... 82
Ley General de Asentamiento Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU). Última reforma DOF 01/04/2024..... 83
Instrumentos normativos: Normas Oficiales Mexicanas 85

NOM-001-SEMARNAT-2021 - Límites máximos permisibles para descargas de aguas residuales en cuerpos receptores y bienes nacionales. 85

NOM-022-SEMARNAT-2003 - Protección de humedales costeros, principalmente manglar y hábitats asociados..... 85

NOM-041-SEMARNAT-2015 - Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible. APLICA POR LA CONSTRUCCIÓN..... 86

NOM-045-SEMARNAT-2017 - Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible. 86

NOM-052-SEMARNAT-2005 - Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. 86

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 86

NOM-162-SEMARNAT-2012 - Especificaciones para la operación de centros de acopio y manejo de residuos de manejo especial (RME). 86

NOM-011-ENER-2006 - Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado..... 87

Consideraciones Ambientales y Locales en San Bruno 87

NOM-021-ENER/SCFI-2017 - Eficiencia energética de lámparas LED, CFL y sistemas para iluminación..... 87

NOM-023-ENER-2010 - Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado..... 88

NOM-008-ENER-2001 - Envolvente térmica en edificaciones para uso eficiente de energía. 88

Índice de cuadros

Cuadro 1. Regulación de usos de suelo de la UGA DZE02-BAR_AP1 6
Cuadro 2. Criterios de uso de suelo correspondientes a la UGA DZE02-BAR_AP1 7
Cuadro 3. Aptitud estratégica para el aprovechamiento territorial de la UGT-COS-02 13
Cuadro 4. Orientación Estratégica o normativa relacionada con el aprovechamiento territorial para la UGT-COS-02 16
Cuadro 5. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-001..... 18
Cuadro 6. Vinculación del proyecto con la Norma PEDUY - 002: Clasificación de usos y actividades..... 20
Cuadro 7. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-004..... 27
Cuadro 8. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-005..... 29
Cuadro 9. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-006..... 33
Cuadro 10. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-009... 39

Cuadro 11. Porcentaje de territorio en zonas de riesgo natural por UGT 44
Cuadro 12. UGT con superficies en zonas de riesgo antrópico. 45
Cuadro 13. Porcentaje de territorio en zonas con alto valor hidrológico por UGT 48
Cuadro 14. Características generales de la UGA 007 del POETY, 2023. 50
Cuadro 15. Síntesis y regulación de uso de suelo para la UGA007-APROV-DZE 50
Cuadro 16. Análisis vinculante con los criterios ambientales generales de la UGA007-APROV-DZE 51
Cuadro 17. Análisis vinculante con los criterios ambientales específicos para el uso “Asentamientos Humanos” 54
Cuadro 18 . Análisis vinculante con los criterios generales aplicables 62
Cuadro 19 . Criterios específicos para la UGA 108 68

Índice de figuras

Figura 1. Situación espacial del predio en función a las Unidades de Gestión del POETCY 6
Figura 2. Situación del predio en función a las Unidades de Gestión Primaria. 15
Figura 3. Restricciones territoriales por riesgo natural (CONAPRED, 2007; SGM, 2013; CONAFOR, 2021) 43
Figura 4. Restricciones territoriales por riesgo antrópico (GeoComunes, 2019) 45
Figura 5. superficies en zonas de alto valor hidrológico 48
Figura 6.Situación del predio del proyecto en función al POETY, 2023 49
Figura 7. Unidad de Gestión Ambiental # 108 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo De México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) 59
Figura 8. Cuadro correspondiente a las acciones específicas de la UGA 108. Del POEMyRGMy MC. 60
Figura 9. Situación del predio del proyecto en función a las UGAs del POEMyRGMyMC 61
Figura 10 . Situación espacial del predio en función a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) 71

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

La construcción y operación del proyecto habitacional, ubicado en la localidad de San Bruno, municipio de Dzemul, se encuentra regulada por un conjunto de ordenamientos jurídicos que determinan las condiciones bajo las cuales puede desarrollarse. La identificación de estos instrumentos permite establecer con claridad el marco jurídico aplicable y definir las obligaciones ambientales que deberán ser observadas durante la preparación del sitio, su construcción y operación.

La evaluación de la viabilidad ambiental del proyecto se sustenta en un conjunto integral de instrumentos administrativos, jurídicos y normativos que operan en distintos niveles y cumplen funciones específicas dentro del proceso de regulación ambiental en México.

Primeramente, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio y los Planes de Desarrollo Urbano los cuales son instrumentos administrativos, constituyen la base para determinar la viabilidad territorial del proyecto pues establecen los usos de suelo permitidos, las políticas ambientales aplicables a cada unidad de gestión y las restricciones derivadas de la importancia ecosistémica del sitio. Su función es definir si el proyecto es compatible, condicionado o no compatible con el territorio, funcionando como el primer filtro regulatorio.

En el siguiente grupo de fundamentos se presenta un análisis comparativo entre el contenido de las leyes, reglamentos y normas vigentes en las materias de impacto aplicables (agua, suelo, vida silvestre, residuos y atmósfera).

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

Instrumento de política ambiental que regula el uso territorial de la franja costera; define Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con criterios ecológicos vinculantes. Este programa tiene como finalidad garantizar un desarrollo sustentable en la zona costera, considerando la fragilidad ecológica de sus ecosistemas y los servicios ambientales que provee.

Originalmente, el POETCY fue emitido mediante el **Decreto 160/2014**, publicado en el Diario Oficial del Estado. Sin embargo, mediante el **Decreto 308/2015**, publicado el **14 de octubre de 2015**, se modificaron contenidos importantes del programa. Estas modificaciones respondieron a una revisión integral con enfoque técnico-científico, para ajustar los usos del suelo, capacidades de carga de las UGA y criterios de regulación ecológica, especialmente en zonas como la barra arenosa.

Con base en la cartografía actualizada del POETCY, el predio del proyecto se encuentra dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental DZE02-BAR_AP1**, correspondiente a una barra costera. Esta UGA tiene reglas específicas para construcción, incluyendo la exigencia de estudios de capacidad de carga o "estudio de contexto" para edificaciones, conforme a los criterios de regulación ecológica vigentes tras la reforma de 2015.

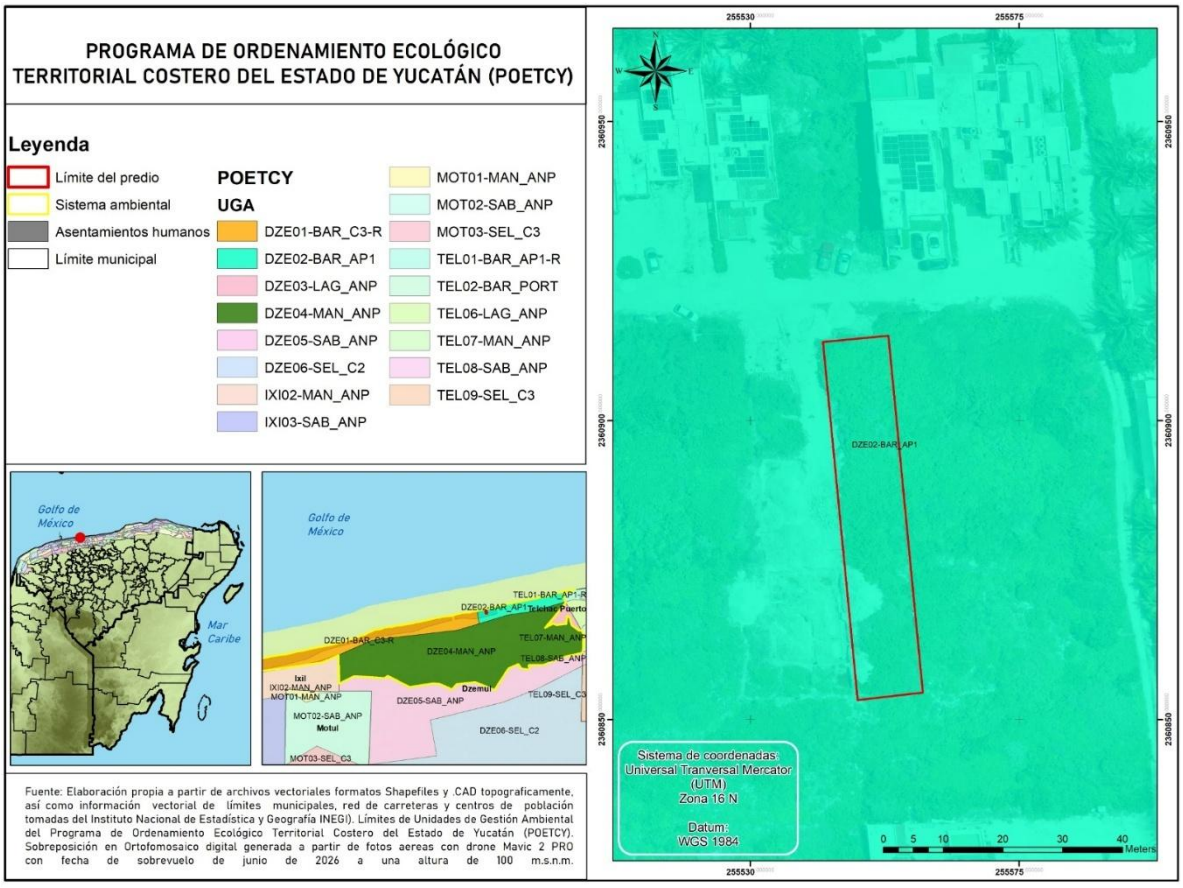


Figura 1. Situación espacial del predio en función a las Unidades de Gestión del POETCY

De acuerdo con el **Artículo 10, fracción III** del POETCY aplicable vigente, la UGA DZE02-BAR_AP1 está regulada por la política **Aprovechamiento sustentable de baja intensidad**. Estas UGA se identificarán con el código AP1.

El Proyecto Casa Habitación San Bruno cuenta con la compatibilidad para realizarse de acuerdo con las características del uso de suelo en donde se ubicará (Ver Cuadros 1, 2 y 3).

Cuadro 1. Regulación de usos de suelo de la UGA DZE02-BAR_AP1

Clave	Política	Actuales	Compatibles	No Compatibles	Criterios de Regulación ecológica
DZE02-BAR	API	2,9,22	1,2,3,4,9,20,21,22, 23,25	5,6,7,8,9,10,11,12, 13,14,15,16,17,18, 19,24,26,27,28,29	2,5,9,10,11,12,19,20,21,24, 29,30,31,32,34,35,38,57,59, 61,63,64

Cuadro 2. Criterios de uso de suelo correspondientes a la UGA DZE02-BAR_AP1

Regulación	Uso de suelo
Actividades y usos de suelo actuales	2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna
	9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales)
	22. Vivienda Unifamiliar
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
	9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
	20. Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).
	21. Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
	22. Vivienda unifamiliar
	23. Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
	25.- Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
No compatibles	5. Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
	6. Acuacultura artesanal o extensiva.
	7. Acuacultura artesanal o extensiva.
	8. Agricultura industrial.
	10. Agricultura semi intensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
	11. Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
	12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
	13. Extracción artesanal de sal o artemia.
	14. Extracción industrial de sal.
	15. Extracción de arena.
	16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
	17. Extracción industrial de piedra o sascab.
	18. Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
	19. Industria en general.
	23.- Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
	24. Campos de golf.
	26. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
	27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.
	28. Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
	29. Industria eoloeléctrica

Aunado a los criterios anteriores, el **POETCY** incluye aquellos de regulación ecológica que deben considerarse al ejecutar cualquier proyecto compatible (Cuadro x).

Cuadro 3. Criterios de regulación ecológica de la UGA.

No.	Criterio	Vinculación
2	Dada la aptitud de este territorio y su grado de vulnerabilidad se restringe el establecimiento de nuevas zonas para la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuacultura, así como la ampliación de las existentes.	El proyecto no propone actividades extractivas ni acuícolas; se declara incompatibilidad con usos de acuacultura y se obliga su prohibición en planos y cláusulas contractuales del predio.
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	Abastecimiento previsto por camión cisterna. El proyecto no considera extracción u aprovechamiento del acuífero.

	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.	
9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.	Proyecto no contempla extracción de arena; cualquier necesidad de material se cubrirá con proveeduría autorizada.
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo, se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	El Proyecto Casa Habitación San Bruno corresponde a una casa habitación unifamiliar, en este sentido, no le aplica al Proyecto el 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. Tampoco le aplica 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. En conclusión, no aplica este Criterio de Regulación Ecológica.
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	El proyecto **no** considera establecer cercos perimetrales de ningún tipo que limite el libre tránsito de fauna.
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos	Proyecto no incluye espigones, escolleras ni obras de transporte litoral; El proyecto no considera ningún tipo de obra en zona federal.

	de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.	
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 manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.	El proyecto no incluye ningún tipo de actividad en la Zona Federal Marítimo Terrestre ya que no se establece en un predio ubicado frente a la playa.
20	Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación, previa evaluación en materia de impacto ambiental.	El proyecto no corresponde a la construcción de un predio urbano frente a la playa.
21	En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.	El proyecto no se establecerá en la primera duna.
24	**La altura máxima** de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en todo el predio. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m2 y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes.	De acuerdo con los cálculos realizados en materia de capacidad de carga y, en contraste con las especificaciones del Proyecto Casa Habitación San Bruno, se obtuvo que, tanto la Capacidad de Carga Habitacional Efectiva como la Capacidad de Carga Real se encuentran dentro de los rangos de lotes unifamiliares que pudieran establecerse en todo el predio. La superficie de ocupación puede aumentar hasta un 115%.
29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos	No aplica ya que el proyecto corresponde a una casa habitación la cual no considera la instalación de infraestructura de apoyo para las actividades descritas en este numeral.

	de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.	
30	Los accesos peatonales a la playa, ya sean públicos o privados; deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no destruir la vegetación fijadora de la arena, o accesos serpenteados no mayores a un 1.5 m de ancho.	No aplica ya que el proyecto no incluye la construcción de accesos peatonales a la playa.
31	Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión deberán contemplar el acceso público a zona federal marítimo terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200 m.	El proyecto no bloquea el acceso público a la ZOFEMAT.
32	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.	En ninguna de las etapas del proyecto se contempla el uso de vehículos motorizados en la primera duna que pongan en riesgo la integridad de los ejemplares de tortugas marinas en cualquier etapa del proceso de anidamiento.
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.	El proyecto no se encuentra ubicado en un sitio de primera duna o frente a la playa, por tanto, este precepto no es aplicable. No obstante, no se excluye la responsabilidad de estar informados respecto a los preceptos a seguir en la temporada de anidación y cumplir con las indicaciones de la autoridad competente.
35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.	El proyecto no corresponde a una unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado, por lo que no aplica este precepto.
38	Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.	No se contempla la modificación a los accesos a la playa por lo que se mantendrá la permeabilidad en los mismos.
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	El diseño del proyecto contempla un sistema de tratamiento integral consistente en dos etapas de tratamiento: el biodigestor y el humedal de flujo horizontal que permite la reutilización adecuada y conforme a la ley de las aguas grises resultantes. De igual forma, el proyecto se abastecerá de agua por medio del contrato de servicio de pipas de llenado por lo que, en la medida de la disponibilidad, se considerarán sistemas que incluyan tecnologías de ahorro y uso responsable (ejemplos: grifos ahorradores e inodoros de menor capacidad).
59	No se permite que se realicen en playas y lagunas el mantenimiento de embarcaciones, motores, y depósitos de aceites y combustibles,	El proyecto no considera ninguna actividad, proceso o estructura mencionada en este numeral.

	lo anterior deberá hacerse adecuadamente en los refugios y puertos de abrigo de acuerdo con lo establecido en las leyes aplicables en la materia. En el caso de motobombas para la actividad salinera, los arreglos mayores se realizarán en talleres establecidos para tal efecto.	
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	El proyecto no contempla la generación de residuos tóxicos, peligrosos o biológico infecciosos en alguna de las etapas de su ejecución. Las actividades propias de los procesos de construcción, mantenimiento y funcionamiento de la Casa – Habitación San Bruno son incompatibles en la generación de este tipo de residuos. En cuanto a la generación de residuos sólidos urbanos se realizará lo competente para que los residuos sean retirados adecuadamente por el servicio de recolección municipal. En cuanto a los residuos de manejo especial generados en la etapa de construcción del proyecto, se procederá a la contratación de un servicio especializado de colecta y disposición final.
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 para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.	El proyecto no contempla dentro de ninguna de sus etapas y actividades la actividad pesquera en cualquiera de sus modalidades (la recreativa, y la de subsistencia) que considere las zonas de playa adyacente al predio (ni ninguna otra) como punto de partida o retorno, por lo que no se generarán residuos derivados. En caso de considerarse como actividad recreativa relacionada con actividades de las personas ocupantes, esta se hará por medio de prestadores de servicios autorizados en los sitios autorizados para realizar dichas actividades (Puertos de Abrigo).
64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.	El proyecto no generará salmueras; las aguas residuales tratadas no serán vertidas a humedales ni lagunas. Las descargas al sistema de tratamiento de aguas residuales se realizarán en apego a la legislación y normatividad aplicable.

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY)

El **Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY)**, publicado mediante **Decreto 783/2024** en el Diario Oficial del Gobierno del Estado (2 de julio de 2024), constituye el instrumento rector para regular el uso del suelo, la densidad de ocupación y la prevención de riesgos en el territorio estatal. El PEOTDUY organiza el estado mediante **Unidades de Gestión Territorial (UGT)** primarias y secundarias con criterios ambientales, urbanos y de riesgo.

En este contexto, el **Proyecto Casa - Habitación San Bruno**, destinado a la construcción de una vivienda unifamiliar de baja densidad, debe evaluarse en función de su

correspondencia con los criterios, políticas y estrategias establecidas en el PEOTDUY. Dado que este instrumento incorpora una visión integrada de ordenamiento ecológico y urbano, su análisis permite verificar que el proyecto se encuentra alineado con las disposiciones de aprovechamiento racional del suelo, protección de ecosistemas sensibles, gestión responsable del agua, prevención de riesgos, y fomento de asentamientos humanos compatibles con su entorno inmediato.

La vinculación con el PEOTDUY se basa en identificar el tipo de unidad territorial donde se localiza el predio, así como las directrices aplicables a zonas costeras y a asentamientos de baja densidad. A partir de ello se determina la compatibilidad del proyecto con el modelo territorial propuesto, los criterios de conservación y restauración ambiental, las políticas de infraestructura y servicios, así como las medidas de gestión integral del riesgo y de adaptación al cambio climático.

El proyecto se localiza en el municipio de Dzemul dentro de la Unidad de Gestión Territorial primaria UGT-COS-02 dentro del grupo 3 denominado "Sector Costero". Observar que la **Prioridad de aprovechamiento territorial** corresponde a la **Prioridad 1** la cual está descrita en el Programa a que hace referencia este apartado de la siguiente forma:

a) Prioridad 1. Orientadas a consolidar, densificar, mejorar y regenerar los asentamientos existentes, haciendo uso preferente de los predios baldíos las construcciones en abandono y los predios subutilizados en general

Cuadro 3. Aptitud estratégica para el aprovechamiento territorial de la UGT-COS-02

<table>
<tr><th rowspan="2">UGT</th><th colspan="3">Aprovechamiento territorial</th><th rowspan="2">Prioridad de aprovechamiento territorial</th></tr>
<tr><th>Aptitud estratégica para asentamientos humanos</th><th>Aptitud estratégica para actividades productivas</th><th>Aptitud actual por actividades productivas existentes</th></tr>
<tr><td rowspan="2">UGT-COS-02</td><td>APTO
Tipologías compatibles en ordenamientos ecológicos o PDU específico armonizados con regulaciones ambientales y costeras</td><td>CONDICIONADO
Actividades urbanas de soporte productivo a los asentamientos humanos Tipologías compatibles en ordenamientos ecológicos o PDU específico armonizados con regulaciones ambientales y costeras</td><td rowspan="2">Actividades urbanas de soporte productivo a los asentamientos humanos existentes al interior de los asentamientos humanos.

Aplica sólo mantenimiento de las actividades productivas en congruencia con los criterios de regulación ecológica, con énfasis en las regulaciones costeras.</td><td rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Promover le menor impacto ambiental y el incremento de la resiliencia ante riesgos de desastres por peligros naturales y antrópicos, conforme a las regulaciones ambientales, costeras y de prevención de riesgos aplicables</td></tr>
<tr><td>ANP</td><td colspan="4">No</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Regulaciones costeras</td><td>ZOFEMAT y/o regulaciones portuarias</td><td colspan="3">Si</td></tr>
<tr><td>Sistema de Ciénegas y Manglares</td><td colspan="3">Colindante</td></tr>
<tr><td>Área de aplicación del POETCY</td><td colspan="3">Si</td></tr>
<tr><td>Acciones urbanísticas asociadas a uso</td><td colspan="4">Serán factibles las acciones urbanísticas asociadas al USO URBANO conforme a la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-004 y las disposiciones establecidas en ordenamientos ecológicos, PDU específico o normatividad aplicable armonizada con las</td></tr>
</table>

de suelo y actividades productivas	regulaciones ambientales y costeras. Asimismo, se permitirán aquellas asociadas a actividades productivas compatibles con el USO URBANO, que sean autorizadas conforme a los instrumentos previamente referidos.		
Coeficiente de Ocupación del Suelo recomendado	70% (supletorio, condicionado conforme a lo establecido programas de ordenamiento ecológico, PDU específico o normatividad armonizada con las regulaciones ambientales y costeras.		
Zona de riesgo natural.	Si	Nivel de Restricción (porcentaje de superficie territorial)	Nivel 1: 98.05% Nivel 2: 0.19% Nivel 3: 0.37% Nivel 4: 0.34% Nivel 5: 1.06%
	Tipología de riesgos	Fracturas, ciclones, inundaciones y sequías	
Zona de Riesgo Antrópico.	Sí	**Nivel de Restricción (porcentaje de superficie territorial)**	Nivel 1: 0.01% Nivel 2: 4.71% Nivel 3: 0% Nivel 4: 0% Nivel 5: 0%
	Tipología de riesgos	Actividad agroindustrial, actividad minera y degradación del suelo	
Zona de Importancia Hidrológica.	Si	**Nivel de Restricción (porcentaje de superficie territorial)**	Nivel 1: 0% Nivel 2: 3.98% Nivel 3: 0% Nivel 4: 95.98% Nivel 5: 0%
	Características relevantes	Cenotes y vulnerabilidad del agua subterránea	

Por lo tanto, para el **aprovechamiento territorial** específica a la **aptitud estratégica para asentamientos humanos** para la citada Unidad de Gestión Territorial resulta ser **condicionado a**: **Tipologías compatibles en ordenamientos ecológicos o PDU específico armonizados con regulaciones ambientales y costeros.**

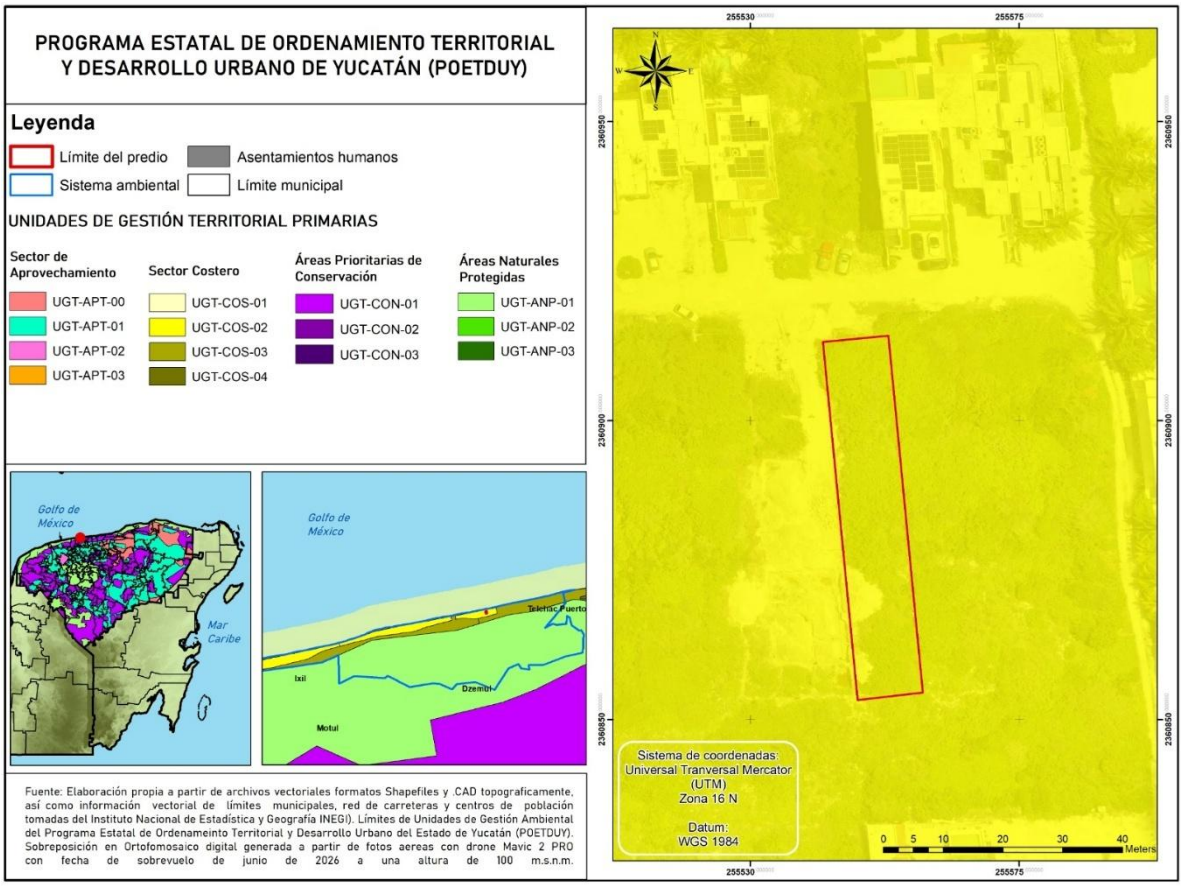


Figura 2. Situación del predio en función a las Unidades de Gestión Primaria.

Debido a que el uso es apto para asentamientos humanos, respecto a las aptitudes estratégicas para el aprovechamiento territorial, es necesario consultar los lineamientos pertinentes derivados de la **Orientación Estratégica o normativa relacionada con el aprovechamiento territorial** para la UGA.

Resultado de esto, dadas las condicionantes previamente mencionadas, la zona donde se encuentra el proyecto se clasifica como: **Áreas no urbanizadas en franja costera que permiten o condicionan aprovechamiento territorial**, el cuadro siguiente detalla la orientación y normativa relacionada al aprovechamiento territorial emanadas del nivel estratégico del PEOTDUY.

Cuadro 4. Orientación Estratégica o normativa relacionada con el aprovechamiento territorial para la UGT-COS-02

CLAVE UGT	DESCRIPCIÓN	ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA O NORMATIVA RELACIONADA CON EL APROVECHAMIENTO TERRITORIAL.
UGT-COS- 02	Áreas urbanizadas de los centros de población localizados en la franja costera (excluye aquellas proyectadas como centralidades urbanas, conforme al Sistema Urbano Estatal	• Aptitud para el aprovechamiento urbano • Acciones urbanísticas compatibles: aquellas tendientes al mejoramiento, consolidación, regeneración y conservación en los asentamientos humanos • Aprovechamiento productivo condicionado a actividades compatibles con asentamientos humanos y permitidas en los ordenamientos ecológicos y programas de desarrollo urbano en congruencia con la aptitud territorial • Aplica política de contención urbana y productiva: la expansión física está restringida y sólo se permitirá en las zonas que determinen los ordenamientos ecológicos o programas de desarrollo urbano, por lo que los requerimientos de vivienda y la localización de actividades productivas, deberá realizarse a partir de la ocupación de predios baldíos, viviendas desocupadas y otros vacíos urbanos al interior de sus límites, así como la densificación de los asentamientos humanos con base a umbrales máximos determinados en los instrumentos señalados • Los ordenamientos ecológicos y los programas de desarrollo urbano establecerán los umbrales máximos de expansión y densificación permitidos, así como las disposiciones normativas que regulen las acciones urbanísticas y el aprovechamiento territorial en general, en congruencia con las regulaciones costeras • Las acciones urbanísticas se sujetarán a las disposiciones de regulación urbana aplicables a la zona costera • <u>Acciones prioritarias:</u> **1)** Formular o fortalecer disposiciones en materia de asentamientos humanos en el POETCY, ordenamientos ecológicos locales o programas de desarrollo urbano, en congruencia con las regulaciones costeras, **2)** crear reglamentos o disposiciones específicas para la promover un aprovechamiento sustentable en sectores costeros donde sea factible el aprovechamiento territorial, **3)** fomentar marcos de actuación coordinados entre las autoridades competentes para la armonización de los instrumentos de planeación territorial que regulan el sector costero, y/o para definir ámbitos de actuación en materia de planeación y regulación de los asentamientos humanos, **4)** gestionar acciones urbanísticas para el mejoramiento, consolidación, regeneración y conservación en los asentamientos humanos, y 5) fortalecer los mecanismos de gestión y regulación urbana.

El proyecto **"Casa - Habitación San bruno"** se localiza en el municipio de Dzemul, dentro de la **UGT primaria UGT-COS-02 "Sector Costero"** (Cuadro 3), misma que se ajusta a los preceptos de Aprovechamiento territorial como se describe de manera resumida en sus aptitudes estratégicas:

- APTO PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS.
- CONDICIONADO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. **No aplica para el Proyecto.**
- APTITUD ACTUAL Actividades urbanas de soporte productivo a los asentamientos humanos existentes al interior de los asentamientos humanos. Aplica sólo mantenimiento de las actividades productivas en congruencia con los criterios de regulación ecológica, con énfasis en las regulaciones costeras.
- PRIORIDAD DE APROVECHAMIENTO TERRITORIAL **TIPO 1**. Orientadas a consolidar, densificar, mejorar y regenerar los asentamientos existentes, haciendo uso preferente de los predios baldíos las construcciones en abandono y los predios subutilizados en general.

A continuación, se presenta el análisis vinculante con el nivel normativo del POETDUY

PEDUY-001: Vinculación con otros ordenamientos

Cuadro 5. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-001

PEDUY-001: Vinculación con otros ordenamientos	VINCULACIÓN
I. El PEDUY es un instrumento de planeación territorial de observancia y cumplimiento mandatorio para todas las autoridades y personas que habitan el territorio estatal o promueven políticas, programas, proyectos y acciones urbanísticas en él.	El **Proyecto "Casa Habitación San Bruno"** cuenta con la compatibilidad para realizarse de acuerdo con las características del uso de suelo en donde se ubicará (Ver análisis **POETCY DZE02-BAR-AP1** en este mismo Capítulo). De acuerdo con el **POETY**, se encuentra en la **UGA007-APROV-D2E,** se concluyó que es compatible el uso que se realizará a través de este Proyecto (Ver análisis POETY en este mismo Capítulo).
*II. En la elaboración o actualización de los instrumentos del Sistema General de Planeación Territorial establecido por la LGAHOTDU y la LAHEY, de un nivel de planeación inferior, se deberá garantizar la **adecuada congruencia**, ajuste y coordinación con el PEDUY.*	El concepto de **concurrencia** en el marco de la *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano* (LGAHOTDU) se fundamenta en el artículo 73, fracción XXIX-C de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Este principio establece que la ordenación, regulación y planeación de los asentamientos humanos no es facultad exclusiva de un solo nivel de gobierno, sino una **materia distribuida y compartida entre los cuatro órdenes de gobierno**: la Federación, las entidades federativas (estados), los municipios y las demarcaciones territoriales (alcaldías de la Ciudad de México) En este sentido, El Proyecto se evalúa bajo el principio de congruencia jerárquica. En el municipio de Dzemul opera también el **POETCY**, cuyo carácter es vinculante para toda la zona costera, el mismo **asegura que las acciones propuestas no son contradictorias con sus lineamientos**. De igual manera, ya que este último reconoce explícitamente la necesidad de coordinarse con los ordenamientos ecológicos vigentes. Así, se garantiza coherencia entre la regulación ecológica (POETCY) y la territorial (PEDUY).
III. Las autoridades de los tres órdenes de gobierno deberán observar el PEDUY vigente en las opiniones técnicas, factibilidad es, dictámenes, licencias, autorizaciones y otros documentos oficiales relacionados con los estudios territoriales preliminares e instrumentos de control del suelo establecidos en la legislación en la materia.	Las autorizaciones que requiere el proyecto deberán fundamentarse en el PEDUY y, en paralelo, observar la compatibilidad establecida por el POETCY. La coincidencia entre ambos instrumentos —pues ambos permiten la tipología de Vivienda Unifamiliar en la zona— facilita la emisión de dictámenes favorables, dado que **no existe contradicción entre la política territorial estatal y la zonificación ecológica costera.**

IV. En el caso de que un municipio no cuente con instrumentos del Sistema General de Planeación Territorial, toda autorización de uso de suelo y de las acciones urbanísticas deberá ser congruente con el PEDUY, siendo éste y otros instrumentos estatales vinculados con el ordenamiento y la planeación territorial, un marco de referencia mandatorio para las autoridades municipales, tal y como se señala en la LGAHOTDU y la LAHEY.	Dzemul no cuenta con un PDU vigente, en este sentido el proyecto "Casa Habitación San Bruno" es congruente con el PEDUY y los instrumentos descritos en el presente Capítulo.
V. En el caso de que un instrumento del Sistema General de Planeación Territorial se encuentre vigente previo a la actualización o publicación de un instrumento de un nivel de planeación superior, éste seguirá siendo válido y deberá ser revisado y ajustado para garantizar su conformidad con el PEDUY para así lograr una planificación urbana coherente y coordinada entre los diferentes niveles de gobierno y garantizar un desarrollo sostenible y equilibrado en el estado.	El POETCY, aunque anterior a la versión más reciente del PEDUY, continúa vigente y es obligatorio, así mismo no presenta contradicción con las directrices territoriales del PEDUY en la zona de San Bruno, Dzemul ya que ambos permiten usos residenciales compatibles con el entorno. Esto asegura que el proyecto no depende de criterios desactualizados o incompatibles y se mantiene congruente con la estructura territorial estatal.
VI. En la medida de la suficiencia presupuestaria, capacidad técnica y temporalidad de la administración pública, posterior a la entrada en vigor del PEDUY, las autoridades competentes promoverán la actualización o elaboración de un instrumento del mismo nivel que aquel vigente a la fecha de entrada en vigor del instrumento estatal.	El marco normativo municipal se encuentra en proceso permanente de armonización con el PEDUY; sin embargo, la presencia del POETCY garantiza que la zona ya cuenta con un instrumento ecológico vigente y vinculante. Por ello, la evaluación del proyecto se sustenta en criterios actualizados y consistentes, tanto territoriales como ecológicos.
VII. Los lineamientos aplicables a un área del territorio de naturaleza público o privado, localizada en dos o más UGT, se sujetarán a los instrumentos del que sean materia de estudio, siendo el PEDUY el instrumento dispuesto por la LAHEY a nivel estatal el encargado de planificar, ordenar y regular los asentamientos humanos, a reserva de lo dispuesto por los ordenamientos ecológicos en áreas de conservación y áreas naturales protegidas.	El proyecto "Casa Habitación San Bruno" no está localizada en dos o más UGT.
VIII. Aquellos instrumentos de planeación territorial que se elaboren con posterioridad al PEDUY, deberán sujetarse y ser congruentes con el mismo para su aprobación y posterior inscripción al registro público del estado.	Cualquier instrumento municipal o sectorial posterior deberá alinearse al PEDUY y mantener compatibilidad con el POETCY. Puesto que el proyecto es congruente con ambos instrumentos —PEDUY y POETCY— se garantiza que su ejecución no entrará en conflicto con futuras regulaciones derivadas del proceso de armonización territorial del estado.

PEDUY-002: Clasificación de usos y actividades

Cuadro 6. Vinculación del proyecto con la Norma PEDUY - 002: Clasificación de usos y actividades

PEDUY-002: Clasificación de usos y actividades	VINCULACIÓN
I. *Los usos y actividades se refieren a los fines públicos o privados a los que se destinan uno o más predios o superficies pertenecientes a un ecosistema o territorio, que previa autorización, se desarrolla a través de la utilización del territorio para su aprovechamiento, en cumplimiento con los términos previstos por la legislación aplicable.*	El proyecto "Casa Habitación San Bruno" corresponde a un **uso habitacional unifamiliar de carácter privado**, cuya realización depende del cumplimiento de la legislación territorial y ambiental aplicable. Este uso es compatible tanto con la clasificación del **PEDUY** como con la zonificación ecológica del **POETCY (Decreto 160/2014)**, el cual permite explícitamente el uso **Vivienda Unifamiliar** dentro de la UGA donde se ubica el predio. Por lo tanto, el destino propuesto del predio se ajusta a los fines permitidos para el territorio costero, atendiendo los criterios estatales y ecológicos vigentes.
II. *Toda uso o actividad deberá ser autorizado por la autoridad competente, por lo que incurre en una falta legal y administrativa sujeta a las sanciones correspondientes, llevar a cabo acciones de aprovechamiento territorial sin la autorización que señala la normativa aplicable.*	El proyecto "Casa Habitación San Bruno" se desarrollará únicamente mediante autorizaciones y trámites establecidos por la normativa, incluyendo la evaluación ambiental y las determinaciones de uso de suelo estatal y municipal. Al ser congruente con el PEDUY y el POETCY, el proyecto no implica ningún cambio de uso prohibido ni requiere excepciones normativas. La compatibilidad dual evita conflictos administrativos y garantiza que las acciones del proyecto sean legalmente autorizables.
III. *La clasificación de usos y actividades tendientes al aprovechamiento territorial en Yucatán es la siguiente (se omiten los incisos a – i por no aplicar al proyecto):* ***j) Urbano (asentamientos humanos)*** ***vi. Habitacional*** *• Desarrollo inmobiliario tipo habitacional (horizontal)* *• Desarrollo inmobiliario tipo mixto con habitacional (horizontal)* *• Desarrollo inmobiliario tipo habitacional (vertical)* *• Desarrollo inmobiliario tipo mixto con habitacional (vertical)* ***• Vivienda.***	El proyecto se clasifica directamente dentro de la categoría **Urbano – Habitacional – Vivienda** establecida por el PEDUY. Esta tipología coincide con el uso permitido por el POETCY para el área costera de **Dzemul** (Vivienda Unifamiliar). La correspondencia exacta entre la clasificación territorial del PEDUY y la clasificación ecológica del POETCY confirma que el proyecto se encuentra dentro de los usos autorizados y no genera incompatibilidad normativa. El Proyecto consiste en una construcción de vivienda veraniega, contempla obras asociadas como alberca, andador, pasillo, cisterna, sistema de tratamiento de aguas residuales, área permeable de estacionamiento, área verde, área habitacional y área de conservación.
IV. *Los usos y actividades señalados serán la base para la determinación de los esquemas de compatibilidad contenidos en los Instrumentos del Sistema General de Planeación Territorial, y los mecanismos relacionados con los sistemas internos que se vinculen a la gestión de las autorizaciones en la materia.*	La clasificación habitacional del proyecto sirve como base para determinar su compatibilidad con los instrumentos territoriales y ecológicos. En este caso, el **PEDUY** y el **POETCY** coinciden en permitir el uso habitacional en la zona específica. En consecuencia, el proyecto cumple los criterios de compatibilidad territorial del

	PEDUY y los criterios ecológicos del POETCY, garantizando que las autoridades municipales y estatales puedan emitir dictámenes acordes con ambas normativas.
V. *En el caso de los usos y actividades vinculados a la conservación, protección y preservación ecológica, ambiental y patrimonial, éstos serán definidos por los instrumentos de política ambiental que correspondan y demás normatividad en la materia.*	En la franja costera, el instrumento de política ambiental aplicable es el **POETCY**, que regula y clasifica los usos permitidos para las UGAs. Aunque **el proyecto no pertenece a la categoría de conservación**, sí debe cumplir la regulación ecológica del POETCY, que determina compatibilidad para **Vivienda Unifamiliar** sin afectar áreas de preservación ambiental. Esto confirma que el proyecto respeta los límites ecológicos y no se ubica dentro de zonas clasificadas exclusivamente para conservación o protección estricta.

PEDUY-003: Determinación de la compatibilidad estratégica

II.- *La compatibilidad estratégica en un territorio será determinada por los siguientes criterios:*

a) Aptitud estratégica para asentamientos humanos: se señala la posibilidad de localizar vivienda unifamiliar, multifamiliar o desarrollos inmobiliarios de tipo habitacional o mixto considerando este uso, siempre y cuando, se cumplan con las demás disposiciones establecidas en este Programa y otros instrumentos legales, normativos y de planeación territorial, incluyendo la congruencia de la actividad con los ordenamientos ecológicos y demás instrumentos de política ambiental; asimismo, se incluyen los usos y actividades asociados a la dotación de equipamiento, infraestructura y servicios urbanos que requieren los asentamientos humanos para su funcionamiento.

b) Aptitud estratégica para actividades productivas: se señala la posibilidad de localizar unidades productivas en zonas de desarrollo prioritario por su relevancia en el desarrollo regional, siempre y cuando, se cumplan con las demás disposiciones establecidas en este Programa y otros instrumentos legales, normativos y de planeación territorial, incluyendo la congruencia de la actividad con los ordenamientos ecológicos y demás instrumentos de política ambiental.

c) Aptitud actual por actividades productivas existentes: se señalan las principales actividades productivas preexistentes conforme a las unidades territoriales delimitadas; será prioritaria su evaluación con el fin de determinar la aplicabilidad de los siguientes ámbitos de actuación en materia de gestión territorial:

i. Promover la reubicación o reconversión productiva de actividades preexistentes no compatibles con los instrumentos de política ambiental, o aquellas con conflictos de compatibilidad con otros usos de suelo, principalmente aquellos asociados a los asentamientos humanos y el uso urbano.

ii. Impulsar la aptitud actual permitiendo la expansión y consolidación de las unidades productivas preexistentes que son congruentes con los instrumentos de política ambiental; siendo factible el desarrollo de actividades de igual naturaleza y compatibles con dichas actividades, siempre y cuando, se cumplan con las demás disposiciones establecidas en este Programa y otros instrumentos legales, normativos y de planeación territorial, incluyendo la congruencia de la actividad con los ordenamientos ecológicos y otros instrumentos de política ambiental.

d) Compatibilidad de acciones urbanísticas: se señalan las acciones urbanísticas factibles para cada tipo general de uso o actividad compatible con el territorio, las cuales deberán ser autorizadas por la autoridad competente, a través de las licencias, permisos o documento similar.

e) Prioridad de aprovechamiento territorial: establece la mayor o menor factibilidad de la localización de usos, actividades o acciones urbanísticas en función de su proximidad a los principales asentamientos humanos y ejes viales que fungen como corredores productivos, con el fin de contrarrestar la dispersión urbana y productiva.

f) Condicionantes: criterios, normas, pautas o lineamientos establecidos en el Programa y otros instrumentos legales, normativos y de planeación territorial, que prohíben o

condicionan la localización de usos, actividades o acciones urbanísticas; por tanto, para su desarrollo se deberán cumplir con todos los requerimientos previos que indiquen dichos instrumentos y la autoridad competente. Asimismo, no se podrá desarrollar uso, actividad o acción urbanística si en los instrumentos referidos existe prohibición explicita de localización y/o aprovechamiento territorio, independientemente de la compatibilidad o aptitud general establecida en los diferentes ordenamientos. Las condicionantes se dividen en tres tipos:

i. Condicionantes de localización del uso de suelo, actividad productiva o proyecto que implique cambio de uso o cobertura del suelo ***(Condicionantes Tipo 1):*** *refiere a las disposiciones normativas que regulan el distanciamiento o colindancia de un predio o inmueble donde se pretenda un uso de suelo, actividad productiva o proyecto específico, respecto a otro uso, actividad, establecimiento o elemento natural, artificial o de cualquier naturaleza, que condicione o prohíba su localización, incluidas las prioridades de aprovechamiento territorial establecidas en este ordenamiento; estas condicionantes serán aplicables para determinar la emisión de una autorización de uso de suelo o actividad productiva a desarrollar.*

ii. Condicionantes para el desarrollo de acciones urbanísticas ***(Condicionantes Tipo 2):*** *refiere a las disposiciones normativas que condicionan el desarrollo de acciones urbanísticas a la previa autorización de un uso de suelo, actividad productiva o proyecto específico que implique cambio de uso o cobertura del suelo, siendo que la acción urbanística deberá ser necesaria para el desarrollo del uso, actividad o proyecto, y esta a su vez deberá ser compatible con la naturaleza del uso, actividad o proyecto en cuestión; estas condicionantes serán aplicables para determinar la emisión de una autorización de acción urbanística a desarrollar en el territorio (excepto las referidas en el punto anterior).*

iii. Condicionantes de desarrollo de actividad productiva o proyecto con uso urbano ***(Condicionantes Tipo 3):*** *refiere a las disposiciones normativas que regulan las características que deberán cumplir los predios, inmuebles, edificaciones, instalaciones y demás componentes que integren un proyecto con uso urbano, desarrollo inmobiliario y/o un establecimiento con fines productivos, garantizando su adecuada construcción u operación; estas condicionantes serán aplicables posterior a la autorización del uso de suelo, acción urbanística o actividad productiva a desarrollar en el territorio.*

El nuevo uso de que se pretende dar por el establecimiento del proyecto es congruente con este instrumento normativo, el cual, es un proyecto de vivienda habitacional viable y toda su infraestructura necesaria.

Para definir la compatibilidad estratégica del proyecto, el análisis correspondiente de esta norma sobre la **UGT-COS-02** es la siguiente**:**

- Aptitud estratégica para asentamiento humano – CONDICIONADA
- Aptitud estratégica para actividad productiva – NO APLICA
- Compatibilidad en instrumentos de planeación territorial y ambiental – COMPATIBLE
- Prioridad 1. Orientadas a consolidar, densificar, mejorar y regenerar los asentamientos existentes, haciendo uso preferente de los predios baldíos las construcciones en abandono y los predios subutilizados en general.
- F – Otras condicionantes – Tipo 3 = Son factibles las acciones urbanísticas.

III. *La COMPATIBILIDAD ESTRATÉGICA de los usos, actividades, proyectos y acciones urbanísticas se determinará a partir de la existencia de condiciones normativas favorables conforme a los criterios señalados a continuación:*

i. Serán COMPATIBLES cuando se cumplan los tres criterios que a continuación se señalan:

a) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva APTA o con APTITUD CONDICIONADA en este ordenamiento.

b) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva COMPATIBLE en otros instrumentos de planeación territorial, los ordenamientos ecológicos y demás instrumentos de política ambiental aplicables.

c) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva con factibilidad de localización conforme a las Condicionantes Tipo 1, referidas en el numeral anterior, contenidas en este Programa y demás instrumentos de regulación territorial.

ii. La COMPATIBILIDAD será CONDICIONADA cuando se cumplan los tres criterios que a continuación se señalan:

a) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva APTA o con APTITUD CONDICIONADA en este ordenamiento.

b) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva CONDICIONADA en otros instrumentos de planeación territorial, los ordenamientos ecológicos y demás instrumentos de política ambiental aplicables.

c) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva con factibilidad de localización CONDICIONADA conforme a las Condicionantes Tipo 1, referidas en el numeral anterior, contenidas en este Programa y demás instrumentos de regulación territorial.

iii. Serán NO COMPATIBLES cuando se presente alguno de los siguientes criterios:

a) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva NO APTA en este ordenamiento.

b) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva NO COMPATIBLE en otros instrumentos de planeación territorial, los ordenamientos ecológicos y demás instrumentos de política ambiental aplicables.

c) Uso de suelo, proyecto o actividad productiva SIN FACTIBILIDAD de localización conforme a las Condicionantes Tipo 1, referidas en el numeral anterior, contenidas en este Programa y demás instrumentos de regulación territorial.

iv. Las ACCIONES URBANÍSTICAS para el desarrollo de un proyecto urbano o instalación de una unidad productiva solo se autorizarán si la COMPATIBILIDAD ESTRATÉGICA es favorable (compatible o condicionado); en dichos casos, la compatibilidad de acciones urbanísticas se sujetará a la tipología y Condicionantes Tipo 2 previstas en este ordenamiento y demás normatividad aplicable conforme al uso o actividad autorizada (ver Norma PEDUY-004).

v. Todo uso, proyecto o actividad autorizado deberá cumplir con las Condicionantes Tipo 3 que establezcan las autoridades competentes en las fases de construcción y/o operación.

i. Proyectos COMPATIBLES cuando cumplen los tres criterios señalados:

a.- Uso de suelo APTA o con APTITUD CONDICIONADA en este ordenamiento (PEDUY).

Vinculación

La tipología "Vivienda" se encuentra dentro del uso **Urbano Habitacional**, plenamente permitido por el PEDUY, por lo tanto, el uso propuesto es **APTO** dentro de la estructura territorial estatal.

b.- Uso de suelo COMPATIBLE en otros instrumentos territoriales y ecológicos (incluye POETCY).

Vinculación

El **POETCY (Decreto 160/2014)** clasifica el predio dentro de una UGA donde el uso **Vivienda Unifamiliar** es **Compatible (C)**. Esto confirma **compatibilidad plena** con el instrumento ecológico de mayor jerarquía para la zona costera.

c.- Factibilidad de localización conforme a las Condicionantes Tipo 1 del PEDUY.

Vinculación

El proyecto no se localiza en áreas de riesgo, zonas de restricción absoluta, corredores de infraestructura crítica ni polígonos de conservación estricta, en este sentido cumple las **Condicionantes Tipo 1**, garantizando factibilidad de localización y uso.

CONCLUSIÓN DEL INCISO I:

Dado que se cumplen **los tres criterios simultáneamente**, el Proyecto "Casa - Habitación San Bruno" se clasifica como **COMPATIBLE** conforme al PEDUY.

ii. COMPATIBILIDAD CONDICIONADA

Este apartado aplica solo si los usos están permitidos pero sujetos a condiciones específicas en alguno de los instrumentos.

Vinculación

No aplica como categoría principal, ya que el POETCY no define el uso como "Condicionado" y el PEDUY tampoco impone una condición de uso para la tipología "Vivienda". El proyecto naturalmente deberá cumplir las condicionantes ambientales, constructivas y urbanas propias de cualquier obra, lo cual no modifica su clasificación de compatibilidad.

iii. NO COMPATIBLE

Se aplica solo si hay prohibición o falta de factibilidad territorial/ecológica.

Vinculación

No existe ningún elemento que ubique al proyecto en esta categoría:

- El PEDUY no lo clasifica como "No Apto".
- El POETCY lo clasifica como **Compatible** (no prohibido).
- La localización no presenta restricciones tipo 1.

Por tanto, el proyecto **NO** cae en categoría de incompatibilidad.

iv. ACCIONES URBANÍSTICAS solo se autorizan si la compatibilidad es favorable (Compatible o Condicionada).

Vinculación

El proyecto tiene **compatibilidad favorable** (compatible en PEDUY y compatible en POETCY), por lo que las acciones urbanísticas son **autorizables**.A partir de esta etapa, el proyecto deberá observar las Condicionantes Tipo 2 del PEDUY relacionadas con tipología, diseño y parámetros básicos de implantación.

v. Todo uso, proyecto o actividad autorizado deberá cumplir Condicionantes Tipo 3 en construcción y operación.

Vinculación

El proyecto cumplirá las condicionantes Tipo 3, que se refieren a manejo ambiental, mitigación de impactos, medidas de prevención, control de residuos, gestión del agua y cumplimiento de normatividad sectorial durante las fases de **construcción y operación**. Estas condicionantes se integrarán tanto desde el PEDUY como desde el POETCY, así como desde la legislación ambiental aplicable (LGEEPA, reglamentos, NOMs, municipal).

CONCLUSIÓN GENERAL DEL APARTADO III

El Proyecto "Casa - Habitación San Bruno" satisface **todos los criterios de compatibilidad estratégica del PEDUY**, y es **compatible con el POETCY**, por lo que las acciones urbanísticas son legalmente **autorizables**, sujetas a las condicionantes normativas típicas de su fase constructiva y operativa

IV. *Los usos, actividades o acciones urbanísticas que no se apeguen a los criterios señalados en la fracción anterior, solo podrán ser autorizados en los casos que el ordenamiento ecológico local, el programa municipal de desarrollo urbano o cualquier instrumento de planeación territorial a nivel municipal o de orden territorial más específico, justifique y permite su desarrollo.*

El proyecto se apega es este instrumento de planeación y al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

PEDUY-004: Compatibilidad con acciones urbanísticas

El Proyecto "Casa - Habitación San Bruno" consiste en una **casa habitacional veraniega**, que contempla área habitacional, Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (SITAR), alberca, estacionamiento permeable, andador, áreas verdes y área de conservación.

Cuadro 7. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-004

ACCIONES URBANÍSTICAS	**VINCULACIÓN**
I. *Las acciones urbanísticas son actos o actividades tendientes al uso o aprovechamiento del suelo dentro de áreas urbanizadas o urbanizables, tales como subdivisiones, parcelaciones, fusiones, relotificaciones, fraccionamientos, condominios, desarrollos inmobiliarios o urbanizaciones en general, así como de construcción, ampliación, remodelación, reparación, demolición o reconstrucción de inmuebles, de propiedad pública o privada, que por su naturaleza están determinadas en los instrumentos de planeación territorial o cuentan con los permisos correspondientes. Comprende también la realización de obras de equipamiento, infraestructura o servicios urbanos (Adaptado de LGAHOTDU, artículo 3, fracción I).*	Las acciones urbanísticas incluyen actos de uso y aprovechamiento del suelo vinculados a construcción, adaptación, urbanización o desarrollo inmobiliario dentro de áreas urbanas o urbanizables. En el caso del Proyecto "Casa - Habitación San Bruno", las actividades previstas (habilitación del predio, limpieza, adecuación menor del terreno, y construcción de una vivienda unifamiliar) **encajan directamente en esta definición**, pues corresponden a obras de edificación y preparación del sitio que se realizan dentro de un área con aptitud para uso habitacional, reconocido tanto por el **PEOTDUY** como por el **POETCY (2014)**, el cual establece **compatibilidad para Vivienda Unifamiliar** en la UGA costera correspondiente. Se considera lo siguiente: El proyecto contempla todos los servicios necesarios durante la etapa de operación. 1.- Se contempla una cisterna de 2,800 litros para almacenar agua potable con agua de lluvia o por medio de pipas. 2.- Para el manejo de las aguas grises y negras, con contempla un Biodigestor complementado con un sistema de humedal de flujo horizontal
II. *Toda acción urbanística deberá ser autorizada por la autoridad competente, por lo que incurre en una falta legal y administrativa sujeta a las sanciones correspondientes, llevar a cabo dichas acciones sin la autorización o notificación que señala la normativa aplicable.*	El proyecto **cumple este principio**, dado que su desarrollo se encuentra supeditado a los procesos de autorización previamente descritos en el marco normativo federal, estatal y municipal

III. *El desarrollo de acciones urbanísticas en un predio o inmuebles está condicionado a la previa autorización de la ACTIVIDAD, USO o DESTINO DEL SUELO conforme a los procedimientos y requerimientos establecidos en la legislación y normatividad, siendo que, la compatibilidad de acciones urbanísticas a la que refiere la siguiente fracción solo aplicará para los casos con licencia o permiso de uso de suelo o equivalente emitido por la autoridad municipal.*	Las acciones urbanísticas solo pueden ejecutarse cuando el uso del suelo está previamente autorizado. Dado que el uso previsto es **Vivienda Unifamiliar**, compatible con: **PEDUY-002**, clasificación j) Urbano → Habitacional → Vivienda. **POETCY (2014)** → Vivienda unifamiliar como uso permitido. El proyecto tiene **fundamento y factibilidad normativa** para avanzar a la etapa de acciones urbanísticas, al cumplir con las condiciones de uso de suelo aplicables en la zona.
IV. *La clasificación de las acciones urbanísticas compatibles con cada tipo general de uso y actividad son las siguientes:* ***j) Urbano (asentamientos humanos)*** *i. Adaptación y limpieza de terrenos* *ii. Construcción, ampliación, remodelación, reparación, demolición o reconstrucción de inmuebles exclusivamente para el uso autorizado (incluye montaje de estructuras de resguardo provisionales o semipermanentes)* *iii. Construcciones de accesos y senderos vehiculares al interior del predio* *iv. Construcción, adaptación y mejoramiento de vialidades e infraestructura circundantes* *v. Construcción o adaptación de redes o instalaciones de infraestructura de agua potable, energía eléctrica, telecomunicaciones o de saneamiento (incluye infraestructura para el tratamiento de aguas residuales)* *vi. Construcción o adaptación de infraestructura e instalaciones para la disposición de residuos sólidos y especiales* *vii. Construcción o instalación de cercados, muros y similares* *viii. Delimitación o mejoramiento de senderos peatonales o ciclistas sin pavimentación dentro del predio* ***ix. Desarrollos inmobiliarios*** *x. Instalación de mobiliario y señalética* *xi. Lotificación o división de predios (incluye subdivisiones, parcelaciones, fusiones, relotificaciones y similares) sin proyección de calles o uso habitacional a corto, mediano o largo plazo.* *xii. Urbanización*	Para el uso "Urbano → Habitacional → Vivienda", son compatibles, entre otras, las siguientes acciones previstas en el proyecto: **Adaptación y limpieza del terreno** (i). **Construcción de la vivienda unifamiliar** (ii). **Construcción de accesos o senderos internos necesarios** (iii). **Instalación de infraestructura básica**, como acometidas de electricidad, agua potable y saneamiento, en congruencia con la normativa local (v). **Instalación de cercos perimetrales y elementos de delimitación** (vii). **Mobiliario básico y señalética interna cuando corresponda** (x). Todas estas acciones están **dentro del catálogo de acciones compatibles para uso habitacional**, lo que confirma la alineación técnica del proyecto con el PEDUY-004. Cabe señalar que el proyecto **NO contempla** lotificación, subdivisiones, desarrollos verticales, urbanizaciones, ni proyección de vialidades internas, por lo que **no cae en los supuestos de fraccionamiento o desarrollo inmobiliario formal** (ix, xi, xii), manteniéndose como un desarrollo de tipo **vivienda unifamiliar**.

V. *Los proyectos habitacionales en propiedad sujeta a régimen de condominio que impliquen la construcción de dos o más unidades de vivienda y además proyecten vialidades para circulación vehicular o no motorizada al interior del predio, se considera desarrollo inmobiliario, y deberá cumplir con las disposiciones legales y normativas correspondientes para su autorización y construcción.*	El proyecto **no se encuentra en régimen de condominio**, ni contempla la construcción de más de dos unidades ni vialidades vehiculares internas. Por lo tanto, este supuesto **no aplica**.
VI. *La división de lotes que implique proyección de vialidades se considera desarrollo inmobiliario, y deberá cumplir con las disposiciones legales y normativas correspondientes para lotificación.*	El proyecto no implica subdivisión ni apertura de vialidades. Este supuesto **tampoco aplica**.
VII. *Las acciones urbanísticas COMPATIBLES refieren a una compatibilidad estratégica y congruente con cada uso o actividad, sin embargo, serán las autoridades competentes a cargo de las autorizaciones correspondientes, las que determinen las acciones urbanísticas permitidas, con base a las disposiciones de localización establecidas en el PEDUY, otros ordenamientos más específicos y las demás disposiciones aplicables en la materia.*	Las acciones urbanísticas del proyecto coinciden con el uso de suelo **Urbano–Habitacional**, y cumplen con las condiciones de: **Aptitud del uso de suelo** según el PEOTDUY. **Compatibilidad ambiental** según el **POETCY (2014)** para vivienda unifamiliar. **Factibilidad de localización** conforme a los criterios del Programa Estatal. En consecuencia, las acciones urbanísticas del proyecto se consideran **COMPATIBLES**, sujetas al otorgamiento de permisos y licencias por parte de las autoridades competentes y al cumplimiento de las condicionantes ambientales.

PEDUY-005: Aptitud de usos y actividades por tipología de Unidad de Gestión Territorial

Cuadro 8. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-005

PEDUY-005	**VINCULACIÓN**
El esquema de aptitud por tipo de UGT para el PEDUY es el siguiente: **Tabla 2.** Aptitud por unidades de gestión territorial (UGT) UGT | Aprovechamiento territorial: Aptitud estratégica para asentamientos humanos | Aptitud estratégica para actividades productivas | Aptitud actual por actividades productivas existentes | Prioridad de aprovechamiento territorial VER ANEXO	El esquema de aptitud del PEDUY clasifica los usos y actividades como **APTOS, CONDICIONADOS o NO APTOS**, con base en instrumentos de política ambiental, tendencias de ocupación del suelo y el modelo estatal de desarrollo ordenado y sostenible. En este sentido, **el predio del proyecto se ubica en la UGT-COS-02**, la cual presenta **"Aptitud estratégica para asentamientos humanos: CONDICIONADA"**, lo que permite el desarrollo habitacional bajo el cumplimiento de condicionantes específicas.

Se determina uso o actividad APTA, CONDICIONADA o NO APTA conforme a los instrumentos de política ambiental, las tendencias de localización de la actividad productiva, y la promoción de un modelo de aprovechamiento territorial, ordenado, compacto y sostenible.	
***II.** Las categorías APTO y CONDICIONADO se sujetarán a las condicionantes que establezca este Programa, otros instrumentos de planeación territorial y la normatividad aplicable.*	Dado que la UGT-COS-02 presenta aptitud **CONDICIONADA**, el proyecto se sujeta al cumplimiento de las condicionantes establecidas en el PEDUY, así como en los demás ordenamientos aplicables. Asimismo, la aptitud territorial resulta congruente con el **POETCY**, donde el predio se ubica dentro de una UGA compatible con **Vivienda Unifamiliar**, reforzando la viabilidad del proyecto en términos ecológicos y territoriales.
***III.** El Programa establece una APTITUD con fines ESTRATÉGICOS, sin embargo, corresponde a las autoridades competentes realizar los análisis de COMPATIBILIDAD pertinentes y determinar los usos y actividades PERMITIDAS, con base a las disposiciones establecidas en el PEDUY, otros ordenamientos más específicos y las demás disposiciones aplicables en la materia.*	El PEDUY establece que, aunque la UGT determina la aptitud estratégica, corresponde a las autoridades competentes resolver la **compatibilidad final** del uso y actividad. El proyecto se presenta para dicha evaluación cumpliendo lo dispuesto en el PEDUY, el POETCY y el POETY.
***IV.** El esquema identifica prioridades de aprovechamiento territorial, a través de las siguientes categorías:* *a) Prioridad 1. Orientadas a consolidar, densificar, mejorar y regenerar los asentamientos existentes, haciendo uso preferente de los predios baldíos, las construcciones en abandono y los predios subutilizados en general.* *b) Prioridad 2. Correspondientes a los perímetros de contención de las actividades urbanas y económicas, prioritariamente contiguas a las actuales áreas urbanizadas (aprovechamiento prioritario).* *c) Prioridad 3. Correspondientes a los perímetros tendientes a conformar corredores de uso mixto, o delimitados con el fin de inhibir la dispersión de la actividad urbana o económica (contención vial).* *d) Prioridad 4. UGT no consideradas en las categorías anteriores, siendo que no es deseable su aprovechamiento al corto y mediano plazo, ya que, su ubicación promueve la dispersión de las actividades urbanas o económicas; asimismo, excluye las áreas con restricciones establecidas por las ANP, los ordenamientos ecológicos, las regulaciones costeras y demás disposiciones que prohíben explícitamente el aprovechamiento del territorio.*	El esquema del PEDUY clasifica las superficies en prioridades de aprovechamiento. El predio del proyecto se localiza dentro de la **Prioridad 2**, correspondiente a superficies situadas en **perímetros de contención de actividades urbanas y económicas contiguas a zonas ya urbanizadas**, lo que constituye un **aprovechamiento prioritario**. Por tanto, su ubicación favorece la consolidación de la estructura urbana existente sin promover la dispersión.
***V.** Las superficies no consideradas en el numeral anterior y que se localicen en ANP y zonas de conservación establecidas en los ordenamientos ecológicos, donde se prohíba o condicione el*	El predio **no se ubica dentro de un ANP** ni se encuentra sujeto a prohibiciones derivadas de ordenamientos ecológicos.

aprovechamiento territorial, quedarán sujetas a los usos, actividades y plazos que establezcan dichos ordenamientos y demás disposiciones en la materia.	
***VI.** El desarrollo de usos y actividades en UGT´s con prioridad de aprovechamiento territorial de tipo 4, sólo podrán ser autorizadas si expresamente son permitidas en ordenamientos ecológicos locales, programas municipales de desarrollo urbano u otros instrumentos de planeación territorial emitidos por los municipios o de orden territorial más específico que este Programa, conforme a lo establecido en la legislación en la materia, en congruencia con este instrumento; por lo que, no podrán autorizarse usos y actividades sin la existencia alguno de los instrumentos vigentes señalados.*	Al no ubicarse el proyecto en una UGT de Prioridad 4, esta disposición **no aplica**.
***VII.** En el caso que los instrumentos de política ambiental señalen explícitamente la incompatibilidad de una actividad o uso, esta disposición predominará sobre la dispuesta en el PEDUY.*	Ningún instrumento de política ambiental establece incompatibilidad respecto al uso habitacional unifamiliar propuesto. El **POETCY**, por el contrario, lo clasifica expresamente como **compatible** dentro de la UGA correspondiente. Por tanto, **no aplica**.
***VIII.** Las disposiciones en materia de compatibilidad de usos y actividades que establezcan los programas de desarrollo urbano publicados por los municipios posterior a la entrada en vigor de este Programa y que cuenten con Dictamen de Congruencia Favorable emitido por la autoridad estatal competente a partir del cual se evalúe la congruencia entre ambos instrumentos, predominarán sobre las disposiciones homólogas contenidas en el PEDUY.*	Hasta el momento de la evaluación, no existe un programa municipal de desarrollo urbano aplicable al área del proyecto que cuente con Dictamen de Congruencia. En consecuencia, la vinculación se realiza únicamente con los instrumentos siguientes: PEDUY, POETY, POETCY.
***IX.** En caso de existencia de programas de desarrollo urbano publicados por los municipios antes de la entrada en vigor de este Programa, se deberá garantizar que las autorizaciones de usos, actividades y acciones urbanísticas observen las disposiciones del instrumento municipal y del PEDUY.* *Las usos y actividades específicas que se establezcan como compatibles en estos programas y por su escala no estén previstos en el PEDUY, podrán desarrollarse en las siguientes UGT sin requerimiento de la opinión estatal a la que refiere el siguiente párrafo, lo anterior, siempre y cuando, sean compatibles y congruentes con los instrumentos de política ambiental que corresponda:* *a) UGT-ANP-02* *b) UGT-ANP-03* *c) UGT-CON-02*	Dado que el municipio **no cuenta con un PDU previo** a la entrada en vigor del PEDUY, y el predio se ubica dentro de las UGT autorizadas (incluyendo **UGT-COS-02**), el proyecto se considera congruente con la zonificación vigente establecida a nivel estatal. Todas las actividades propuestas corresponden a las permitidas en la UGT asignada. El proyecto cumple, por tanto, con lo estipulado en este numeral.

d) UGT-CON-03 *e) UGT-APT-02* *f) UGT-APT-03* *g) UGT-COS-01* *h) UGT-COS-02* *i) UGT-COS-03* ***j) UGT, perímetros de aprovechamiento prioritario (UGT-APR-01)*** *Asimismo, cuando se pretenda la autorización de un uso, actividad o acción urbanística que no esté localizado en ninguna de las UGT señaladas en el párrafo anterior, y que por su localización se estime compatible con zonas previstas en el PDU publicado por el municipio antes de la entrada en vigor del instrumento, la autoridad municipal previo a emitir una autorización deberá solicitar opinión técnica al IMDUT, con el fin de evaluar la congruencia del uso de suelo pretendido, o bien, podrá someter a evaluación el PDU en su totalidad, para obtener una opinión sobre las zonificaciones y lineamientos vinculados, y su congruencia con el PEDUY, como medio para la construcción de acuerdos en materia de planeación territorial con fines de armonización, los cuales deberán formalizarse según los instrumentos administrativos que correspondan.*	
***X.** En caso de que un municipio costero no cuente con instrumento de planeación territorial o normativa municipal que determine los usos y actividades compatibles con la Zona Federal Marítima Terrestre (ZOFEMAT), conforme a la delimitación que establece la legislación y la normatividad en la materia, se podrán desarrollar las siguientes actividades:* *a) Conservación* *b) Reforestación* *c) Áreas ajardinadas con uso de materiales permeables y no permanentes* *d) Instalación de resguardos con materiales no permanentes de soporte a actividades pesqueras* *e) Instalación de resguardos con materiales no permanentes de soporte a actividades turísticas* *f) Instalación de resguardos con materiales no permanentes de soporte a actividades administrativas*	En ausencia de normativa municipal específica para la ZOFEMAT, el PEDUY establece un catálogo de actividades permisibles. Aunque el proyecto **no se ubica dentro de ZOFEMAT**, mantiene congruencia con el **POETCY**, que regula integralmente el uso y la vocación ambiental en la franja costera. Por tanto, el proyecto es **compatible con este instrumento de planeación**.

g) Instalación de mobiliario de soporte al comercio y servicios de bajo impacto (sin construcción).	

PEDUY-006: Densidades e intensidades de utilización del proyecto

La vinculación con la norma PEDUY-006 y el Proyecto se presenta en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-006

PEDUY-006	VINCULACIÓN
I.- Las autoridades promoverán acciones y regulaciones para incrementar progresivamente la densidad poblacional o habitacional (densidad urbana) de los centros de población y asentamientos humanos existentes, garantizando los siguientes criterios: *a) La densidad urbana se calcula considerando la población total o número de viviendas localizadas en un área urbanizada delimitada;* *b) La densidad urbana óptima es aquella que logre un equilibrio entre el incremento de viviendas o población en una menor unidad de superficie, la disminución de vacíos urbanos, la capacidad instalada de la infraestructura y servicios que permita responder a tal demanda, y el acceso oportuno bajo criterios de proximidad a equipamientos y fuentes de empleo, a través de políticas complementarias de uso de suelo mixto;* *c) Al implementar políticas de densificación, la autoridad deberá evaluar sus resultados en función de los criterios señalados para garantizar si existe un aumento progresivo de la densidad establecida como meta.*	El PEDUY señala que las autoridades deben promover incrementos progresivos en la densidad habitacional en asentamientos existentes, garantizando: El cálculo de densidad en función de viviendas y población dentro de un área urbanizada delimitada. Un equilibrio entre incremento de viviendas, disminución de vacíos urbanos, capacidad de servicios y acceso a equipamientos bajo principios de proximidad. La verificación periódica de que las políticas de densificación cumplen sus metas. Dado que la determinación de densidad corresponde a la autoridad competente, se reconoce que la evaluación final de **compatibilidad y densidad permitida** queda sujeta a los criterios institucionales aplicables. No obstante, el proyecto **no representa un incremento significativo ni desproporcionado de densidad**, dado que corresponde a un desarrollo habitacional unifamiliar de baja escala, congruente con la UGT asignada y sin efectos adversos en los servicios o infraestructura.
II.- Para nuevos desarrollos inmobiliarios se deberán autorizar y promover densidades por encima del promedio que se determine para la localidad o zona en el periodo evaluado.	El PEDUY establece que en nuevos desarrollos se deben promover densidades superiores al promedio registrado para la localidad evaluada. El presente proyecto se sujeta a lo que determine la autoridad competente en materia de densidad; sin embargo, al tratarse de un **proyecto habitacional de baja intensidad**, su impacto es mínimo y no contradice el objetivo de aprovechar áreas ya aptas y previamente transformadas dentro de la UGT-COS-02.

<table>
<tr>
<td>III.- En el caso de que no existen instrumentos de planeación territorial o normativa que establezca las intensidades de construcción a las que se sujetará la edificación en un predio; la autoridad deberá aplicar el siguiente criterio:

a) El Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): refiere al porcentaje máximo de un predio que puede ser utilizado para el desplante de una construcción; aplicarán los siguientes criterios:

<table>
<tr><th>UGT</th><th>COS</th><th>OBSERVACIONES</th></tr>
<tr><td>UGT-COS-02</td><td>70%</td><td>Sujeto a disposiciones de ordenamientos ecológicos, o en su caso, de programas de desarrollo urbano locales armonizados a los instrumentos de política ambiental referidos, con énfasis en las regulaciones costeras</td></tr>
</table>

b) La superficie construida incluye edificaciones, pisos y/o techados de cualquier material;
c) La superficie restante (superficie no construida) sólo podrá ser área ajardinada o arbolada, con la posibilidad de que un 50% de dicha superficie sea utilizada para senderos construidos con material permeable; siendo deseable la utilización de vegetación nativa.</td>
<td>Dado que el municipio no cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano vigente, el PEDUY ordena aplicar los valores de intensidad de construcción definidos por UGT. Para la UGT-COS-02, aplican los siguientes parámetros:
a) Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)
COS permitido: 70%
COS del proyecto: 20%
Superficie del predio: 660 m²
Superficie máxima permitida por COS: 462 m²
Superficie construida del proyecto: 265.64 m²
El proyecto cumple cabalmente con el COS permitido, encontrándose por debajo del máximo establecido para la UGT-COS-02.
b) Superficie construida y no construida
El PEDUY exige que:
La superficie construida considere edificaciones, pisos y techados.
La superficie restante sea área ajardinada o arbolada, pudiendo destinar hasta un 50% a senderos con material permeable.
Se priorice vegetación nativa.

Superficies del proyecto (MIA)

La superficie no construida total (área libre + área de conservación + jardines) suma 395.97 m², lo que representa más del 60% del predio, cumpliendo ampliamente con la exigencia del PEDUY de mantener áreas permeables y vegetación (preferentemente nativa).</td>
</tr>
<tr>
<td>IV.- Los municipios a través de sus programas de desarrollo urbano establecerán normas de intensidad bajo criterios que establezcan el cálculo de las alturas máximas.</td>
<td>El municipio no cuenta con Programa de Desarrollo Urbano, por lo que este numeral no aplica.
El proyecto se sujeta exclusivamente a los lineamientos del PEDUY, el POETCY y el POETY.</td>
</tr>
</table>

PEDUY-008: Lineamientos para áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables.

III.-. Las áreas urbanizables es el territorio para el crecimiento urbano contiguo a los límites del área urbanizada del centro de población determinado en los programas de desarrollo urbano y demás instrumentos de planeación territorial, cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su expansión (LGAHOTDU, artículo 3, fracción II); son criterios mínimos para su delimitación los previstos en la legislación aplicable y los que a continuación se señalan:

a) Suelo con aptitud territorial para el aprovechamiento urbano.

b) Superficie contigua a los límites de las áreas urbanizadas.

c) Localización que controle la expansión y la dispersión urbana.

d) Factibilidad administrativa, operativa y financiera de las autoridades competentes, para la expansión de los asentamientos humanos, considerando criterios de sostenibilidad, proximidad y continuidad a las redes de infraestructura urbana y servicios públicos.

e) Superficie con factibilidad para su integración a la red vial existente bajo criterios de proximidad, continuidad y articulación con vialidades consolidadas.

f) Predios con certeza jurídica en su propiedad.

g) Suelo urbano programado derivado de autorizaciones vigentes para el uso urbano, la urbanización y la edificación, emitidas por el ayuntamiento con previo cumplimiento de las disposiciones establecidas en la legislación y normatividad aplicables.

h) Congruencia entre este tipo de superficie y las variables sociodemográficas como el crecimiento natural de la población, los procesos migratorios, la densidad poblacional y la demanda de vivienda; para tales fines, los programas incluirán las proyecciones y estimaciones relativas al requerimiento en materia de suelo urbano y vivienda, garantizando que exista congruencia con la estimaciones del ANEXO NORMATIVO de este Programa, o bien, justificando la incorporación de un mayor número de superficie como área urbanizable.

*Las autoridades municipales definirán los criterios y mecanismos para evaluar dicha congruencia, **siendo** que no autorizarán desarrollos que superen exponencialmente la demanda de vivienda y suelo urbano conforme a los instrumentos de planeación territorial referidos.*

i) Observar la integración a la estructura urbana para nuevos desarrollos habitacionales, de equipamiento, comerciales y de servicios.

j) Conducir el crecimiento urbano hacia zonas con aptitud y aprovechamiento urbano.

k) Las áreas urbanizables garantizarán la protección, conservación,

preservación y restauración ambiental.

l) Las áreas urbanizables establecen límites de contención urbana.

m) El crecimiento de las áreas urbanas deberá desarrollarse prevaleciendo la ocupación de espacios intraurbanos o predios contiguos a la zona urbana.

n) La ejecución de obras de urbanización a desarrollarse en áreas urbanizables se sujetará al cumplimiento de los títulos de concesión correspondientes en materia de agua y energía eléctrica.

ñ) Evitar el crecimiento disperso en zonas periurbanas.

o) En el caso de que las reservas territoriales se sitúen en áreas urbanizables o suelo con aptitud territorial para el aprovechamiento urbano, deberán contar con la proximidad a las áreas urbanizadas, la red vial primaria y regional o corredores viales de transporte público de pasajeros; estas reservas permitirán la futura dotación de los espacios y servicios básicos.

p) Se deberán respetar los plazos de desarrollo y crecimiento urbano.

VINCULACIÓN

En atención al numeral III del PEDUY-006 y conforme al artículo 3, fracción II de la LGAHOTDU, el predio donde se desarrolla el Proyecto "Casa - Habitación San Bruno" se considera **área urbanizable**, dado que integra condiciones físicas, territoriales y de factibilidad que lo hacen apto para la incorporación ordenada a la dinámica de San Bruno. Dicho reconocimiento es congruente con el uso habitacional propuesto en la MIA y se justifica de la siguiente manera:

a) Suelo con aptitud territorial para el aprovechamiento urbano

El predio presenta condiciones biofísicas compatibles con el establecimiento de infraestructura ligera y de baja intensidad, sin requerir desmontes ni remoción de vegetación nativa de importancia ecológica. La aptitud territorial se sustenta además en su ubicación en una matriz ya intervenida, con edificaciones aledañas y procesos urbanos consolidándose en el corredor inmediato.

b) Superficie contigua a los límites de las áreas urbanizadas

La superficie del proyecto se ubica en un sitio de predios habitacionales veraniegos.

c) Localización que controla la expansión y la dispersión urbana

Al ubicarse en un frente urbano ya desarrollado y con acceso directo a vialidad existente, el proyecto favorece la consolidación de una estructura urbana continua, evitando la ocupación de suelo aislado o la proliferación de núcleos dispersos que generan costos ambientales y de infraestructura.

d) Factibilidad administrativa, operativa y financiera

El predio se localiza en una zona con disponibilidad para ser atendida por las autoridades municipales en materia de servicios e infraestructura, sin requerir ampliaciones complejas

ni generación de nuevos trazos viales. Esto fortalece la sostenibilidad operativa del asentamiento y minimiza los impactos asociados a la expansión de redes.

e) Factibilidad de integración a la red vial existente

El predio se encuentra **a pie de carretera**, con accesos consolidados y la posibilidad de articulación inmediata con la vialidad primaria local, cumpliendo el criterio de proximidad y continuidad respecto de la estructura vial urbana.

f) Certeza jurídica en la propiedad

El predio cuenta con la documentación que acredita su propiedad y delimitación oficial, condición indispensable para integrar suelo como área urbanizable dentro de la planeación territorial.

g) Congruencia con autorizaciones vigentes y uso urbano permitido

El proyecto se apega a los usos compatibles establecidos por la normativa local y es congruente con los criterios del PEDUY para zonas de consolidación habitacional., la propuesta se ajusta a la regulación ambiental vigente (POETCY y POETY), lo que garantiza su viabilidad para uso urbano.

h) Congruencia con las variables sociodemográficas

El desarrollo propuesto no excede la demanda local de vivienda ni plantea un crecimiento desproporcionado respecto a la dinámica poblacional. Por el contrario, se integra como un proyecto **puntual, de baja escala y baja ocupación**, alineado con las estimaciones de demanda de suelo urbano para Dzemul.

i) Integración a la estructura urbana existente

Se incorpora de forma armónica a la estructura urbana sin introducir usos conflictivos ni requerir infraestructuras intensivas. El diseño respeta las características urbanas locales, la morfología del entorno y la tipología constructiva predominante.

j) Crecimiento urbano orientado a zonas con aptitud

El predio se localiza en un espacio donde la aptitud urbana ya ha sido reconocida por los instrumentos ambientales (POETCY/POETY), lo que deriva en un crecimiento dirigido hacia zonas aptas y no hacia áreas de alta sensibilidad ecológica.

k) Protección y conservación ambiental

La superficie del proyecto mantiene una **importante proporción de área libre y de conservación**, contribuyendo a la preservación local de vegetación y permitiendo la infiltración natural. No se realizan obras masivas de urbanización ni se comprometen funciones ambientales relevantes.

l) Límites de contención urbana

Al ubicarse en un borde urbano consolidado, el proyecto contribuye al refuerzo de los límites de contención, evitando que el crecimiento se desplace hacia terrenos de conservación de mayor valor ecológico.

m) Ocupación de predios intraurbanos o contiguos

El proyecto cumple plenamente este criterio, al desarrollarse dentro de un predio contiguo a zona urbana y no en área aislada.

n) Sujeción a títulos y factibilidades de agua y energía eléctrica

Las obras contempladas se ejecutarán bajo el cumplimiento de las disposiciones aplicables en materia de agua potable, saneamiento y energía, sin requerir ampliaciones significativas ni nuevas concesiones que propicien presiones adicionales sobre la infraestructura regional.

ñ) Evitar el crecimiento disperso en zonas periurbanas

El proyecto se integra al límite urbano existente, cumpliendo con los lineamientos de contención y evitando la dispersión hacia zonas periurbanas o ambientalmente más sensibles.

o) Proximidad a red vial primaria y servicios básicos

El predio se encuentra conectado a la red vial y con disponibilidad de servicios, lo que facilita la integración ordenada al tejido urbano y permite satisfacer las necesidades de infraestructura sin impactos significativos.

p) Respeto a los plazos de desarrollo urbano

El proyecto se alinea con la secuencia de crecimiento ordenado que contempla el PEDUY, evitando procesos de especulación o apertura de suelo que contradigan la programación del desarrollo urbano.

PEDUY-009: Lineamientos para el ordenamiento de los asentamientos humanos y la vivienda en el territorio.

Cuadro 10. Análisis vinculante con la Norma de Ordenamiento Territorial PEDUY-009

PEDUY-009	**VINCULACIÓN**
I.- Las áreas o terrenos destinados para uso habitacional deberán evitar situarse considerando las siguientes distancias: *a) Igual o menor a 1 km del límite de depósitos de combustible* *b) Igual o menor a 50 m de las estaciones de servicio (gasolineras o gaseras).* *c) Igual o menor a 500 m de ductos en los que fluyan combustibles, así como instalaciones industriales de alta peligrosidad* *d) Menor a 50 m de las líneas de electrificación de alta tensión* *e) Menor a 30 m de líneas troncales de electrificación* *f) Menor a 3 m de ramales o líneas de distribución de alumbrado público* *g) Dentro de los límites de influencia de aviación según las regulaciones aplicables* *h) Menor a 2000 m de tiraderos a cielo abierto* *i) Menor a 500 m de cuevas o grutas* *Las restricciones aplican de igual forma para la localización de infraestructura y actividades productivas respecto a la vivienda.*	**I.- Distancias mínimas para uso habitacional** El proyecto **"Casa - Habitación San Bruno"**, destinado a uso habitacional y con infraestructura de baja escala, cumple cabalmente con las restricciones territoriales establecidas en el numeral I del PEDUY-009. La evaluación ambiental y territorial realizada para la presente MIA confirma que el predio **no se encuentra dentro de ninguna zona de riesgo**, ni vulnera distancias mínimas respecto a infraestructura peligrosa o instalaciones de alto impacto. Las verificaciones se detallan a continuación: **a) Depósitos de combustible** No existen depósitos de combustibles ni instalaciones de almacenamiento dentro de un radio de **1 km** alrededor del predio. **b) Estaciones de servicio (gasolineras o gaseras)** No se identifican estaciones de servicio dentro de **50 metros** del predio, cumpliendo ampliamente el umbral establecido. **c) Ductos de combustibles o instalaciones industriales de alta peligrosidad** La revisión cartográfica y de bases de datos públicas confirma que **no existen ductos**, oleoductos, gasoductos u otras instalaciones de alta peligrosidad en un radio de **500 m a 1 km** del proyecto. **d) Líneas de electrificación de alta tensión** El predio **no colinda ni se sitúa a menos de 50 m** de infraestructura eléctrica de alta tensión. La red existente corresponde únicamente a líneas de distribución de baja capacidad. **e) Líneas troncales de electrificación** No se registran líneas troncales de electrificación a menos de **30 m** del predio. **f) Ramales o líneas de distribución de alumbrado público** El predio no se encuentra a menos de **3 m** de ramales o líneas de alumbrado público; no se genera afectación ni riesgo. **g) Límites de influencia de aviación**

	El proyecto no se localiza dentro de zonas de influencia aeroportuaria ni en corredores aéreos regulados, por lo que no se contravienen disposiciones aeronáuticas. **h) Tiraderos a cielo abierto** No existen tiraderos a cielo abierto dentro de un radio de **2,000 m** del predio, lo que evita riesgos ambientales y sanitarios asociados a la disposición de residuos. **i) Cuevas o grutas** La inspección de campo y revisión de fuentes espeleológicas indican que **no existen cuevas o grutas** dentro de **500 m** del área del proyecto. **Conclusión del Numeral I:** El proyecto **cumple la totalidad de los criterios de distancias y restricciones** establecidos por el PEDUY-009, confirmando que su ubicación es ambientalmente segura y compatible con el uso habitacional propuesto.
III. Para el establecimiento de desarrollos inmobiliarios se deberá evaluar considerando la disponibilidad de infraestructura mínima: *a) Agua potable* *b) Plantas de tratamiento de aguas residuales* *c) Drenaje* *d) Energía eléctrica* *e) Alumbrado público* *f) Vialidad, planificación de calles y avenidas con base a estudios de tráfico previendo la densificación futura al menos para los 10 años posteriores* *g) Guarniciones* *h) Equipamiento* *i) Servicios* *j) Infraestructura con criterios de accesibilidad y diseño universal para personas con discapacidad.*	Aunque se trata de un proyecto de baja escala con impacto reducido, se evaluó la disponibilidad y factibilidad de infraestructura en términos ambientales y de acuerdo con la funcionalidad prevista. Las condiciones del proyecto permiten confirmar la **viabilidad del establecimiento sin generar cargas significativas sobre las redes existentes**, cumpliendo así con las disposiciones del PEDUY-009. **a) Agua potable** La vivienda obtendrá agua mediante almacenamiento en **cisterna** (de manera complementaria) y abastecimiento por **pipas**, siguiendo prácticas comunes en zonas costeras con limitaciones de red pública. Este método evita la sobreexplotación de la infraestructura local. **b) Plantas de tratamiento de aguas residuales** Se implementará un biodigestor y un humedal de flujo horizontal son sistemas ecológicos y sostenibles complementarios para tratar aguas residuales. El biodigestor realiza la limpieza primaria (digestión anaerobia) descomponiendo sólidos, mientras que el humedal afina el tratamiento de líquidos mediante filtración natural y plantas filtradoras. Por tratarse de **una sola vivienda**, no se requiere planta de tratamiento municipal ni infraestructura colectiva. El manejo de aguas residuales será mediante **biodigestor certificado**, mecanismo aprobado por el artículo 152 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Inmobiliario del Estado de Yucatán. **c) Drenaje** Dado el volumen reducido de descargas, el sistema de biodigestor cumplirá la función de tratamiento primario y disposición segura. El predio no requiere red de drenaje sanitario urbana. **d) Energía eléctrica**

	El proyecto solicitará la **factibilidad a la CFE**, contando con la ventaja de que la línea de distribución se localiza a pie de carretera. No se requiere tendido nuevo de alta tensión ni ampliaciones significativas. **e) Alumbrado público** El acceso al predio cuenta con infraestructura funcional, sin requerir modificaciones ni nuevas líneas. **f) Vialidad y planificación de calles** El predio se conecta directamente con la vialidad existente, sin necesidad de abrir nuevas calles ni modificar el trazo urbano, por lo que no se comprometen los flujos viales presentes ni futuros. **g) Guarniciones** Dada la naturaleza del proyecto (vivienda unifamiliar aislada), no se requiere la habilitación de guarniciones adicionales, y no se generan impactos relacionados con tránsito o urbanización masiva. **h) Equipamiento y i) Servicios** El proyecto no requiere equipamiento municipal adicional ni la ampliación de servicios públicos. Su escala garantiza que no se generará presión significativa sobre la infraestructura local existente. **j) Accesibilidad y diseño universal** El diseño de la vivienda permite la accesibilidad conforme a las condiciones del predio; no introduce barreras al entorno ni contraviene criterios de diseño universal. **Conclusión del Numeral III** El proyecto **cuenta con la infraestructura mínima necesaria**, adecuada a su escala, y no demanda ampliaciones de red ni la construcción de infraestructura pública adicional, cumpliendo plenamente las disposiciones del PEDUY-009 para desarrollos habitacionales. Por tanto, es importante señalar que cada propietario una vez adquirido su lote tendrá que instalar un Biodigestor para el manejo de sus aguas grises y negras, con al menos las siguientes especificaciones: "Biodigestores: Capacidad de 600 l., en vivienda social. Capacidad de 1300 l., en vivienda de otro tipo. Aguas grises y negras separadas 1 pozo de monitoreo por cada 100 viviendas Cada vivienda deberá contar con un registro en lote y frente a la banqueta para limpieza de los lodos".

	Manejo de residuos: Se establecerán tambores de 100 L de capacidad para el depósito temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen en sitios estratégicos del predio del proyecto.

PEDUY-018: Disposiciones aplicables a zonas de riesgo natural

I.- *El crecimiento urbano deberá ajustarse a lo que dictaminen los estudios de prevención de riesgos geológicos e hidrometeorológicos, no podrán asignarse usos o aprovechamientos urbanos o asentamientos humanos en zonas de alto riesgo.*

VINCULACIÓN

Con base en la cartografía de **restricciones territoriales por riesgo natural**, el predio se ubica en **Nivel 1**, que corresponde al **nivel de menor concentración de riesgo**. Esta clasificación confirma que el sitio **no presenta condiciones geológicas o hidrometeorológicas que impidan su uso urbanístico**, por lo que **CUMPLE** con el criterio establecido en este numeral.

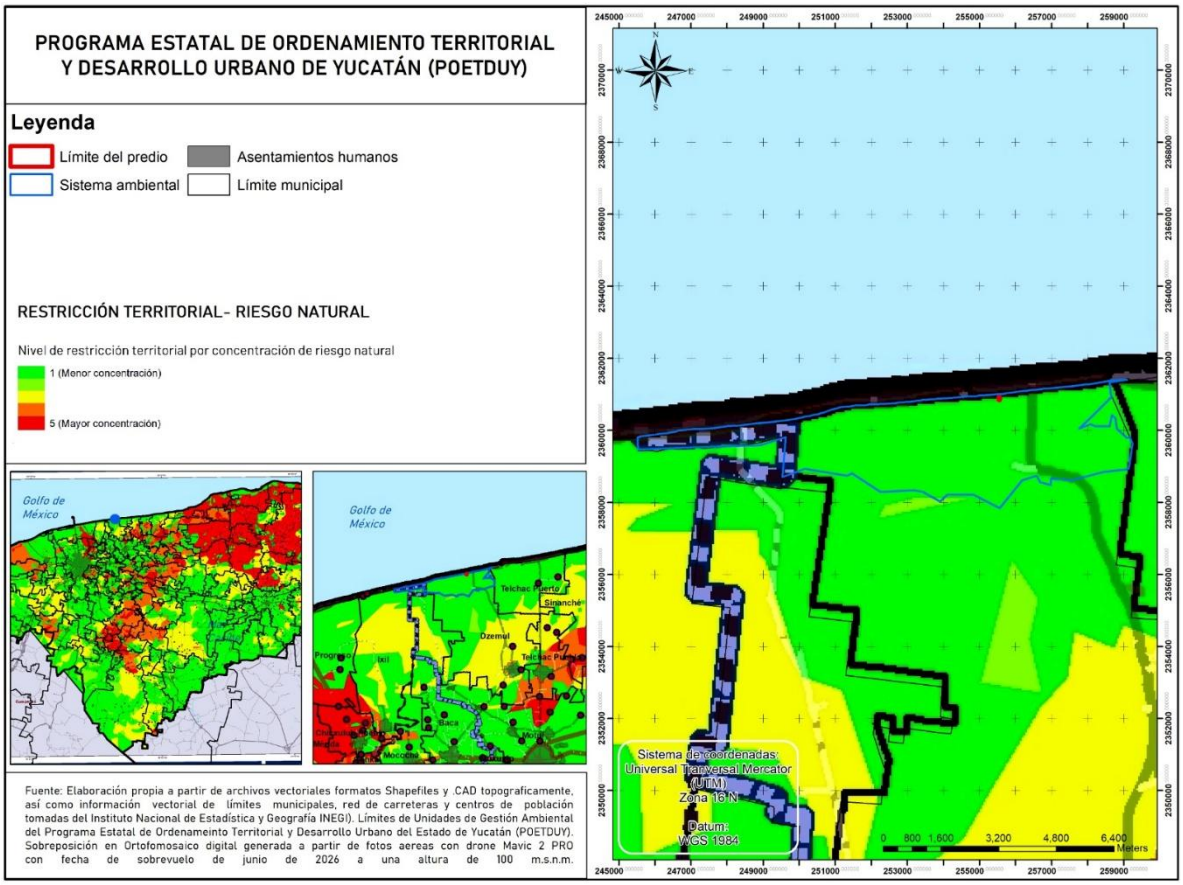


Figura 3. Restricciones territoriales por riesgo natural (CONAPRED, 2007; SGM, 2013; CONAFOR, 2021)

II.- *En zonas de alto riesgo está prohibido realizar cualquier obra o edificación permanente.*

VINCULACIÓN

El proyecto **no se localiza en zonas de alto riesgo**, ya que, como se indicó, se ubica dentro del **Nivel 1**, considerado el **más bajo dentro de la jerarquía de riesgo natural**. Por tanto, la obra **CUMPLE CABALMENTE** con este apartado, al situarse en un área apta para edificaciones sin restricciones por peligros naturales.

VIII.- *Las UGT con superficies en zonas de riesgo natural son las siguientes:*

Cuadro 11. Porcentaje de territorio en zonas de riesgo natural por UGT

ZONAS DE RIESGO NATURAL					
UGT	***Menor restricción***	***Restricción media***			***Mayor restricción***
	Nivel de restricción 1	***Nivel de restricción 2***	***Nivel de restricción 3***	***Nivel de restricción 4***	***Nivel de restricción 5***
UGT-COS-02	*98.05%*	*0.19%*	*0.37%*	*0.34%*	*1.06%*

VINCULACIÓN

El proyecto se localiza específicamente dentro del área clasificada como **Nivel de restricción 1**, lo que confirma que se emplaza dentro del **98.05% del territorio de la UGT-COS-02** considerado con **baja susceptibilidad a peligros naturales**. En consecuencia, **CUMPLE con lo dispuesto por la fracción VIII**, pues no invade zonas de restricción media o alta.

PEDUY-019: disposiciones aplicables a zonas de riesgo antrópico

V.- *Para las acciones que impliquen la expansión del área urbana (fraccionamiento de terrenos o conjuntos habitacionales, subdivisión o parcelación de la tierra, cambio de usos del suelo), las autoridades deberán asegurar que no se ocupen áreas de alto riesgo, sin que se tomen las medidas de prevención correspondientes.*

VINCULACIÓN

Para dar cumplimiento a este criterio, se analizó la ubicación del predio con base en la cartografía de restricciones territoriales por riesgo antrópico. El proyecto se sitúa en Nivel de restricción 1, correspondiente a la restricción baja, lo cual indica ausencia de elementos antrópicos peligrosos o de infraestructuras con potencial de generar afectaciones. Por tanto, CUMPLE CABALMENTE con este numeral, pues la intervención no invade áreas de alto riesgo ni requiere medidas adicionales de prevención.

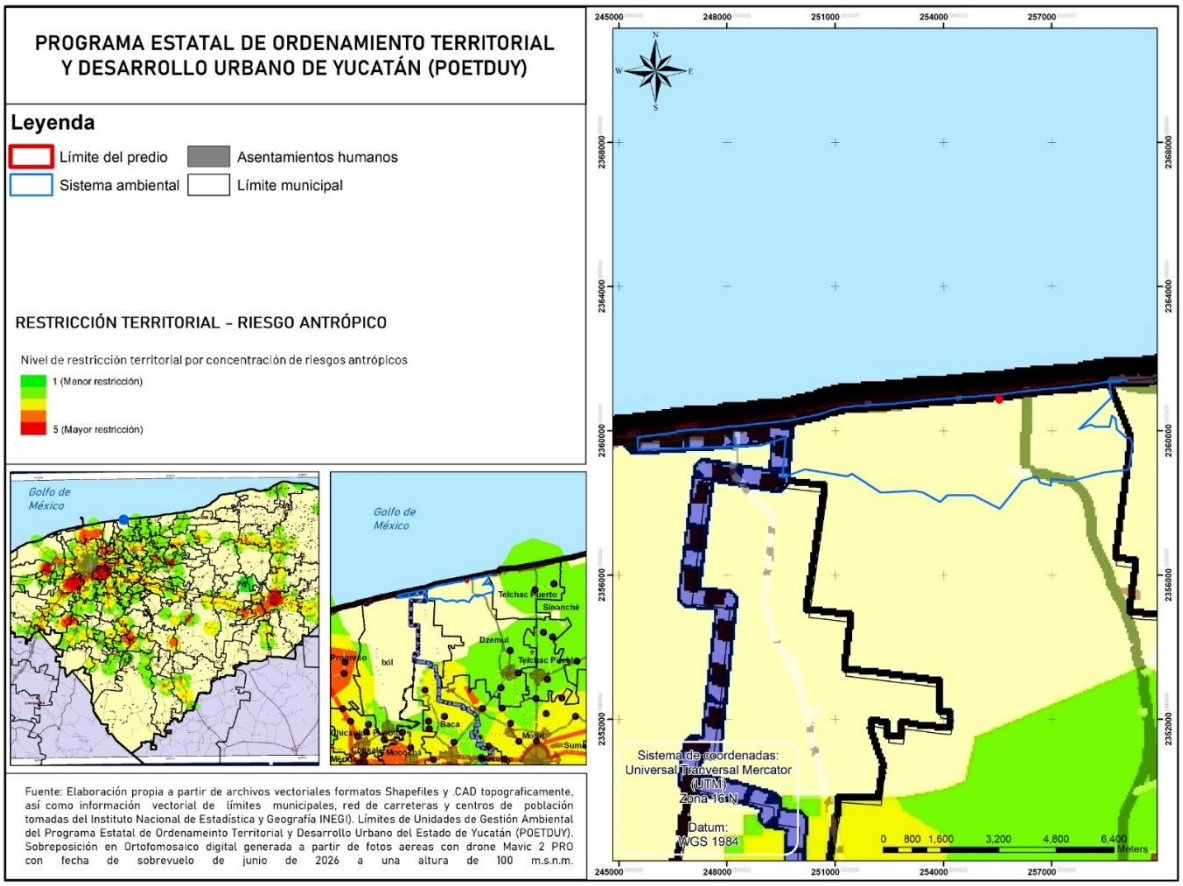


Figura 4. Restricciones territoriales por riesgo antrópico (GeoComunes, 2019)

VIII.- *Las UGT con superficies en zonas de riesgo antrópicos son las siguientes:*

Cuadro 12. UGT con superficies en zonas de riesgo antrópico.

ZONAS DE RIESGO ANTRÓPICO					
UGT	***Menor restricción***	***Restricción media***			***Mayor restricción***
	Nivel de restricción 1	***Nivel de restricción 2***	***Nivel de restricción 3***	***Nivel de restricción 4***	***Nivel de restricción 5***
UGT-COS-02	*0.01%*	*4.71%*	*0%*	*0%*	*0%*

VINCULACIÓN

A pesar de que el porcentaje territorial de la UGT-COS-02 correspondiente al **Nivel 1** es bajo, el predio del proyecto se encuentra precisamente en un sector clasificado como **Nivel de restricción 1**, considerado **riesgo antrópico bajo**.

En consecuencia, el proyecto **CUMPLE plenamente** con el numeral VIII de la Norma PEDUY-019, al localizarse fuera de zonas con presencia significativa de riesgos derivados de actividades humanas o infraestructura peligrosa

PEDUY-020: disposiciones aplicables a zonas de importancia hidrológica

II.- *Se consideran los tipos de tratamiento de agua residual lo siguientes:*

- *Lagunas de estabilización*
- *Humedales artificiales*
- *Biofiltración sobre materiales filtrantes orgánicos*
- *Biodigestores anaerobios.*

VINCULACIÓN

El proyecto corresponde al establecimiento de una **vivienda unifamiliar** y, en congruencia con este numeral, el manejo de las aguas residuales se realizará mediante un **sistema combinado de Biodigestor anaerobio + Humedal de Flujo Horizontal (HFH)**.

Este esquema cumple cabalmente con los tipos de tratamiento señalados por la Norma PEDUY-020, ya que:

El **biodigestor anaerobio** realiza el pretratamiento primario y secundario, reduciendo sólidos sedimentables, lodos y DBO.

El **humedal de flujo horizontal** funciona como un sistema de pulimiento y tratamiento terciario natural, incrementando la remoción de DBO, DQO, nutrientes (N y P) y patógenos, garantizando una calidad de efluente adecuada para el estándar regional.

El sistema propuesto se justifica además por encontrarse el predio en una zona de **valor hidrológico**, donde se priorizan tecnologías de bajo impacto, eficientes y compatibles con procesos ecológicos locales.

La especificación mínima por vivienda es:

Biodigestor social: 600 L

Biodigestor no social: 1300 L

Aguas grises y negras **separadas**

1 pozo de monitoreo por cada 100 viviendas

Registro en banqueta para limpieza de lodos

Humedal de flujo horizontal operando como complemento del biodigestor: sistema pasivo, sin consumo energético, con lecho de grava y plantación macrófita para optimizar la remoción de contaminantes.

XII.- *El sistema de tratamiento de aguas residuales ya sea individual o colectivo para los Desarrollos Inmobiliarios estará determinado de acuerdo con el número de viviendas proyectadas. En el caso de sistemas de tratamiento colectivos la ubicación de este se determinará en la factibilidad urbana ambiental, misma que deberá estar establecida en el*

plano de lotificación, presentado para la autorización en materia ambiental, de acuerdo con la tabla siguiente:

Consideraciones con respecto a los sistemas de tratamiento colectivo.

Rango de viviendas	***Sistema***	***Consideraciones***
1 a 150 unifamiliares	*Biodigestores*	*Capacidad de 600 l., en vivienda social.* *Capacidad de 1300 l., en vivienda de otro tipo.* *Aguas grises y negras separadas 1 pozo de monitoreo por cada 100 viviendas.* *Cada vivienda deberá contar con un registro en la banqueta para limpieza de los lodos.*

VINCULACIÓN

De acuerdo con la tabla normativa, el proyecto **CUMPLE CABALMENTE**, pues utiliza biodigestores, conforme establece la Ley de Desarrollo Inmobiliario del Estado de Yucatán.

El **humedal de flujo horizontal** no contradice la norma; al contrario, **fortalece el estándar de tratamiento** y mejora el desempeño ambiental en zonas de sensibilidad hidrológica, aportando un sistema más robusto y adecuado para las condiciones del sitio.

XIII.- *Las UGT con superficies en zonas de alto valor hidrológico son las siguientes:*

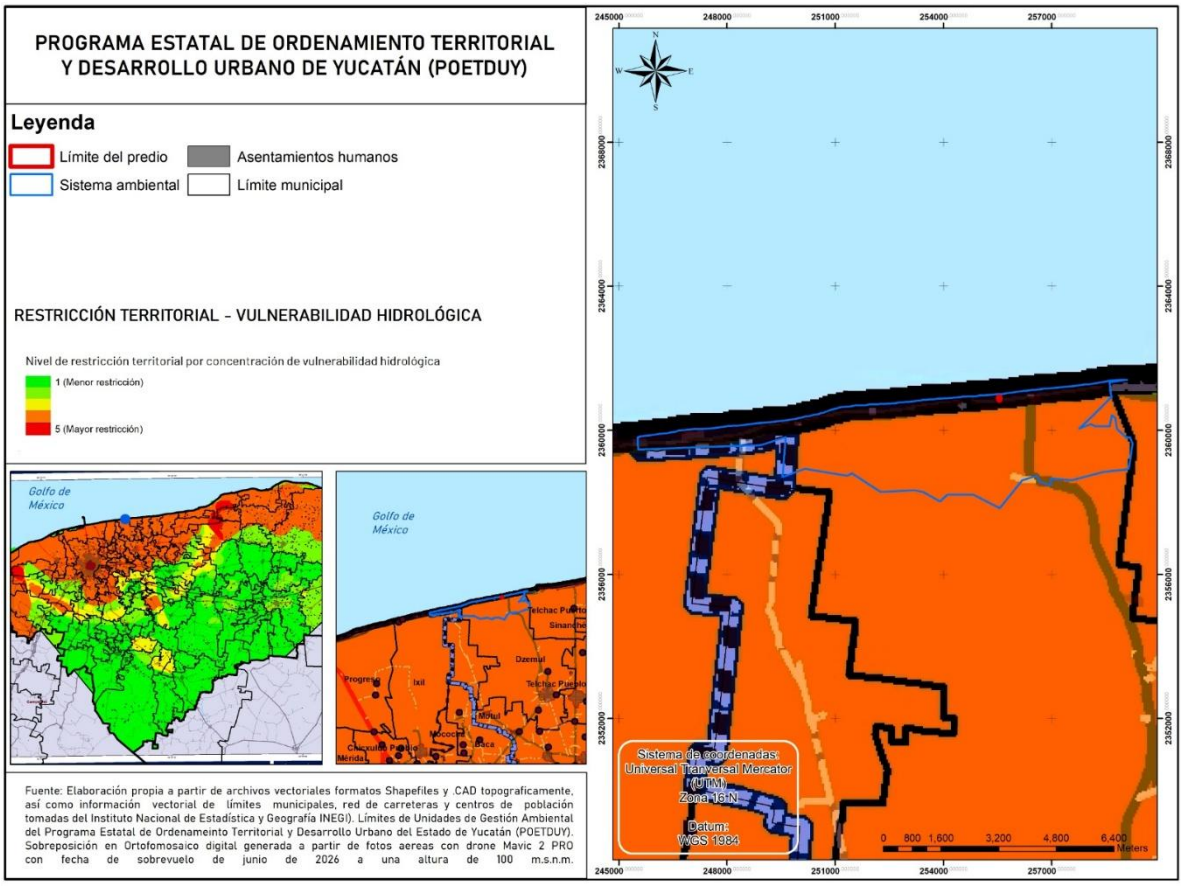


Figura 5. superficies en zonas de alto valor hidrológico

Cuadro 13. Porcentaje de territorio en zonas con alto valor hidrológico por UGT

ZONAS DE VALOR HIDROLÓGICO					
UGT	***Menor restricción***	***Restricción media***			***Mayor restricción***
	Nivel de restricción 1	***Nivel de restricción 2***	***Nivel de restricción 3***	***Nivel de restricción 4***	***Nivel de restricción 5***
UGT-COS-02	*0%*	*3.98%*	*0%*	*95.98%*	*0%*

VINCULACIÓN

El proyecto se ubica dentro de la **UGT-COS-02**, clasificada mayoritariamente como **nivel 4 (restricción media por valor hidrológico)**.

Por ello, el empleo de un **sistema de biodigestor + humedal de flujo horizontal** es ambientalmente pertinente, pues:

Minimiza infiltración de aguas sin tratamiento.

Reduce riesgo de contaminación difusa en un territorio con vulnerabilidad hidrológica.

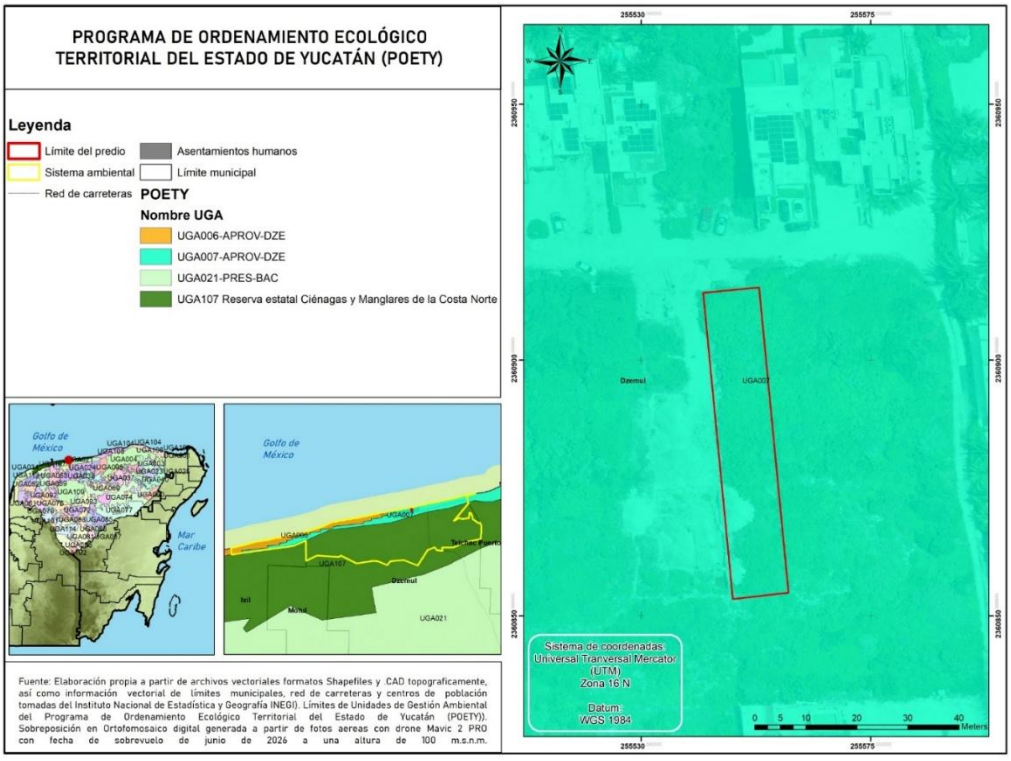
Cumple con el principio de **prevención y minimización de impactos**.

Se alinea con las mejores prácticas recomendadas para zonas con alta recarga y relevancia hidrológica.

En consecuencia, **el proyecto cumple con lo estipulado en el numeral XIII de la Norma PEDUY-020**, incorporando un sistema de tratamiento eficiente, adecuado y congruente con la sensibilidad del área.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY)

El **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)**, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado el **5 de diciembre de 2023**, constituye el instrumento estatal de carácter normativo y orientador para regular el uso del territorio y promover un desarrollo ambientalmente sostenible. Si bien el POETY es de observancia general para el estado, **su aplicación es jerárquicamente inferior** respecto del **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY)**, el cual es el instrumento rector en las zonas costeras. En consecuencia, para los predios ubicados dentro del ámbito de aplicación del POETCY —como ocurre en este proyecto— el POETY **funge como un marco complementario**, cuya interpretación debe realizarse en congruencia y sin contravenir las determinaciones establecidas por el ordenamiento ecológico costero. A continuación se muestra la ubicación del proyecto dentro de la Unidad de Gestión correspondiente a este Ordenamiento.



Fuente: Elaboración propia a partir de archivos vectoriales formatos Shapefiles y .CAD topograficamente, así como información vectorial de límites municipales, red de carreteras y centros de población tomadas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Límites de Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY). Sobreposición en Ortofomosaico digital generada a partir de fotos aereas con drone Mavic 2 PRO con fecha de sobrevuelo de junio de 2026 a una altura de 100 m.s.n.m.

Figura 6.Situación del predio del proyecto en función al POETY, 2023

En este contexto, el predio del proyecto se localiza dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental UGA007-APROV-DZE**, por lo que a continuación se analiza su vinculación con los criterios ambientales, políticas, lineamientos y determinaciones específicas establecidas para dicha UGA, asegurando su compatibilidad con el modelo territorial previsto por este instrumento estatal y su congruencia con el ordenamiento ecológico superior (POETCY)

Dicha unidad tiene las siguientes características:

Cuadro 14. Características generales de la UGA 007 del POETY, 2023.

UGA	NOMBRE DE LA UGA	ÁREA	MUNICIPIO DE REFERENCIA
007	UGA007-APROV-DZE	0.048 Km^2	Dzemul
DESCRIPCIÓN	Propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.048 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles.		

Cuadro 15. Síntesis y regulación de uso de suelo para la UGA007-APROV-DZE

CLAVE DE LA UGA	USOS COMPATIBLES	USOS INCOMPATIBLES
007	1,2,19,20	3,7,8,10,12,13,14,15,16
Política de la UGA	**USOS CONDICIONADOS**	
Aprovechamiento sustentable	6,9,11,17,18	

Las características particulares de la UGA indican una política de **"Aprovechamiento Sustentable"** y según la regulación de usos de suelo, se condiciona el uso denominado **"Asentamientos humanos",** el cual, se apega el proyecto consistente en una **vivienda unifamiliar,** A continuación, se presenta a letra las características del Uso de suelo y la política relevante para esta UGA según el POETY, 2023:

"Aprovechamiento sustentable: *La política de aprovechamiento se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, de modo que se realice el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable."*

"Asentamientos humanos: *Se refiere al establecimiento de nuevos centros poblacional en zonas donde sea factible el aprovechamiento de la infraestructura y servicios actuales, y se contenga la expansión urbana desordenada."*

Derivado de lo anterior, se presenta el análisis vinculante con los criterios ambientales generales para la **UGA007-APROV-D2E** y los específicos para los Asentamientos Humanos

Cuadro 16. Análisis vinculante con los criterios ambientales generales de la UGA007-APROV-DZE

No.	Criterio	Vinculación
1	*Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.*	El proyecto contempla un sistema individual de tratamiento de aguas residuales para una sola vivienda, integrado por un biodigestor anaerobio complementado con un humedal de flujo horizontal, garantizando el tratamiento adecuado previo a su infiltración. Durante la etapa de construcción se utilizarán baños portátiles con manejo por parte de la empresa arrendadora. El diseño de la vivienda considera separación total entre aguas pluviales y sanitarias, cumpliendo con la normatividad aplicable. Por lo anterior, el proyecto cumple plenamente con este criterio.
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.*	El proyecto implementará un Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, que considera separación, almacenamiento temporal y entrega a servicios municipales o empresa autorizada. Durante la construcción y operación, los residuos serán recolectados y transportados para su disposición final conforme a la normatividad. Con ello, se cumple el criterio.
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.*	En la preparación del sitio, el material vegetal retirado será triturado y reincorporado al suelo como acolchado. Los residuos de manejo especial generados durante la construcción serán almacenados temporalmente y retirados por empresa autorizada, presentándose los manifiestos correspondientes. El proyecto, por su pequeña escala, genera cantidades mínimas y controlables. Cumple el criterio.
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*	El proyecto no contempla extracción de agua mediante pozos. El suministro se realizará mediante captación de agua de lluvia con almacenamiento en una cisterna de ~25,000 L, complementado en temporada seca con agua suministrada por pipas autorizadas.

	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.	Por lo anterior, no aplica la exigencia de estudios hidrogeológicos y el criterio se cumple.
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.*	Durante los recorridos de campo realizados para el estudio, no se identificaron oquedades ni zonas inundables dentro del predio. El proyecto mantiene además una zona de conservación que ocupa el 30.84% del predio como parte del diseño, proporcionando una franja adicional de seguridad ambiental. Se cumple con el criterio.
6	*Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenajes 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.*	El proyecto no contempla la construcción de caminos, carreteras ni estacionamientos adicionales. Por la naturaleza del proyecto (una vivienda unifamiliar), no aplica la construcción de infraestructura vial, por lo que el criterio no aplica, aunque no se contraviene.
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.*	La vegetación del predio corresponde a matorral costero, del cual se conservará una zona continua de conservación ubicada en la porción sur del predio. Esta área mantiene conectividad funcional con la vegetación colindante, evitando fragmentación y aportando continuidad ecológica. Cumple el criterio.
8	*Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.*	El proyecto contempla excavaciones menores asociadas a la cimentación y al sistema de tratamiento (biodigestor y humedal). El material extraído se reutilizará en rellenos y nivelación dentro del mismo predio, siguiendo un procedimiento ordenado de acopio, acarreo y compactación. Con ello, se da cumplimiento al criterio.
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.*	El predio presenta matorral costero, con áreas previamente modificadas por actividades previas. El proyecto contempla únicamente el desmonte estrictamente necesario para la huella de la vivienda, conservando más del 30 % en estado natural. Además, adicional a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se contempla el procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, el cual, será tramitado

		conforme a la normatividad. Cumple el criterio.
10	*Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.*	En el predio no se identificaron humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, humedales costeros, etc.). El diseño de la vivienda no altera escurrimientos naturales ni la hidrodinámica superficial o subterránea. Cumple el criterio.
11	*Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.*	No aplica. El proyecto no extrae agua del subsuelo ni contempla sistemas de desalinización. Aun así, no contraviene el criterio.
12	*Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.*	El proyecto contempla un único sistema individual de tratamiento de aguas residuales para una sola vivienda, compuesto por: Un biodigestor anaerobio, y Un humedal de flujo horizontal como etapa secundaria–terciaria. El sistema se ubica según: Tipo de suelo arenoso costero, Profundidad del acuífero, Separación adecuada de áreas sensibles. Los lodos serán retirados por empresa autorizada según mantenimiento programado. El drenaje sanitario y pluvial están completamente separados. Cumple el criterio cabalmente. El proyecto no requiere de un sistema de planta de tratamiento (PTAR), esto con lo estipulado en el artículo 152 del reglamento de la Ley de Desarrollo Inmobiliarios del estado de

		Yucatán, donde se manifiesta que en un rango de viviendas de 1 a 150 requieren de un sistema de Biodigestores y no una PTAR.
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.*	El proyecto: Aprovecha solo 62.38 % del predio. Conserva 30.84 % en vegetación natural. Mantiene conectividad con la vegetación colindante. Se ubica en zona urbana consolidada. Mantiene permeabilidad del suelo en áreas no construidas. No afecta cavernas ni formaciones geológicas. Por tanto, cumple plenamente con el criterio.
14	*Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.*	El proyecto favorecerá la recarga natural mediante: Amplias áreas permeables conservadas, Uso de humedal de flujo horizontal (sistema verde de tratamiento), No impermeabilización excesiva del predio, Programas de rescate de flora y manejo ambiental. Por ello, el proyecto cumple este criterio.

Cuadro 17. Análisis vinculante con los criterios ambientales específicos para el uso "Asentamientos Humanos"

No.	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	*Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de*	El proyecto es compatible con este requisito. Al ser una vivienda unifamiliar en un predio ya contiguo a la mancha urbana, contribuye a la consolidación en lugar de la expansión dispersa. Las medidas previstas (**30.84 %** de área de conservación continua, tratamiento 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.*	aguas mediante biodigestor + humedal de flujo horizontal, captación de lluvia en cisterna **2,800 L**, y programa de manejo de residuos) minimizan la vulnerabilidad del acuífero, evitan fragmentación y aseguran disposición y manejo de residuos y servicios básicos. Estas medidas forman la estrategia que condiciona la autorización del proyecto.
2	*Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en:* *a) Vacíos urbanos de las áreas urbanas actuales.* *b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o* *c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.*	No aplica en sentido de vacíos o reservas; sin embargo, el predio se ubica contiguo a la zona urbanizada y con acceso a la vialidad y energía, lo que asegura conectividad a servicios (energía a pie de carretera) y evita generación de nuevos vacíos urbanos.
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.*	No aplica. El proyecto no contempla plantas desalinizadoras ni descargas de rechazo.
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.*	Se implementará captación de agua de lluvia y almacenamiento en cisterna (**2,800 L**). El diseño considera la posibilidad de reúso de aguas tratadas (aguas grises) en riego de áreas verdes mediante el humedal (agua pulida apta para riego no potable) y uso de vegetación nativa de bajo requerimiento hídrico en las áreas ajardinadas. Se emplearán dispositivos ahorradores según normatividad. Con ello se cumple el criterio.
5	*Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales.*	No se identificaron humedales en el predio; por tanto, no se ejecutarán edificaciones sobre humedales y se mantiene la protección de cualquier elemento hídrico cercano. El diseño respeta la hidrodinámica natural.
6	*Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.*	No aplica: el proyecto no se localiza sobre dunas incipientes ni en estuario. La implantación se sitúa detrás del primer cordón dunario conforme a lo indicado.

7	*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.*	El proyecto está ubicado detrás del primer cordón de dunas y no contempla instalaciones sobre la playa. Cualquier elemento de acceso o andador se proyectará en materiales compatibles y degradables si fuera necesario y respetando el alineamiento y la distancia indicada por la normatividad costera. En la práctica, no se planean obras en la cresta de la duna ni en la playa.
8	*Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:* *a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.* *b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento* *de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.* *c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.* *d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.* *e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes 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.*	Se adoptarán medidas preventivas en la franja costera colindante: no instalar iluminación que incida sobre la playa en temporada de anidación; colocar letreros informativos; delimitar el área de trabajo; evitar tránsito vehicular en playa; manejo estricto de residuos; fomentar regeneración natural de vegetación; coordinar acciones con CONANP/autoridades locales. Estas medidas están incluidas en las condiciones operativas del proyecto y asegura la protección de tortugas marinas.

	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.*	
9	*La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.*	El proyecto se ubica detrás de la cresta del primer cordón de dunas en área consolidada; su orientación y tipología (vivienda ligera, baja huella) minimizan impacto eólico y preservan conectividad, cumpliendo el criterio.
10	*Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.*	No se dispondrán residuos de dragado ni sedimentos en playa o dunas colindantes; el manejo de cualquier material se realizará fuera de la ZOFEMAT y conforme a las disposiciones aplicables.
11	*La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.*	El proyecto prioriza diseño bioclimático (ventilación cruzada, orientación solar), tecnologías ahorradoras (sanitarios y grifos eficientes, luminarias LED de bajo consumo) y se incorporará un programa de generación renovable (paneles fotovoltaicos) para cubrir al menos 10% del consumo energético estimado, en línea con la recomendación del criterio.
12	*La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.*	Se mantendrán pasos de acceso público a la playa desde la vialidad, garantizando entradas libres y bien definidas conforme a la regulación de ZOFEMAT y respeto al dominio público.
13	*Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana, deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen:*	El proyecto fue comparado con atlas de riesgos y cartografía (riesgo natural y antrópico) y no se localiza en zonas de riesgo señaladas (no está en rellenos inestables, ni en la cota de máxima marea, ni en áreas susceptibles de inundación o aluvión). Se consideraron y aplicaron todas las especificaciones y distancias preventivas; por tanto, cumple este criterio.

	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.*	
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.*	No aplica: el proyecto no es un desarrollo inmobiliario (no fraccionamiento ni condominio), es una vivienda unifamiliar; por tanto, el criterio de restricción para desarrollos inmobiliarios no resulta aplicable.
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.*	No aplica: el proyecto no se encuadra como asentamiento rural en crecimiento poblacional; es una vivienda en área urbana contigua y fuera de zonas de riesgo, por lo que no contraviene el criterio.

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

El **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)** constituye un instrumento de política ambiental de carácter regional que orienta el uso, aprovechamiento y conservación de los ecosistemas marino–costeros dentro de una escala espacial amplia, abarcando tanto ambientes oceánicos como plataformas costeras del litoral del Golfo de México. Su finalidad es asegurar la integridad ecológica del sistema marino-costero mediante la regulación de actividades humanas y el establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con políticas diferenciadas.

Aunque este instrumento posee un carácter regional y orienta actividades de mayor escala —como pesca, navegación, infraestructura costera, manejo portuario, aprovechamientos turísticos de gran extensión o actividades susceptibles de afectar ecosistemas marinos—, **el predio del proyecto "Casa Habitación San Bruno", ubicado en Dzemul, Yucatán, se encuentra dentro del ámbito terrestre comprendido por la UGA 108**, de modo que, aun tratándose de una **vivienda unifamiliar**, resulta necesario analizar su congruencia con los criterios ecológicos definidos para dicha UGA (Figuras A y B).

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Dzemul
Municipio:	Dzemul
Estado:	Yucatán
Población:	3,275 Habitantes
Superficie:	17,747.72 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán
Islas:	
Puerto Turístico	
Puerto Comercial	
Puerto Pesquero	
Nota:	

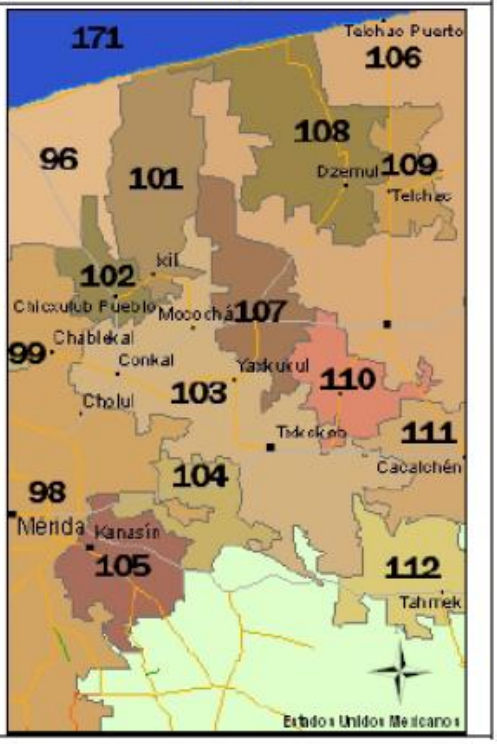


Figura 7. Unidad de Gestión Ambiental # 108 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo De México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	NA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	NA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	NA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	NA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	NA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	NA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	NA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	NA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	NA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	NA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

Figura 8. Cuadro correspondiente a las acciones específicas de la UGA 108. Del POEMyRGMy MC.

Es importante señalar que, en materia de jerarquía normativa, para este sitio prevalece de manera directa el POETCY (Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán), dado que es el instrumento específico y operativo que rige el territorio costero estatal. No obstante, el POEMyRGMyMC complementa el marco regulatorio aportando lineamientos ambientales a escala regional que deben ser considerados como referencia para asegurar la compatibilidad del proyecto con los objetivos de protección del sistema marino-costero del Golfo de México.

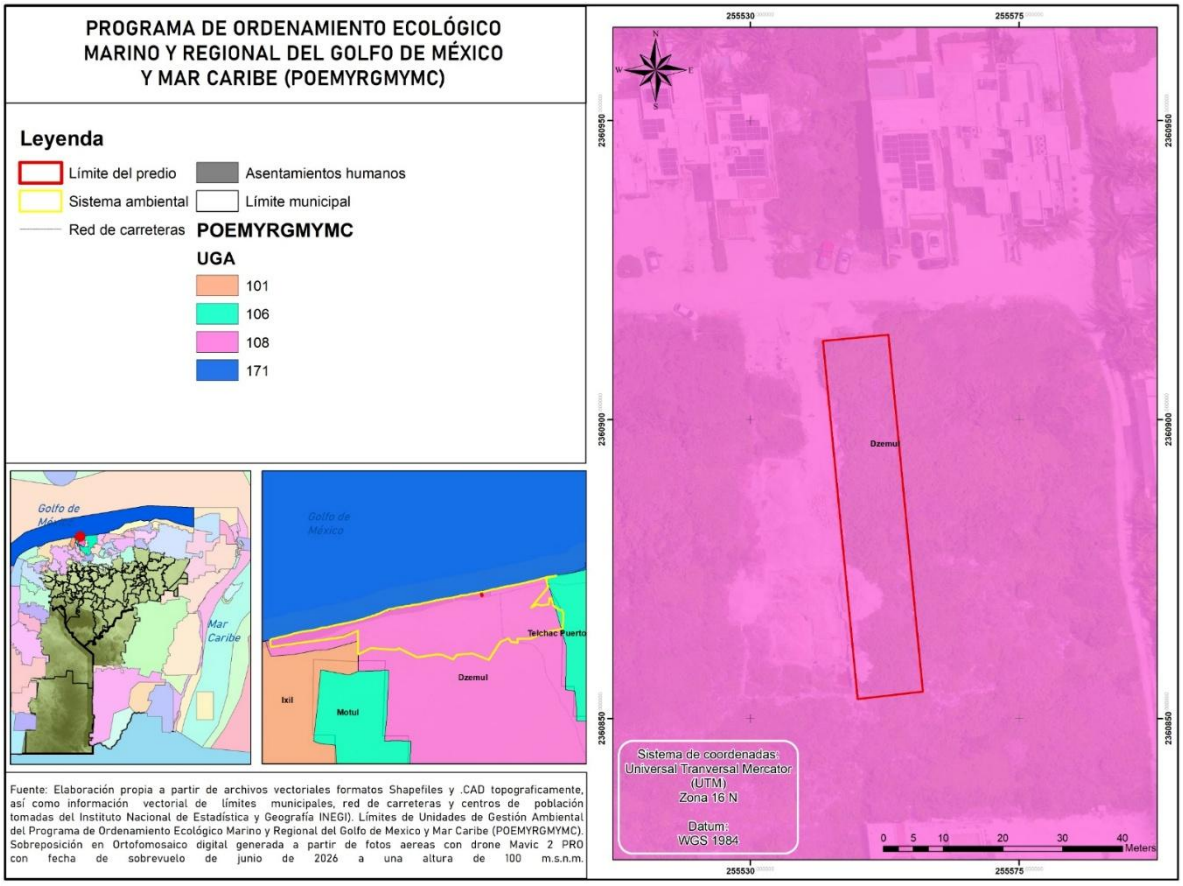


Figura 9. Situación del predio del proyecto en función a las UGAs del POEMyRGMyMC

En este contexto, la vinculación con el POEMyRGMyMC se presenta para demostrar que **la construcción y operación de una vivienda unifamiliar**, con sistemas integrados de manejo ambiental (biodigestor, manejo de residuos, eficiencia energética y respeto a la duna y la playa), **no contraviene las políticas ecológicas definidas para las UGA 108**, y que sus impactos son controlables y compatibles con los lineamientos ambientales del programa.

Es importante hacer mención que a las UGAs que nos ocupan les aplica también los criterios de la Zona Inmediata del Canal de Yucatán, el cual, en sus criterios de relevancia dice que *"Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas".* Por ello, será necesario realizar la caracterización marina del sitio para declarar todas las medidas de mitigación en caso de posibles afectaciones.

Cuadro 18 . Análisis vinculante con los criterios generales aplicables

No.	Acción (criterio)	Aplicación	Vinculación (Casa - Habitación San Bruno)
G001	*Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.*	Aplicable	Se incorporarán tecnologías de ahorro (grifos ahorradores, inodoros de bajo consumo, dispositivos reducidos en duchas). Además, se prioriza captación de agua de lluvia y reúso de aguas tratadas para riego mediante el humedal.
G002	*Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.*	No aplica al promovente	Acción de política pública; no corresponde al proyecto. Se reconoce la posibilidad de que la autoridad implemente PSE; el proyecto no obstaculiza dicha medida.
G003	*Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.*	No aplica	El proyecto no implica aprovechamiento comercial de flora/fauna. Se promoverá rescate y reubicación de individuos nativos durante obras.
G004	*Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).*	No aplica	No existe aplicabilidad directa de este precepto, sin embargo, como parte de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Casa Habitación San Bruno, el promovente colaborará cumpliendo con los procedimientos de evaluación de impacto ambiental, así como las acciones necesarias aplicables en relación con la mitigación de impactos derivados del presente proyecto, **específicamente cumpliendo con el Programa de rescate de flora** encontradas en el sitio **(Ver Anexo I)**
G005	*Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.*	No aplica	A escala del proyecto no es viable.
G006	*Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.*	Aplicable	Emisiones temporales por maquinaria/vehículos serán minimizadas (mantenimiento, uso eficiente). No hay fuentes fijas importantes.
G007	*Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.*	No aplica	Corresponde a programas mayores; el proyecto puede en el futuro participar en acciones de reforestación en áreas conservadas.

G008	*El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.*	No aplica	No se utilizarán OGM.
G009	*Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.*	No aplica	No se construyen infraestructuras de comunicaciones terrestres que fragmenten; el diseño mantiene conectividad con vegetación colindante.
G010	*Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.*	No aplica	Acción de escala municipal/regional; no aplica al proyecto.
G011	*Instrumentar medidas de control para **minimizar las afectaciones** producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.*	Aplicable	Se implementarán medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales (no ocupación de playa, manejo adecuado de residuos, establecimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales) para minimizar impactos costeros.
G012	*Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.*	No aplica	Proyecto no industrial.
G013	*Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.*	Aplicable	No se introducirán especies exóticas; las áreas verdes favorecerán especies nativas.
G014	*Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.*	No aplica	No colinda con ríos.
G015	*Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.*	No aplica	No aplica; predio no en márgenes.
G016	*Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.*	No aplica	No hay montañas en el área.
G017	*Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.*	No aplica	No es actividad agrícola.
G018	*Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	No aplica	No aplica (no hay cauces); en caso de ser necesario sí se realizará reforestación con especies de duna en áreas verdes.
G019	*Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a*	Aplicable a autoridades	El proyecto no crea PDUs; su diseño considera riesgo climático y medidas de adaptación.

	cambio climático en los asentamientos humanos.		
G020	*Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.*	No aplica	No hay riberas o zonas inundables en predio.
G021	*Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.*	No aplica	No productivo.
G022	*Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.*	No aplica	No productivo.
G023	*Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.*	Aplicable	El promovente implementará medidas de manejo integrado en áreas verdes; coordinará campañas municipales si aplica.
G024	*Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.*	Aplicable	Se plantea reforestación en claros del área de conservación con especies nativas para incrementar sumidero y resiliencia.
G025	*Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.*	No aplica	No productivo.
G026	*Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).*	No aplica	Zona plana costera; sin gradientes altitudinales relevantes.
G027	*Promover el uso de combustibles de no origen fósil.*	Aplicable como política	El promovente considerará opciones (bombas solares, paneles solares) y se priorizarán equipos eficientes; promoción queda a autoridades.
G028	*Promover el uso de energías renovables.*	Aplicable	Se incorporará un sistema fotovoltaico para cubrir al menos parte del consumo (objetivo ≥10%).
G029	*Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.*	Aplicable	Se instalarán equipos y luminarias eficientes; diseño bioclimático reduce consumo.
G030	*Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.*	Aplicable	Se promoverá uso de electrodomésticos y sistemas eficientes.
G031	*Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.*	Aplicable en lo posible	Se fomentará uso de combustibles menos contaminantes. Se hará seguimiento con la finalidad de un óptimo mantenimiento y operación de la maquinaria en las etapas de preparación y construcción del Proyecto Casa Habitación San Bruno.

G032	*Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.*	No aplica	Requiere escala mayor; no incluido.
G033	*Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.*	No aplica	No corresponde al alcance del proyecto.
G034	*Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.*	Aplicable	El diseño adoptará criterios bioclimáticos (orientación, ventilación, materiales locales) para reducir demanda.
G035	*Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.*	No aplica	No hay instalaciones existentes previas a intervenir.
G036	*Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.*	No aplica	No industrial.
G037	*Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.*	No aplica	No agropecuario.
G038	*Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.*	Aplicable	Se considerará la evaluación para áreas de conservación, con posibilidad de incluir medidas de secuestro en futura fase.
G039	*Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.*	No aplica al promovente	Es competencia de autoridades; el proyecto no impide ni contradice esta acción.
G040	*Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.*	No aplica	No corresponde al proyecto.
G041	*Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.*	No aplica al promovente	Corresponde a autoridades.
G042	*Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.*	No aplica	Al ser un proyecto referente a una Casa Habitación, no se fomenta la inclusión de las industrias para el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC).
G043	*LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado*	No aplica	En el Proyecto Casa Habitación San Bruno no prevé actividad pesquera.

	especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.		
G044	*Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.*	No aplica	No corresponde.
G045	*Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.*	No aplica	Política pública; el proyecto no interfiere.
G046	*Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.*	No aplica	Competencia pública municipal/estatal.
G047	*Impulsar la diversificación de actividades productivas.*	No aplica	Política pública.
G048	*Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.*	Aplicable	Se contará con plan interno de protección civil y brigadas para emergencias (proyecto alineado con Ley General de Protección Civil).
G049	*Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.*	Aplicable	Promovente apoyará integración/participación en comités locales si procede.
G050	*Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.*	Aplicable	Cada constructor/propietario deberá cumplir normas de edificación sismo–hidromet. Diseño y materiales locales se orientan a resiliencia.
G051	*Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.*	Aplicable	Se implementará programa local de gestión de residuos y campañas informativas para ocupantes/visitantes.
G052	*Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).*	Aplicable	Se buscará que el Promovente contribuya de manera comprometida en materia de residuos derivado de su asentamiento (descacharrización, separación) durante operación.
G053	*Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.*	Aplicable	El Proyecto Casa Habitación San Bruno incluye en su plan arquitectónico un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales acorde a la capacidad de las actividades que derivan de una casa habitación unifamiliar. Las aguas residuales serán tratadas por un sistema de biodigestor con capacidad de 3,000 lts más humedal de flujo horizontal (Tilley *et al.,* 2018).
G054	*Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de*	No aplica	No industrial.

	plantas de tratamiento para sus descargas.		
G055	*La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	Aplicable	El Proyecto Casa Habitación San Bruno no contempla un cambio de uso de suelo en terrenos forestales dado que de su superficie total de construcción es de 660 metros cuadrados de los cuales el uso habitacional y de esparcimiento será menor al 70% de su superficie total, dejando así una superficie de conservación de 205 metros cuadrados. Aunado a esto, el Proyecto cumple con el POETDUY dentro de su evaluación de COS para la UGT correspondiente.
G056	*Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.*	No aplica al promovente	La Casa Habitación San Bruno no corresponde a un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, sin embargo, cuenta con un plan de manejo de residuos generado para cada una de las etapas del Proyecto, así como un sitio en su diseño para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbano en su operación.
G057	*Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.*	No aplica	Competencia de autoridades de salud.
G058	*La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.*	Aplicable	Si se generaran residuos peligrosos en obra, se gestionarán conforme a normativa (manifiestos, empresas autorizadas).
G059	*El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.*	No aplica	El predio no se encuentra dentro de la superficie de un ANP.
G060	*Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.*	No aplica	No infraestructura sumergida; sin embargo, no se realizan descargas marinas.
G061	*La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.*	Aplicable	Materiales autorizados; no intervención en playa; gestión adecuada de residuos y control de escurrimientos.
G062	*Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.*	No aplica	No agropecuario.

G063	*Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.*	No aplica al promovente	Corresponde a las autoridades competentes.
G064	*La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.*	No aplica	Proyecto no construye infraestructura vial que modifique hidrología.
G065	*La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.*	No aplica	Predio no ubicado en la superficie de una ANP.

Cuadro 19 . Criterios específicos para la UGA 108

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
A001	Fortalecer mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No aplica. El proyecto no contempla el uso de agroquímicos ni pesticidas.
A002	Capacitación para manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No aplica. El proyecto no utiliza agroquímicos.
A003	Fomentar uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes.	No aplica. No se utilizarán fertilizantes.
A005	Reducir pérdida de agua durante su distribución.	El proyecto adoptará sistemas de uso eficiente del agua.
A006	Captación de agua de lluvia y uso de aguas grises.	Cumple. Se contará con cisterna de 25,000 L para captación pluvial; las aguas grises del biodigestor se reutilizarán en riego.
A007	Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.	El proyecto mantiene un área de conservación en el sur del predio.
A011	Restauración y recuperación de cobertura vegetal original.	El proyecto contempla áreas de conservación y áreas ajardinadas.
A016	Establecer corredores biológicos entre ANP.	No aplica. El proyecto no se ubica en ANP.
A017	Restauración de zonas degradadas.	Se ejecutará un programa de rescate de flora y reforestación con nativas.
A018	Protección y recuperación de especies en riesgo (NOM-059).	Se registró *Thrinax radiata* en el área CUSTF; será incluida en rescate y reubicación.
A019	Programas de remediación conforme a LGPGIR.	Se contratará empresa especializada para manejo de residuos en todas las etapas.
A020	Manejo de caña en verde para reducir emisiones.	No aplica. No es proyecto agrícola.

A021	Control de emisiones y descargas en zonas urbanas/industriales.	Se revisará periódicamente la maquinaria para minimizar emisiones.
A023	Medidas preventivas y correctivas para contaminación del suelo.	Se revisará la maquinaria para minimizar riesgos de derrames.
A024	Tecnologías para reducir GEI y partículas.	Revisión constante de maquinaria durante la construcción.
A025	Gestión adecuada de residuos peligrosos en industria.	Acción propia de autoridades.
A026	Uso de tecnologías limpias en industrias.	Se contemplan paneles solares y tecnologías de bajo impacto.
A033	Aprovechamiento de energía eólica.	No requiere energía eólica; la zona tiene aves migratorias.
A037	Generación de energía solar.	El proyecto instalará paneles solares para reducir consumo energético.
A038	Uso de residuos agrícolas para energía.	No aplica. No es proyecto agrícola.
A039	Reducir agroquímicos sintéticos.	No aplica. No se usarán agroquímicos.
A050	Promover PDU y conurbación.	No aplica. El proyecto no desarrolla instrumentos de planeación.
A051	Construcción de caminos rurales.	No aplica.
A052	Uso sostenible de la tierra agropecuaria o forestal.	No aplica.
A053	Desincentivar actividades productivas extensivas.	No aplica.
A054	Sustituir tecnologías extensivas por intensivas.	Se instalará biodigestor y paneles solares.
A055	Coordinación de programas de apoyo agropecuario.	Acción de autoridades.
A056	Cultivos aptos a condiciones ambientales cambiantes.	No aplica.
A057	Evitar urbanización en zonas de riesgo e inundación.	No aplica. El proyecto no está en zona de riesgo.
A058	Reubicar personas de zonas de riesgo.	No aplica.
A059	Equipamiento básico en localidades estratégicas.	Acción de autoridades.
A060	Sistemas de alerta temprana ante eventos extremos.	No aplica.
A061	Mejorar viviendas y equipamiento social.	No aplica.
A062	Manejo adecuado de residuos peligrosos.	Se contratará empresa autorizada para su manejo integral.
A063	Nuevas plantas de tratamiento municipales.	Acción de autoridades. El proyecto instalará biodigestor propio.
A064	Conectar viviendas a sistema municipal de aguas residuales.	Acción de autoridades.
A065	Recuperación de suelos con lodos inactivados.	Los lodos del biodigestor se reincorporarán en áreas ajardinadas.
A068	Manejo integral de residuos para evitar impacto en mar.	No aplica. El proyecto no colinda con zona costera.
A069	Tratamiento y disposición de residuos sólidos para evitar disposición en el mar.	Se contratará empresa autorizada para manejo y transporte.

A071	Coordinación turismo–conservación para minimizar impactos.	El proyecto fomentará alianzas estratégicas de bajo impacto.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El proyecto Casa – Habitación San Bruno no corresponde a un desarrollo turístico, no obstante, se procurará que cumpla con los criterios de sustentabilidad que le apliquen.

Sitios RAMSAR

Un Sitio Ramsar es un humedal designado de importancia internacional bajo el Tratado Intergubernamental de la Convención de Ramsar, firmado en Irán en 1971. Su objetivo es proteger ecosistemas vitales para la biodiversidad, la regulación climática y el sustento humano, promoviendo tanto su conservación como su uso sostenible (www.ramsar.org). Al día de hoy, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra 232 ANP federales, dentro de esta red se gestionan 119 Sitios Ramsar, los cuales abarcan más de 8 hectáreas a nivel nacional (CONANP, 2026).

El sitio Ramsar más próximo al Proyecto corresponde a la Reserva Estatal de Dzilam, la cual se encuentra a 50 km al este, por tanto, sus preceptos no son vinculantes en este Capítulo.

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs)

El proyecto **Casa - Habitación San Bruno** se ubica dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) **"Ichka'ansijo"**. Esta área tiene una superficie de 86075.26 km^2 y la diversidad de aves es de 269 especies (CONABIO, 2026).

Se encuentra en la costa norte del estado de Yucatán, frente al Golfo de México colindando al occidente con la reserva ecológica estatal de El Palmar y al oriente con la de Dzilam. El clima es muy seco cálido con lluvias en verano, la vegetación está comprendida de distintos tipos de vegetación ya que se comprende de los siguientes ambientes y porcentajes: Duna costera 1%, Manglar 8.95%, Pastizal halófilo 5%, Tular 4%, Selva baja caducifolia 28%, Selva baja espinosa 14%.

La presencia de distintos tipos de vegetación son una garantía de la riqueza ornitofaunística que proporciona hábitat para más de 300 especies de aves. La zona ha sido fuertemente impactada desde el tiempo de la colonia por las actividades salinera, coprera, pesquera, henequenera y ganadera. Además, en los últimos años la modernización ha acrecentado el deterioro ambiental con la construcción de la carretera costera y la urbanización con fines turísticos. Cabe mencionar la existencia de una laguna costera contínua desde Celestún hasta la Bahía Conil en Quintana Roo, que hasta 1964 era navegable desde Chuburná hasta Dzilám (Batllori, 1992) que actualmente se encuentra en proceso de fragmentación y desecación a causa de la construcción de caminos y drenes que impide la circulación libre del agua salobre y por tanto la pérdida de hábitat para muchas especies como el Jabirú y la Matraca yucateca y algunas especies de cactáceas como Mamillaria gaumeri (Leirana, 1995). Es importante señalar que en las dunas costeras se encuentran muchos

endemismos de vegetación (Flores et al., 1995) debido a la gran variedad de microambientes que se forman confiriéndole una gran capacidad para albergar una alta diversidad de especies (Martínez et al., 1993).

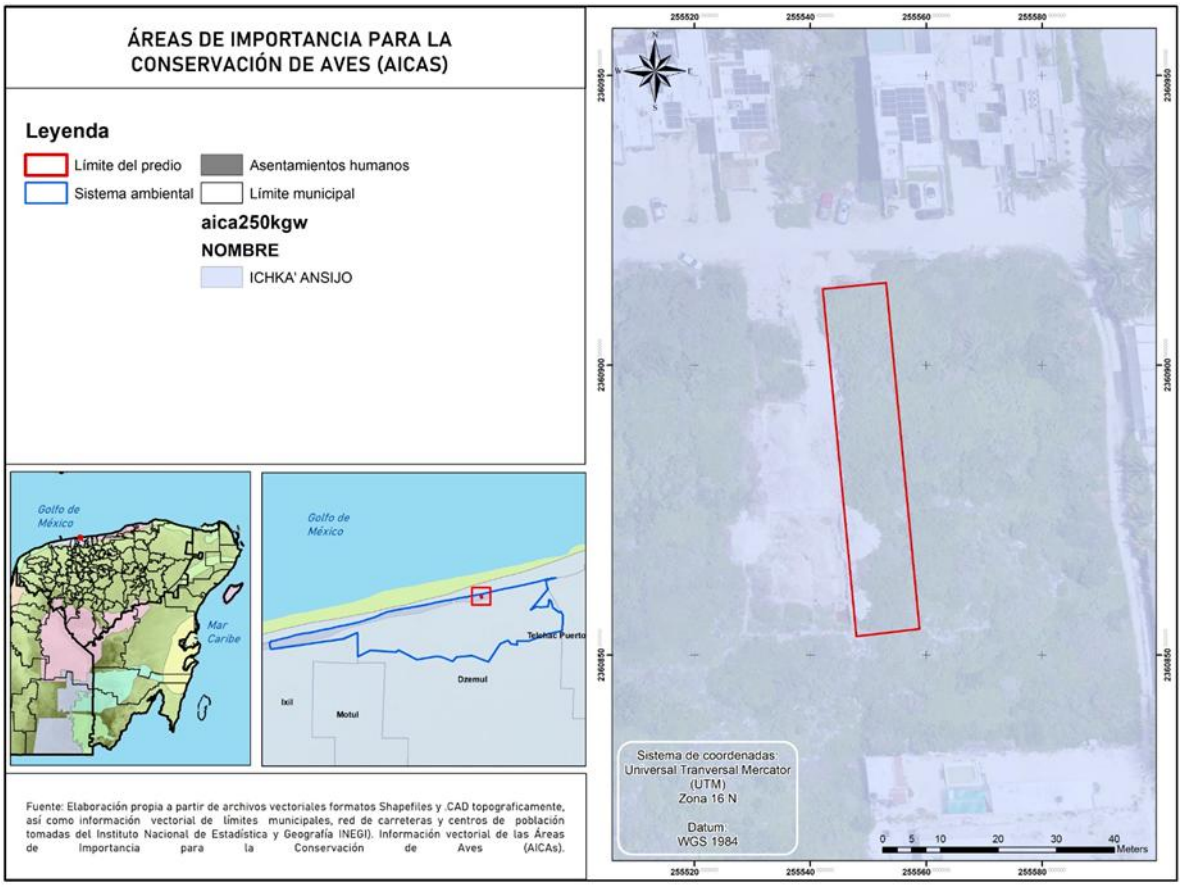


Figura 10 . Situación espacial del predio en función a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

Si bien las AICA no constituyen una categoría jurídica de protección, sí representan un **criterio técnico ambiental de referencia** para asegurar que los proyectos no comprometan la funcionalidad ecológica de los hábitats críticos. A continuación, se presenta la vinculación y las **medidas específicas que permiten garantizar la conservación de los valores ambientales del AICA**:

1.- El proyecto no contempla cambio de uso de suelo en áreas con vegetación de importancia (como de manglares) ni afectación de dunas o humedales, lo cual es congruente con la función del AICA de conservar los hábitats utilizados por la avifauna. Por lo que el proyecto promueve la delimitación física del área sin intervención mediante **estacas, cinta plástica y señalética ambiental**, evitando ingreso de personal, maquinaria o materiales y la prohibición expresa de **despalme, remoción de vegetación, rellenos, excavaciones o compactación** en dicha zona.

2.- Las especies del AICA, especialmente flamencos y aves playeras, son sensibles al disturbio humano; por ello se requiere mantener niveles bajos de perturbación. Por lo que el proyecto promueve un horario de obra restringido a 08:00–17:00 h, evitando actividades de alto ruido al amanecer y atardecer, cuando las aves utilizan zonas de alimentación y descanso.

3.- En las AICA costeras, la iluminación artificial mal dirigida altera patrones de conducta, navegación y ciclos de alimentación de aves migratorias. El proyecto promueve la instalación de luminarias que minimicen dispersión lumínica, apagado programado de iluminación exterior a las 23:00 h, manteniendo únicamente luz de seguridad puntual y prohibición de reflectores hacia dunas o zonas naturales.

4.- La degradación del sitio (basura, residuos orgánicos) altera las dinámicas de especies oportunistas y reduce la aptitud del hábitat para aves acuáticas. Por lo que el proyecto promueve la ejecución de un Programa de Manejo de Residuos sólidos Urbanos.

5.- Elementos constructivos que sobresalen o cristales de ventanas reflejantes pueden alterar la percepción del paisaje costero y generar disturbios visuales a especies sensibles. Por lo que el proyecto promueve: alturas constructivas que no rebasan la línea visual dominante del entorno (entre 9 y 10 metros), uso de colores y materiales neutros que se integran al paisaje costero y el uso de vegetación nativa de porte bajo para restablecer continuidad visual sin afectar dunas.

6.- Para garantizar la compatibilidad del proyecto con los objetivos del AICA se requiere demostrar cumplimiento durante obras y operación. Por lo que el proyecto promueve: Uso de bitácora ambiental durante la obra y verificación de delimitación y no intervención del área de conservación

Instrumentos jurídicos: leyes y reglamentos

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) - Última Reforma DOF 01-04-2024.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;	*El Proyecto "Casa Habitación San Buno" se somete al procedimiento de MIA en cumplimiento estricto del artículo 28, presentando la descripción del sitio, las obras propuestas, los impactos identificados y las medidas necesarias para evitar, mitigar y compensar los posibles efectos sobre los ecosistemas costeros. Con ello, el promovente garantiza que la Secretaría establezca las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollará el proyecto.*

ARTÍCULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.	*Las acciones del proyecto se ajustan a lo dispuesto en la LGEEPA, sus reglamentos, las NOM ambientales y demás legislación aplicable.* *El proyecto integra:* *manejo de residuos,* *control de emisiones,* *medidas de protección de flora y fauna,* *prevención de contaminación del agua y suelo,* *cumplimiento de límites de ruido y luz.* *Todo ello asegura que las actividades no rebasen los límites permitidos por la regulación.*
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	*La MIA del Proyecto "Casa Habitación San Buno" cumple con lo establecido en el artículo 30 al incorporar:* *descripción detallada del sitio y del ecosistema costero presente en el área de influencia,* *caracterización ambiental previa,* *identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales,* *medidas preventivas, de mitigación y de compensación,* *programa de monitoreo y seguimiento ambiental.* *De este modo, la MIA aporta los elementos técnicos necesarios para que SEMARNAT evalúe el proyecto.*
ARTICULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.	*Los estudios incorporados en la MIA se elaboran bajo protesta de decir verdad y con base en métodos actualizados y aceptados por la comunidad científica. La información, medidas y análisis cumplen con las mejores técnicas disponibles conforme a la LGEEPA.*
ARTICULO BIS 3.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra; se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento. Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.	*El promovente no iniciará obra alguna hasta contar con la autorización en materia de impacto ambiental y demás permisos federales aplicables. En su caso, solicitará la integración de autorizaciones adicionales conforme a lo dispuesto por este artículo, garantizando seguridad jurídica y cumplimiento ambiental.*

ARTÍCULO 79.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; VIII.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.	*El proyecto incorpora medidas orientadas a:* *proteger la biodiversidad del área,* *evitar afectación a especies en categoría de riesgo,* *implementar rescate y reubicación de fauna si fuera necesario,* *capacitar al personal en manejo de fauna silvestre,* *garantizar trato digno a los organismos durante la ejecución del proyecto.* *Estas acciones cumplen con los criterios establecidos para la protección biológica.*
ARTÍCULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.	*El diseño del proyecto considera la vocación natural del terreno y adopta medidas para evitar erosión, compactación y degradación del suelo. Las actividades constructivas serán controladas para mantener la integridad física del sustrato y conservar su funcionalidad ambiental.*
ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	*El proyecto contempla:* *control de emisiones de polvo en la etapa de obra,* *mantenimiento de maquinaria para evitar emisiones excesivas,* *prohibición de quemas,* *reducción de olores y emisiones fugitivas.* *Con estas medidas se asegura que las emisiones no excedan los límites permitidos.*
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.	*El proyecto prevé que:* *ningún residuo, sedimento o contaminante generado en la obra alcance cuerpos de agua, escurrimientos superficiales o infiltración no controlada,* *las aguas residuales de operación sean tratadas antes de su descarga o disposición,* *se evite riesgo de contaminación del acuífero.* *Esto cumple las disposiciones del artículo 117 para garantizar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.*
ARTÍCULO 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	*La generación de residuos sólidos, vegetales o de construcción será gestionada en sitios autorizados, evitando su disposición directa sobre el suelo. Se implementa un programa de manejo de residuos para prevenir la contaminación y mantener los procesos ecológicos del suelo.*

ARTÍCULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	*El proyecto se desarrollará cumpliendo los límites máximos establecidos en normas oficiales mexicanas.* *Se aplicarán medidas como:* *horarios de trabajo diurnos,* *uso de maquinaria silenciosa cuando sea posible,* *control de vibraciones,* *iluminación direccionada y de baja intensidad para evitar intrusión lumínica.* *Estas acciones previenen efectos nocivos sobre el equilibrio ecológico y la calidad de vida.*

Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Impacto Ambiental

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

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios.

VINCULACIÓN

El **Proyecto "Casa Habitación San Buno"**, al constituirse como una vivienda veraniega unifamiliar, se enmarca en la categoría señalada en el artículo 5º, fracción Q, por lo que **correctamente ingresa al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental en su modalidad MIA-Particular**. Con ello, el promovente **cumple** con la obligación jurídica de someter el proyecto a dictamen previo de la SEMARNAT.

Asimismo, el proyecto demuestra alineamiento con este instrumento normativo mediante los siguientes elementos:

1. Prevención de impactos sobre ecosistemas costeros

El proyecto considera medidas específicas que **evitan la afectación directa o indirecta** de ecosistemas como duna costera, vegetación halófita, cuerpos lagunares y fauna asociada, atendiendo a lo que exige el Reglamento para autorizar desarrollos en zonas ambientalmente sensibles:

Delimitación física del área del proyecto mediante **mojón, cercado temporal o señalética**, que impide la invasión hacia áreas externas.

Respeto absoluto de la vegetación existente fuera del polígono impactado.

Prohibición de actividades de relleno sobre cuerpos de agua, humedales o zonas susceptibles de inundación.
Manejo responsable de residuos de construcción y residuos sólidos urbanos.

2. Justificación de compatibilidad del proyecto con su entorno
El Reglamento exige que, previo a dictaminar un desarrollo costero, se evalúe su **compatibilidad ecológica y territorial**. El proyecto demuestra esta compatibilidad mediante:
Implantación del desarrollo **dentro de un predio previamente antropizado**, sin extensión hacia ambientes naturales contiguos.
Diseño arquitectónico de baja densidad y baja huella ecológica.
Integración de áreas permeables y medidas de infiltración que mantienen la funcionalidad hidrológica del sitio.

3. Medidas de prevención y mitigación obligatorias en ecosistemas costeros
El artículo 5º implica que los desarrollos inmobiliarios costeros deben prever **medidas especiales**, las cuales el proyecto incorpora:
Control de escorrentías y sedimentos durante la etapa de obra, evitando arrastre hacia zonas naturales.
Evitar maquinaria pesada fuera del área autorizada.
Prohibición de tala o remoción fuera de los límites del proyecto.
Programa de manejo de residuos peligrosos y materiales de obra conforme a NOM-052, NOM-053 y NOM-054.
Programa de protección a fauna durante la obra.

4. Seguimiento y cumplimiento
El Reglamento establece obligaciones posteriores a la autorización, que el proyecto declara cumplir:
Implementación de un **Programa de Vigilancia Ambiental** que dé seguimiento a todas las medidas preventivas y de mitigación.
Entrega de informes periódicos a la SEMARNAT.
Ajuste inmediato de actividades en caso de detectarse impactos no previstos.

Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera

Artículo 13.- *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*
I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

VINCULACIÓN

El proyecto demuestra cumplimiento al integrar en su diseño y ejecución un conjunto de medidas orientadas a **prevenir la emisión de contaminantes atmosféricos** durante las etapas de construcción y operación:

Cumplimiento:

Control de emisiones por maquinaria y vehículos
Solo se empleará maquinaria en buen estado mecánico y con mantenimiento vigente para evitar emisiones excesivas de diésel y combustión incompleta.
Se limita el uso de vehículos pesados al mínimo indispensable.

Reducción de emisiones fugitivas de polvo durante la obra
Humectación puntual del área de trabajo cuando se realicen actividades de excavación o movimiento de material.
El material de construcción susceptible a generar polvos (arena, grava, cal) será manejado y almacenado bajo cubierta o con protección lateral.
Se delimita y compacta el área de tránsito para evitar resuspensión innecesaria.

Equipos y procesos de baja emisión
Uso de mezclas preelaboradas para concreto o mortero cuando sea posible, reduciendo procesos de mezcla en sitio.
Sistemas de ventilación natural durante la operación de la vivienda, evitando sistemas que generen emisiones o calor residual excesivo.

Prevención durante la etapa operativa
No se contempla ninguna fuente fija de combustión (calderas, generadores permanentes, hornos, etc.).
El proyecto es residencial y su operación no genera emisiones más allá de niveles típicos de uso doméstico de baja intensidad.

Con estas medidas, el proyecto **garantiza que no deteriora la calidad del aire** en su entorno y que sus emisiones se encuentran en niveles bajos y controlados, cumpliendo el espíritu del Artículo 13.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos – Última reforma DOF 08/05/2023

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

VINCULACIÓN
CUMPLE. El proyecto no genera residuos sólidos urbanos en grandes volúmenes; sin embargo, durante la etapa de obra se realizará la separación primaria de residuos (orgánicos e inorgánicos) y su manejo conforme a los lineamientos establecidos para los Residuos Sólidos del municipio de Dzemul Se implementarán contenedores diferenciados y se garantizará su traslado a los sitios autorizados por la autoridad municipal.

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

VINCULACIÓN
CUMPLE. Durante las actividades de obra se generarán residuos de construcción en volúmenes menores (escombros, madera, residuos de mezcla). Estos serán manejados como residuos de manejo especial, acopiados temporalmente dentro del sitio y trasladados a un sitio autorizado por el municipio o por un gestor certificado, evitando su dispersión o depósito en zonas naturales.

Ley General de Cambio Climático DOF 01-04-2024

La Ley General de Cambio Climático exige que cualquier construcción en la costa yucateca implemente estrategias de mitigación (reducir la huella de carbono) y adaptación (resistir huracanes y aumento del nivel del mar), garantizando el desarrollo sustentable de la zona costera. (...)

Artículo 1.

Objeto de la Ley. La Ley General de Cambio Climático (LGCC) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico, y tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la Federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

El proyecto ubicado en San Bruno, Dzemul, Yucatán, se vincula con este artículo en la medida en que su diseño incorpora criterios de sustentabilidad ambiental que contribuyen a reducir su huella ecológica y a garantizar el derecho a un medio ambiente sano para sus futuros ocupantes y la comunidad de San Bruno mediante la conservación del 30% de la superficie del predio como área natural, la instalación de un Biodigestor que para el tratamiento de aguas residuales y la implementación de los Programa de rescate de Flora, Programa de rescate de Fauna, Programa de Reforestación.

Artículo 7. Atribuciones de la Federación en Materia de Adaptación. Establece que la Federación deberá establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, en las materias siguientes: la preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos, así como incorporar en los instrumentos de política ambiental criterios de mitigación y adaptación al cambio climático.

El proyecto se vincula con este artículo al haberse sometido voluntaria y formalmente al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, instrumento de política ambiental federal que incorpora criterios de adaptación y mitigación al cambio climático, y al desarrollarse en un predio con vegetación de matorral costero, ecosistema costero cuya conservación parcial dentro del área de conservación del proyecto contribuye al mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la zona litoral del norte de Yucatán frente a los efectos adversos del cambio climático.

Artículo 29. Acciones de Adaptación. Establece que la Federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional y los programas correspondientes, considerando entre otras materias los ecosistemas y la biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos, así como el ordenamiento ecológico del territorio, los asentamientos humanos y el desarrollo urbano.

Este artículo resulta de especial relevancia para el proyecto, dado que San Bruno, Dzemul se ubica en una zona costera altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, particularmente al incremento del nivel del mar, a la mayor intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos y a la erosión costera.

En este contexto, la conservación del matorral costero en el área de conservación del predio, junto con la implementación del **Programa de rescate de flora (Anexo I)**, constituyen acciones concretas de adaptación basada en ecosistemas que contribuyen a la resiliencia del entorno costero de Dzemul frente a dichos efectos.

Artículo 30. Adaptación en Zonas Costeras.Establece que la vulnerabilidad de asentamientos humanos, infraestructura, islas, zonas costeras y deltas de ríos, actividades económicas y afectaciones al medio ambiente atribuibles al cambio climático, deberá ser evaluada y considerada como un factor determinante en la planeación del desarrollo, la ordenación del territorio y la gestión de los asentamientos humanos en dichas zonas.

El proyecto de casa habitacional veraniega en la Localidad de San Bruno reconoce la vulnerabilidad de la zona costera ante los efectos del cambio climático e incorpora medidas de diseño que contribuyen a reducir dicha vulnerabilidad, tales como el estacionamiento de terracería que favorece la infiltración pluvial al subsuelo, la cisterna para el almacenamiento y aprovechamiento eficiente del agua, y la conservación del matorral costero como barrera natural que contribuye a la estabilidad del suelo y a la protección contra fenómenos meteorológicos extremos.

Artículo 33. Criterios de Adaptación en el Ordenamiento Ecológico. Establece que la Federación deberá incorporar en los instrumentos de política ambiental criterios de mitigación y adaptación al cambio climático, incluyendo el ordenamiento ecológico del territorio como instrumento fundamental para orientar el desarrollo de los asentamientos humanos hacia zonas con menor vulnerabilidad climática y mayor capacidad de adaptación.

El proyecto se desarrolla dentro del marco del POETCY, instrumento de planeación territorial que incorpora criterios ambientales y de sustentabilidad para la regulación de los usos del suelo en la zona costera del municipio de Dzemul, garantizando que el desarrollo

habitacional se lleve a cabo en una unidad de gestión con aptitud para dicho uso, en congruencia con los criterios de adaptación al cambio climático previstos en este artículo.

Artículo 34. Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Establece que la Federación, las entidades federativas y los municipios deberán instrumentar acciones de mitigación orientadas a la preservación, restauración, conservación y manejo sustentable de los ecosistemas como estrategia fundamental para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el fortalecimiento de los sumideros de carbono en el territorio nacional.

En este sentido, el proyecto contribuye directamente a este objetivo mediante tres acciones concretas: primero, la conservación del matorral costero en el 30.84% del predio, que mantiene activa la capacidad de captura de carbono de la vegetación existente; segundo, el Programa de Rescate de Flora, que garantiza la supervivencia de los ejemplares vegetales de mayor valor ecológico presentes en las áreas que serán intervenidas; y tercero, el Programa de Reforestación con especies nativas del matorral costero, que incrementará progresivamente la biomasa vegetal del predio y con ello su capacidad como sumidero de carbono, contribuyendo a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero a escala local.

Artículo 97. Sistema de Información sobre el Cambio Climático. Establece que el Sistema de Información sobre el Cambio Climático deberá generar indicadores sobre la vulnerabilidad de asentamientos humanos, infraestructura, islas, zonas costeras y deltas de ríos, actividades económicas y afectaciones al medio ambiente atribuibles al cambio climático, incluyendo la elevación media del mar como uno de los indicadores prioritarios de monitoreo.

III.3.3. Ley de Cambio Climático del Estado de Yucatán

Ley General de Vida Silvestre – Última reforma DOF 16/07/2025

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

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

VINCULACIÓN
CUMPLE. El proyecto consiste en rehabilitación de infraestructura existente (palapas, plataformas y andador) sin ampliación ni remoción de vegetación nativa, por lo que no se generan afectaciones directas a la vida silvestre. Se implementarán medidas preventivas, como horarios de trabajo restringidos y supervisión ambiental, para evitar perturbación a fauna local (aves, reptiles, mamíferos de paso).

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; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

VINCULACIÓN
CUMPLE. El proyecto no implica aprovechamiento extractivo de vida silvestre. Por el contrario, su objetivo (centro de interpretación ambiental) promueve la conservación, educación ambiental y sensibilización sobre duna costera, manglar, laguna y pastos marinos. La obra contribuye a mejorar las condiciones para actividades de bajo impacto que promueven la conservación del hábitat.

Artículo 27 Bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.

VINCULACIÓN
CUMPLE. El proyecto no considera introducción ni manejo de especies, ornamentales o para actividades recreativas. No se utilizarán especies exóticas en la rehabilitación, ni se liberará fauna. Se informará al personal y visitantes sobre la importancia de no introducir organismos ajenos al ecosistema costero.

Ley de Aguas Nacionales – Última reforma DOF 08/05/2023

ARTÍCULO 86 BIS 2*. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.*

VINCULACIÓN

CUMPLE. El Proyecto "Casa - Habitación San Bruno" no contempla descargas ni depósito de materiales, residuos o lodos en cuerpos de agua o zonas federales. Durante la fase de construcción, los residuos sólidos, materiales de obra y escombros serán almacenados temporalmente dentro del predio y retirados mediante gestor autorizado, evitando arrastres hacia cuerpos receptores. El proyecto no generará lodos ni aguas residuales sin tratamiento, pues se conectará al sistema de saneamiento municipal o contará con sistema autorizado conforme a normatividad aplicable. No se manejarán residuos peligrosos en el sitio. Se implementarán barreras perimetrales, puntos de acopio y un plan de manejo para evitar cualquier dispersión hacia cuerpos de agua superficiales cercanos.

Reglamento de Ley de Desarrollo Inmobiliarios del Estado de Yucatán – Última reforma DOF 26/01/2017

"Artículo 152. *El sistema de tratamiento de aguas residuales ya sea individual o colectivo para los Desarrollos Inmobiliarios estará determinado de acuerdo al número de viviendas proyectadas. En el caso de sistemas de tratamiento colectivos la ubicación de este se determinará en la factibilidad urbana ambiental, misma que deberá estar establecida en el plano de lotificación, presentado para la autorización en materia ambiental, de acuerdo a la tabla siguiente:*

RANGO DE VIVIENDAS	***SISTEMA***	***CONSIDERACIONES***
1 a 150 unifamiliares	*Biodigestores*	*Capacidad de 600 l., en vivienda social.* *Capacidad de 1300 l., en vivienda de otro tipo.* *Aguas grises y negras separadas* *1 pozo de monitoreo por cada 100 viviendas* *Cada vivienda deberá contar con un registro en la banqueta para limpieza de los lodos.*
151 a 2500	*Alcantarillado sanitario con módulos de Sistemas Sépticos*	*1 modulo para por cada 350 viviendas* *Área de 1000 m2 por modulo 350 viviendas.* *Área de 1,500 m2 por modulo 500 viviendas.* *Ubicación de módulos en Área verde, con franja de amortiguamiento*
> 2500	*Alcantarillado Sanitario con Planta de Tratamiento*	*De acuerdo a la NOM 001- SEMARNAT - 1996 y la normatividad aplicable.*

VINCULACIÓN

CUMPLE. El proyecto que corresponde a una vivienda habitacional, por tanto, se contempla el **uso de biodigestores** para el manejo de las aguas residuales.

Ley General de Asentamiento Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU). Última reforma DOF 01/04/2024

Artículo 3. *Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:*

"II. Área Urbanizable: territorio para el Crecimiento urbano contiguo a los límites del Área Urbanizada del Centro de Población determinado en los planes o programas de Desarrollo Urbano, cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su expansión;"

VINCULACIÓN

En atención a lo estipulado en este artículo por la LGAHOTDU, el predio del proyecto se ubica en tres ordenamientos de regulación ecológica; 1) Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (POETDUY), 2) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) y el 2) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY). Por la ubicación del sitio en los ordenamientos mencionados con anterioridad y sus criterios de regulación es considerado como "Área urbanizable" y dada la naturaleza del proyecto, en ambos ordenamientos es viable el nuevo uso que se pretende dar.

En el POETDUY, el predio del proyecto se ubica en la UGT-COS-03. El proyecto es viable el nuevo uso que se le pretende dar. Este instrumento establece una "Aptitud estratégica para asentamientos humanos" CONDICIONADA.

En el POETY, el predio del proyecto se ubica en la UGA016-APROV-HUN, el cual, presenta una política de Aprovechamiento sustentable, y el uso "Asentamientos humanos" es un uso CONDICIONADO.

En el POETCY, el predio del proyecto se ubica en la HUN07-BAR-C3, el cual, presenta una política de conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad, y el uso de Vivienda Unifamiliar es un uso COMPATIBLE.

Ley de Asentamiento Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán (LGAHOTDU). Última reforma DOF 17/04/2025

Artículo 171. *Acción o aprovechamiento territorial de uso urbano fuera de los límites de un centro de población.*

"Cuando se pretenda llevar a cabo cualquier tipo de acción o aprovechamiento territorial de uso urbano fuera de los límites de un centro de población que no cuente con un instrumento de planeación territorial vigente, o de aquellos proyectos en áreas rurales que requieran la construcción o introducción de obras de cabecera o de redes de infraestructura primaria, se requerirá la aprobación de la creación de un nuevo centro de población, declarado expresamente mediante decreto expedido por el Congreso del estado.

En caso de que sea procedente de acuerdo con la factibilidad urbana ambiental se procederá a la actualización previa del instrumento de planeación territorial municipal o de centro de población que corresponda, cumpliendo con las disposiciones establecidas en esta Ley y demás normativa aplicable.

En todo caso, las obras de cabecera o redes de infraestructura del proyecto correrán a cargo de la persona propietaria o promovente. En el caso de los desarrollos inmobiliarios, además deberán asumir el costo de las obras viales y sistemas de movilidad necesarias para garantizar la conectividad entre la acción urbanística de que se trate y el centro de población más cercano, en dimensión y calidad tales, que permita el tránsito de transporte público que se genere.

Para la actualización o elaboración de instrumentos de planeación territorial derivados de los casos previstos en el presente artículo, el instituto especificará en el dictamen de congruencia que las obras de infraestructura, así como las externalidades negativas que se generen, serán a cuenta de la persona interesada."

VINCULACIÓN

El proyecto es viable y congruente con el nuevo uso que se pretende dar, los servicios e infraestructura que requerirá el proyecto será de la siguiente manera:

Agua potable: El proyecto contempla una cisterna como parte de sus obras, que tendrá una capacidad de almacenar hasta 25,000 litros aproximadamente. Almacenará agua a través de un sistema de captación de agua de lluvia, y en épocas de seca el suministro será a través de pipas.

Energía eléctrica: Solo se requerirá la factibilidad de la C.F.E ya que a pie de calle se encuentra la línea de electricidad. Cabe mencionar que todas las especificaciones técnicas en cuanto a la instalación quedarán a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y contemplado el cumplimiento de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Drenaje sanitario: El proyecto no contempla una red de drenaje sanitario ya que corresponde a una vivienda en uno sólo lote, no requiere de un sistema de planta de tratamiento (PTAR), esto con lo estipulado en el artículo 152 del reglamento de la Ley de

Desarrollo Inmobiliarios del estado de Yucatán, donde se manifiesta que en un rango de viviendas de 1 a 150 requieren de un sistema de Biodigestores y no una PTAR.

Por tanto, es importante señalar que cada propietario una vez adquirido su lote tendrá que instalar un Biodigestor para el manejo de sus aguas grises y negras, con al menos las siguientes especificaciones:

“Biodigestores: Capacidad de 600 l., en vivienda social.

Capacidad de 1300 l., en vivienda de otro tipo.

Aguas grises y negras separadas

1 pozo de monitoreo por cada 100 viviendas

Cada vivienda deberá contar con un registro en lote y frente a la banqueta para limpieza de los lodos”.

Manejo de residuos: Se establecerán tambores de 100 L de capacidad para el depósito temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen en sitios estratégicos del predio del proyecto.

Estos tambores deberán estar etiquetados para señalar la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y provistos de tapa para evitar su reboce y malos olores. Periódicamente, de acuerdo a su frecuencia de generación y a los tiempos establecidos por el Ayuntamiento, serán recolectados por el mismo o por alguna empresa concesionada.

Por otra parte, los residuos de manejo especial, tales como residuos de la construcción, se sujetarán al plan de manejo de residuos, conforme a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.

Instrumentos normativos: Normas Oficiales Mexicanas

NOM-001-SEMARNAT-2021 - Límites máximos permisibles para descargas de aguas residuales en cuerpos receptores y bienes nacionales.

CUMPLE. El proyecto no realizará descargas a cuerpos de agua ni zonas federales. Las aguas residuales se conducirán al sistema municipal de saneamiento o a sistema autorizado. No se prevén descargas directas que contravengan la norma.

NOM-022-SEMARNAT-2003 - Protección de humedales costeros, principalmente manglar y hábitats asociados.

CUMPLE. El predio no se ubica en zona de humedal, manglar o vegetación hidrófila; sin embargo, por la cercanía geográfica al ANP y humedales costeros de Dzemul, el proyecto

implementará medidas de control de sedimentos, barreras perimetrales y manejo adecuado de residuos para evitar afectaciones indirectas

NOM-041-SEMARNAT-2015 - Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible. APLICA POR LA CONSTRUCCIÓN

CUMPLE. Los vehículos que ingresen al sitio durante la construcción deberán contar con verificación vigente. El proyecto no opera fuentes fijas de combustión, por lo que sólo aplica a maquinaria y equipo móvil bajo responsabilidad del contratista.

NOM-045-SEMARNAT-2017 - Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.

CUMPLE. La maquinaria y camiones diésel utilizados en obra deberán cumplir con los límites de emisiones establecidos. Se solicitará evidencia documental del cumplimiento al proveedor/contratista

NOM-052-SEMARNAT-2005 - Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

CUMPLE. El proyecto no genera residuos peligrosos de manera ordinaria. En caso de generarse residuos como envases de solventes, aceites o trapos impregnados durante la construcción, serán manejados como RP, almacenados temporalmente en contenedor adecuado y entregados a un gestor autorizado, conforme a lo establecido en esta norma.

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

CUMPLE. El predio será evaluado mediante el ETJ forestal paralelo a la MIA. Se verificará presencia de especies listadas en la NOM-059. En caso de detección, se aplicará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, conforme al Art. 93 LGDFS, garantizando manejo adecuado previo al cambio de uso de suelo.

NOM-162-SEMARNAT-2012 - Especificaciones para la operación de centros de acopio y manejo de residuos de manejo especial (RME).

CUMPLE. El proyecto no operará un centro de acopio, pero generará residuos de manejo especial (escombros y materiales de construcción). Estos serán manejados conforme a la norma: almacenamiento temporal ordenado y retiro por empresa autorizada.

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

Vinculación

Estableciendo el estándar de eficiencia energética, los métodos de prueba y el etiquetado obligatorio para los equipos centrales o divididos, garantizando un menor consumo eléctrico en la zona costera

Para cumplir con la normatividad ambiental y de eficiencia energética en la costa yucateca, el proceso aplica de la siguiente forma:

Alcance y Capacidad: La norma aplica a equipos operados eléctricamente con capacidades de enfriamiento desde 8 800 W hasta 19 050 W (aprox. 2.5 a 5.4 toneladas de refrigeración).

Límites de Eficiencia (REEE): Los equipos deben cumplir con una Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE) mínima de 3.81 Wt/We.Etiquetado Obligatorio: Todo equipo comercializado en México debe portar una etiqueta visible al público.

Esta te permitirá comparar el consumo y asegurar que la máquina que compres para tu casa en San Bruno cumpla con la regulación oficial.

Métodos de Prueba: Los equipos pasan por pruebas de laboratorio en estado estable (con serpentín húmedo y seco) y ciclos de compresor. Esto certifica que el aire acondicionado rendirá lo esperado ante el calor extremo y la humedad de la costa yucateca

Consideraciones Ambientales y Locales en San Bruno

Ambiente Salino: En la costa de Dzemul, los equipos sufren mayor desgaste por la corrosión salina. La norma no evalúa la resistencia a la intemperie de los materiales, por lo que, además de buscar el sello de cumplimiento de la NOM, deberás exigir equipos con recubrimientos anticorrosivos (tipo Blue Fin o Gold Fin) en los serpentines y gabinetes.

Verificación: Puedes confirmar si los equipos específicos que planeas instalar cuentan con certificado vigente consultando el directorio de Organismos de Certificación de Producto acreditados en México

NOM-021-ENER/SCFI-2017 - Eficiencia energética de lámparas LED, CFL y sistemas para iluminación.

CUMPLE. Se utilizarán luminarias LED certificadas, reduciendo consumo eléctrico y cumpliendo los valores mínimos de eficacia luminosa.

Se procurará adquirir equipos eficientes en su uso energético.

NOM-023-ENER-2010 - Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.

CUMPLE. Si se instalan equipos de aire acondicionado, estos deberán contar con clasificación de eficiencia conforme a la NOM. Se seleccionarán equipos inverter. Se procurará adquirir equipos eficientes en su uso energético.

NOM-008-ENER-2001 - Envolvente térmica en edificaciones para uso eficiente de energía.

CUMPLE. El diseño constructivo incluirá materiales aislantes, ventilación natural y control solar pasivo. Esto reduce la demanda de climatización y asegura que la vivienda cumpla con los criterios de eficiencia térmica establecidos por la norma.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO "CASA SAN BRUNO"

CAPÍTULO III

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

AGOSTO 2026

Tabla de contenido

III. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada. 5
Delimitación del Sistema Ambiental 5
Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental 10
Aspectos Abióticos 10
Clima 10
Eventos Climáticos Extremos (Huracanes) 11
Vientos 15
Geología 16
Geomorfología 17
Litología 18
Fisiografía 19
Topografía 19
Clasificación de los Suelos 19
Hidrología Superficial y Subterránea 20
Tipos de Costa 22
ASPECTOS BIÓTICOS. 23
Tipos de Vegetación 23
Vegetación en el Sistema ambiental 26
METODOLOGÍA 26
Tamaño de muestra. 26
Metodología. 27
Caracterización y análisis del área de influencia 33
Vegetación en el área de influencia 38
Problemática en el área de influencia. 39
Caracterización y análisis del predio 39
Vegetación del predio 39
Resultados 42
Caracterización de la fauna 42
Análisis de datos 45
Resultados 47
Medio Socioeconómico del Área de Influencia – Sistema Ambiental 60
Paisaje 61
Diagnóstico Ambiental 61

Índice de cuadros

Cuadro 1 . Coordenadas de delimitación del Sistema Ambiental 6
Cuadro 2 . Listado de Huracanes que afectaron al Estado de Yucatán de 1988 a 2021. Fuente: SMN. 13
Cuadro 3 . Descripción del tipo de suelo encontrado en el Sistema Ambiental 20
Cuadro 4 . Disponibilidad Media Anual: Acuíferos del Estado de Yucatán. Fuente: INEGI 21
Cuadro 5 . Superficie de usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a INEGI Serie VII. 24
Cuadro 6 . Superficie de usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a caracterización..... 25
Cuadro 7 . Coordenadas de sitios de muestreo de flora en el sistema ambiental. 28
Cuadro 8 . Diseño de muestreo de flora en el sistema ambiental..... 28
Cuadro 9 . Riqueza florística en el sistema ambiental..... 30
Cuadro 10 . Coordenadas de delimitación del Área de influencia. 33
Cuadro 11 . riqueza florística en el sistema ambiental 38
Cuadro 12 . Coordenadas UTM del predio..... 40
Cuadro 13. Riqueza florística en el sistema ambiental..... 42
Cuadro 14 . Coordenadas de los transectos en el sistema ambiental 44
Cuadro 15 . Lista de especies registradas, indicando su estacionalidad, categoría de riesgo de acuerdo con la Normatividad Mexicana y la IUCN; endemismo 49
Cuadro 16 . Especies verificadas dentro del área del Sistema ambiental 51
Cuadro 17 . Coordenadas y especies con nidos registrados dentro del Predio del Proyecto 52
Cuadro 18 . Especies con importancia para la conservación a nivel México e internacional 52
Cuadro 19 .Especies verificadas dentro del área del Área de influencia 53
Cuadro 20 . Especies verificadas dentro del área del Área de influencia 54
Cuadro 21 . Especies verificadas dentro del área del Predio 55
Cuadro 22 . Especies verificadas dentro del área del Predio 56
Cuadro 23 . Valores de diversidad de aves por transecto 59
Cuadro 24 . Valores de diversidad de aves por transecto 59
Cuadro 25 . Número de especies por sitio de muestreo bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 y especies endémicas a la Provincia biótica Península de Yucatán..... 60
Cuadro 26. Especies NOM correspondientes a vegetación encontradas en el predio del Proyecto 62

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación y delimitación del Sistema Ambiental..... 5
Figura 2 . Delimitación del sistema ambiental. 6
Figura 3 . Ubicación del sitio del proyecto dentro del SA. 10
Figura 4. Tipo de clima del Sistema Ambiental.....11
Figura 5 . Flujo vectorial (predominante) del viento en temporada de ciclones. 16
Figura 6 .Geología del sistema ambiental..... 17
Figura 7 . Geomorfología del sistema ambiental..... 18
Figura 8 . Litología en la zona del proyecto..... 19
Figura 9 . Tipos de Suelos registrados en el Sistema Ambiental, figura generada con el Mapa Digital de México (INEGI). 20

Figura 10 . Mapa de la Península de Yucatán que muestra las direcciones de flujo que sigue el agua subterránea Fuente: Prado, 2008. 21
Figura 11 . Tipos de costas 22
Figura 12 . Costa de Yucatán: perfil y principales ambientes costeros (tomado de García de Fuentes et al., 2011). 23
Figura 13 . Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental de acuerdo a la cartografía de INEGI Serie VII. 24
Figura 14 . Usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a caracterización. 25
Figura 15 . Figura se muestra los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental 30
Figura 16. Actividades de muestreo de flora en campo en sistema ambiental 33
Figura 17. Delimitación del Área de influencia del proyecto. 33
Figura 18 . Usos de suelo identificadas en el área de influencia. 36
Figura 19 . Condiciones actuales del sistema ambiental. Asentamientos humanos (vialidades de acceso, casas habitacionales, infraestructura de servicios eléctricos y transporte visibles). 37
Figura 20. Condiciones actuales del sistema ambiental. Asentamientos humanos (vialidades de acceso, casas habitacionales, infraestructura de servicios eléctricos y transporte visibles). 37
Figura 21. Vegetación secundaria de duna costeras y playa arenosa 38
Figura 22 . Cuadro de construcción del predio. 40
Figura 23 . Condiciones de vegetación secundaria de matorral costero en el predio 41
Figura 24 . Condiciones del predio, se puede observar el estado condición que guarda el predio (vegetación secundaria de matorral costero). 41
Figura 25 . Sitios de muestreo de flora en el predio del proyecto. 41
Figura 26 . Registro de especies en campo 43
Figura 27 . Búsquedas intensivas 43
Figura 28 . Transecto dentro del predio 44
Figura 29 . Transectos del AI. 45
Figura 30 . Transectos del SA 45
Figura 31 . Huellas de Canis lupus familiaris (perro doméstico) 47
Figura 32 . Zona de registro de Zorrita gris (U.cinereoargenteus) en el área del SA. 48
Figura 33 . Nido de Cenzontle tropical 52
Figura 34 . Chotacabras menor (*Chordeiles acutipennis*) 53
Figura 35 . Golondrina alas acerradas (*Stelgidopteryx serripennis ridgwayi*) 55
Figura 36 . Especies observadas y esperadas (aves). 57
Figura 37 . Especies observadas y esperadas (reptiles). 57
Figura 38 . Abundancia relativa de aves registrada en los sitios de monitoreo. 58
Figura 39 . Abundancia relativa de reptiles registrada en los sitios de monitoreo 58
Figura 40 . Zona de registro de Iguana negra rayada (Ctenosaura similis) y Zopilote sabanero (Cathartes burrovianus) en el área del SA 60
Figura 41 . Ubicación de especies NOM en el predio del Proyecto Casa Habitación San Bruno. 62

III. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada.

Delimitación del Sistema Ambiental

Para la delimitación del sistema ambiental se consideró como referencia las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY), así como delimitaciones físicas, como se muestra en la siguiente Figura:

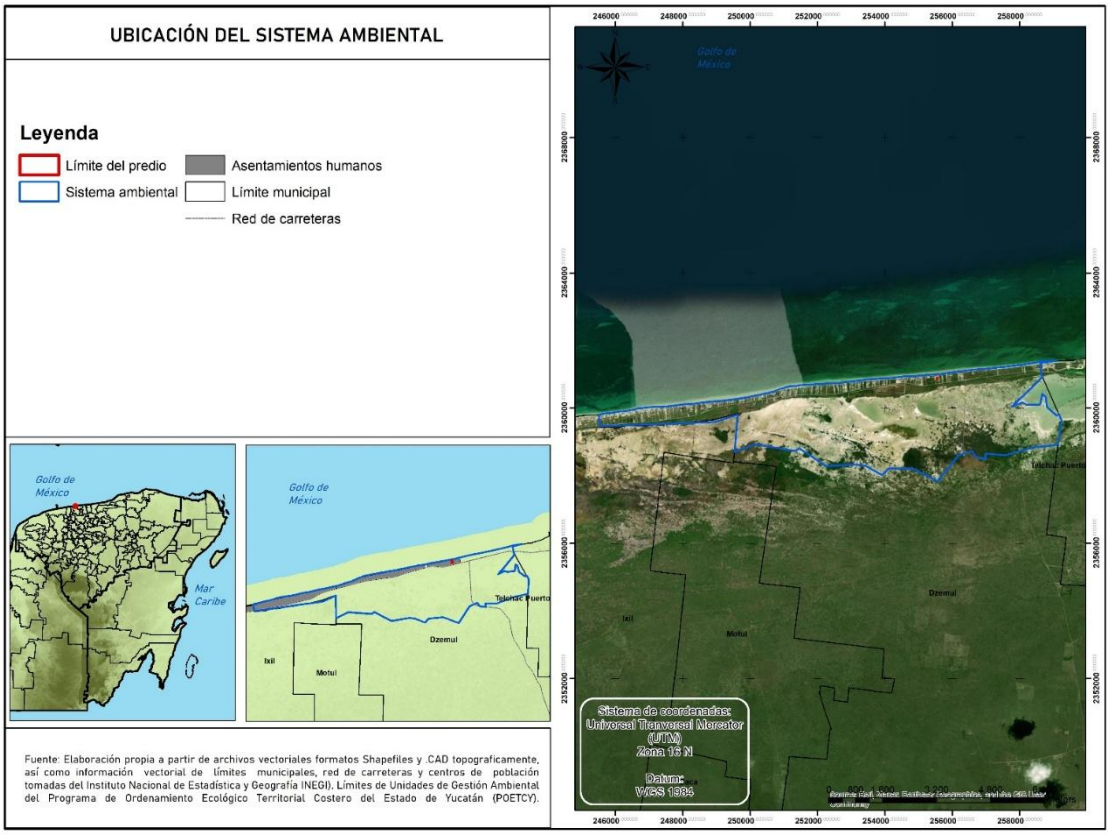


Figura 1. Ubicación y delimitación del Sistema Ambiental

Con una superficie de **24,014,619.86 m^2 (2,401.46 ha)** quedando delimitado de la siguiente manera:

Norte. Con el Mar Golfo de México, así como el límite de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA); DZE 02-BAR_AP1 y DZE 01-BAR_C3-R.

Este: Con el límite de las UGA's DZE 02-BAR_AP1 y DZE 04-MAN_ANP.

Sur: Con el Límite de la UGA DZE 04-MAN_ANP.

Oeste: Con el límite de la UGA DZE 01-BAR_C3-R, mismo que corresponde a un camino existente.

En la figura 1 que se presenta a continuación se puede observar el polígono del sistema ambiental.

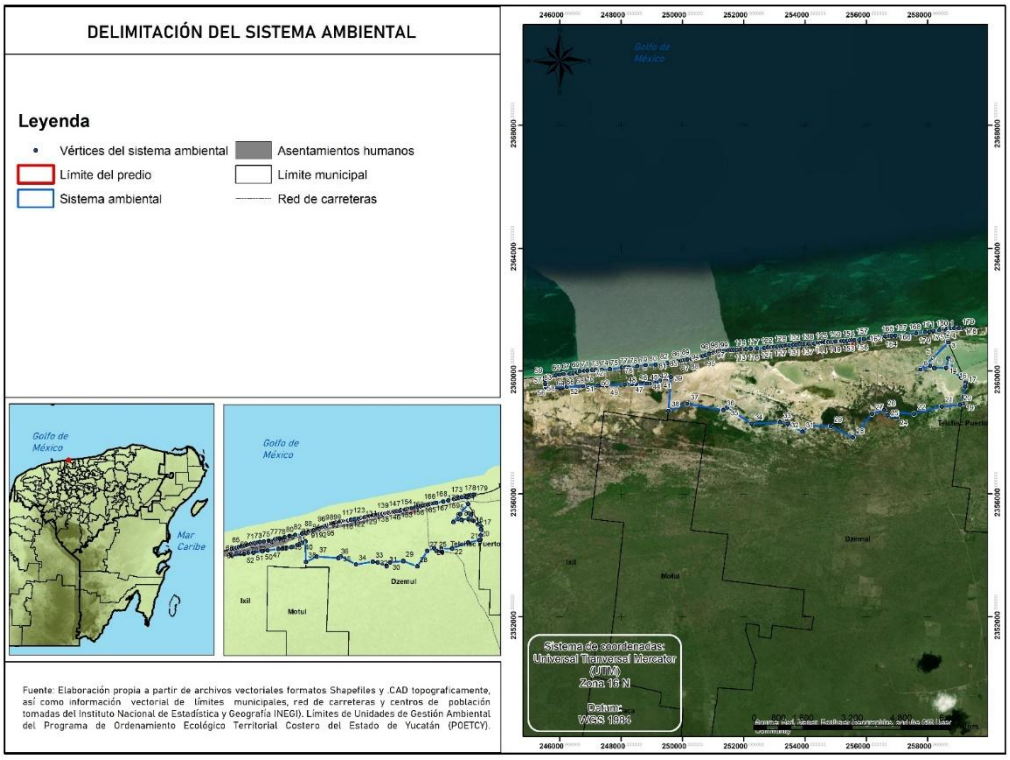


Figura 2 . Delimitación del sistema ambiental.

En el Cuadro 1 se muestran las coordenadas que lo delimitan:

Cuadro 1 . Coordenadas de delimitación del Sistema Ambiental

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
1	254,639.77	2,360,941.94	**91**	245,528.63	2,359,570.84
2	254,753.57	2,360,949.44	**92**	245,526.38	2,359,625.93
3	254,841.57	2,360,941.22	**93**	245,522.25	2,359,709.04
4	254,911.24	2,360,949.44	**94**	245,522.34	2,359,804.52
5	254,994.45	2,360,969.13	**95**	245,562.43	2,359,812.04
6	255,169.82	2,360,977.42	**96**	245,598.18	2,359,835.06

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
7	255,196.40	2,360,979.88	**97**	245,711.90	2,359,845.59
8	255,267.44	2,360,986.43	**98**	245,862.35	2,359,861.88
9	255,364.53	2,360,993.21	**99**	245,994.59	2,359,884.52
10	255,470.98	2,361,002.51	**100**	246,119.48	2,359,900.26
11	255,532.25	2,361,014.34	**101**	246,327.57	2,359,919.08
12	255,602.69	2,361,007.05	**102**	246,441.94	2,359,942.43
13	255,797.02	2,361,036.83	**103**	246,557.15	2,359,957.05
14	255,923.49	2,361,052.55	**104**	246,652.58	2,359,992.95
15	256,101.62	2,361,079.76	**105**	246,804.91	2,360,006.92
16	256,204.32	2,361,092.17	**106**	246,897.61	2,360,019.62
17	256,320.73	2,361,099.68	**107**	247,052.04	2,360,033.37
18	256,437.85	2,361,122.58	**108**	247,160.58	2,360,034.88
19	256,502.14	2,361,120.62	**109**	247,372.01	2,360,044.13
20	256,620.35	2,361,138.82	**110**	247,635.91	2,360,061.33
21	256,737.12	2,361,147.96	**111**	248,016.38	2,360,118.77
22	256,773.68	2,361,153.45	**112**	248,146.60	2,360,124.40
23	256,828.43	2,361,155.64	**113**	248,255.28	2,360,125.39
24	257,337.62	2,361,203.54	**114**	248,523.83	2,360,159.00
25	257,626.89	2,361,231.40	**115**	248,800.53	2,360,194.06
26	257,920.59	2,361,273.36	**116**	249,120.26	2,360,219.50
27	258,060.00	2,361,282.07	**117**	249,506.70	2,360,262.71
28	258,183.72	2,361,304.71	**118**	249,717.97	2,360,291.80
29	258,384.11	2,361,337.80	**119**	249,847.71	2,360,313.41
30	258,542.68	2,361,367.41	**120**	249,959.39	2,360,331.72
31	258,638.52	2,361,388.31	**121**	250,014.13	2,360,347.28
32	258,772.70	2,361,391.79	**122**	250,076.23	2,360,362.08
33	258,865.06	2,361,400.50	**123**	250,161.38	2,360,384.06
34	259,097.17	2,361,401.52	**124**	250,300.15	2,360,400.48
35	259,019.23	2,361,396.61	**125**	250,371.04	2,360,423.27

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
36	258,609.40	2,361,337.44	**126**	250,447.75	2,360,435.50
37	258,647.85	2,360,995.44	**127**	250,539.72	2,360,451.46
38	258,660.93	2,360,965.68	**128**	250,591.12	2,360,475.86
39	258,674.34	2,360,935.18	**129**	250,673.30	2,360,489.65
40	258,176.42	2,360,437.25	**130**	250,749.81	2,360,517.10
41	257,766.70	2,360,046.50	**131**	250,869.41	2,360,565.82
42	258,081.34	2,360,173.68	**132**	251,013.85	2,360,604.41
43	258,219.31	2,360,108.50	**133**	251,079.24	2,360,626.71
44	258,609.98	2,360,113.25	**134**	251,120.38	2,360,634.13
45	258,671.92	2,360,423.00	**135**	251,161.96	2,360,645.75
46	258,771.97	2,360,337.25	**136**	251,220.03	2,360,652.48
47	258,810.08	2,360,041.75	**137**	251,290.62	2,360,656.85
48	258,866.98	2,359,990.01	**138**	251,356.34	2,360,655.36
49	259,085.14	2,359,793.00	**139**	251,488.51	2,360,679.89
50	259,167.75	2,359,812.68	**140**	251,552.54	2,360,690.40
51	259,246.58	2,359,633.35	**141**	251,613.23	2,360,691.55
52	259,227.29	2,359,507.94	**142**	251,676.67	2,360,698.79
53	259,174.55	2,359,165.05	**143**	251,773.93	2,360,694.03
54	259,139.43	2,358,936.75	**144**	251,838.42	2,360,697.16
55	259,060.00	2,358,911.75	**145**	251,884.41	2,360,705.91
56	258,460.00	2,358,853.50	**146**	251,943.22	2,360,717.91
57	257,559.98	2,358,611.75	**147**	252,007.34	2,360,717.76
58	256,984.98	2,358,661.75	**148**	252,042.08	2,360,719.04
59	256,984.98	2,358,486.75	**149**	252,085.87	2,360,716.85
60	256,684.98	2,358,561.75	**150**	252,193.17	2,360,723.42
61	256,584.98	2,358,736.75	**151**	252,232.59	2,360,732.17
62	256,187.75	2,358,611.75	**152**	252,440.82	2,360,743.10
63	255,559.97	2,357,836.75	**153**	252,665.39	2,360,753.91
64	254,834.97	2,358,211.75	**154**	252,786.28	2,360,772.18

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
65	254,109.97	2,358,211.75	**155**	252,899.78	2,360,780.60
66	253,909.97	2,358,029.00	**156**	252,948.18	2,360,786.21
67	253,434.97	2,358,286.75	**157**	252,987.51	2,360,786.39
68	253,184.95	2,358,336.75	**158**	253,085.57	2,360,799.59
69	252,259.95	2,358,286.75	**159**	253,197.40	2,360,812.43
70	251,459.95	2,358,811.75	**160**	253,272.38	2,360,823.95
71	251,334.95	2,358,736.75	**161**	253,370.00	2,360,832.96
72	250,159.94	2,358,936.75	**162**	253,416.11	2,360,847.29
73	249,537.97	2,358,707.59	**163**	253,487.20	2,360,846.30
74	249,628.17	2,359,814.73	**164**	253,613.97	2,360,859.72
75	249,472.37	2,359,764.00	**165**	253,709.12	2,360,860.68
76	249,269.60	2,359,697.97	**166**	253,821.39	2,360,877.72
77	249,158.16	2,359,661.69	**167**	253,915.32	2,360,881.80
78	248,942.59	2,359,591.50	**168**	253,975.06	2,360,884.11
79	248,924.90	2,359,590.86	**169**	254,102.31	2,360,885.56
80	248,834.66	2,359,587.62	**170**	254,126.40	2,360,889.93
81	248,485.27	2,359,575.07	**171**	254,211.80	2,360,892.12
82	248,348.02	2,359,570.14	**172**	254,275.31	2,360,905.26
83	248,119.47	2,359,561.94	**173**	254,308.16	2,360,907.44
84	247,531.96	2,359,540.86	**174**	254,421.80	2,360,924.04
85	247,242.86	2,359,530.50	**175**	254,487.72	2,360,924.95
86	246,750.29	2,359,512.86	**176**	254,538.09	2,360,940.27
87	246,228.65	2,359,494.19	**177**	254,575.32	2,360,938.08
88	245,539.96	2,359,469.57	**178**	254,639.77	2,360,941.94
89	245,539.44	2,359,483.08			
90	245,539.23	2,359,484.77			

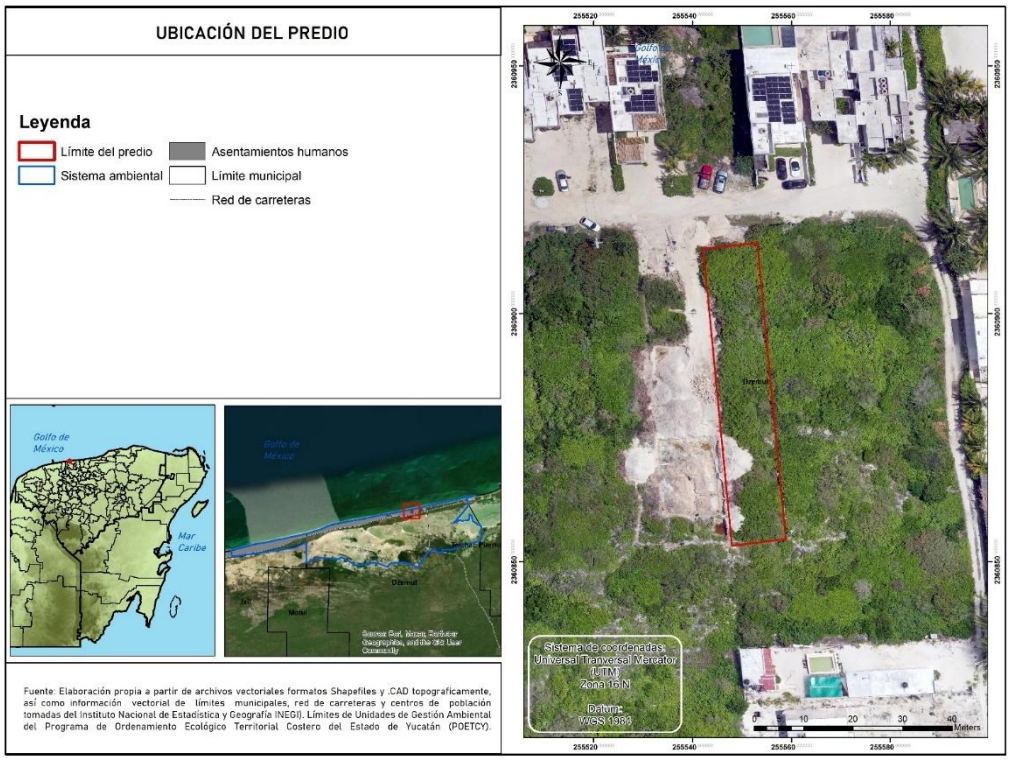


Figura 3 . Ubicación del sitio del proyecto dentro del SA.

A continuación, se describen detalladamente algunos aspectos como su clima, vientos, geología, hidrología superficial y subterránea, así como suelos y vegetación con base en este Sistema.

Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental

Aspectos Abióticos

Clima

Las condiciones climáticas de la zona de estudio, en dirección noroeste-sureste son cada vez menos secas y más húmedas, de tal forma que el clima cálido con lluvias irregulares en el año, es decir, el más seco de los semiáridos, se localiza en las inmediaciones, desde el este de Sisal hasta el norte de Dzidzantún. Rodeando a esta zona se presenta el clima semiárido cálido con lluvias en verano, que abarca una franja desde Celestún al oeste de Dzilam de Bravo.

La climatología de la zona corresponde a un semiseco muy cálido, con lluvias en verano. Con un rango en temperatura de 24-28º C y precipitaciones de 600-1,000 mm.

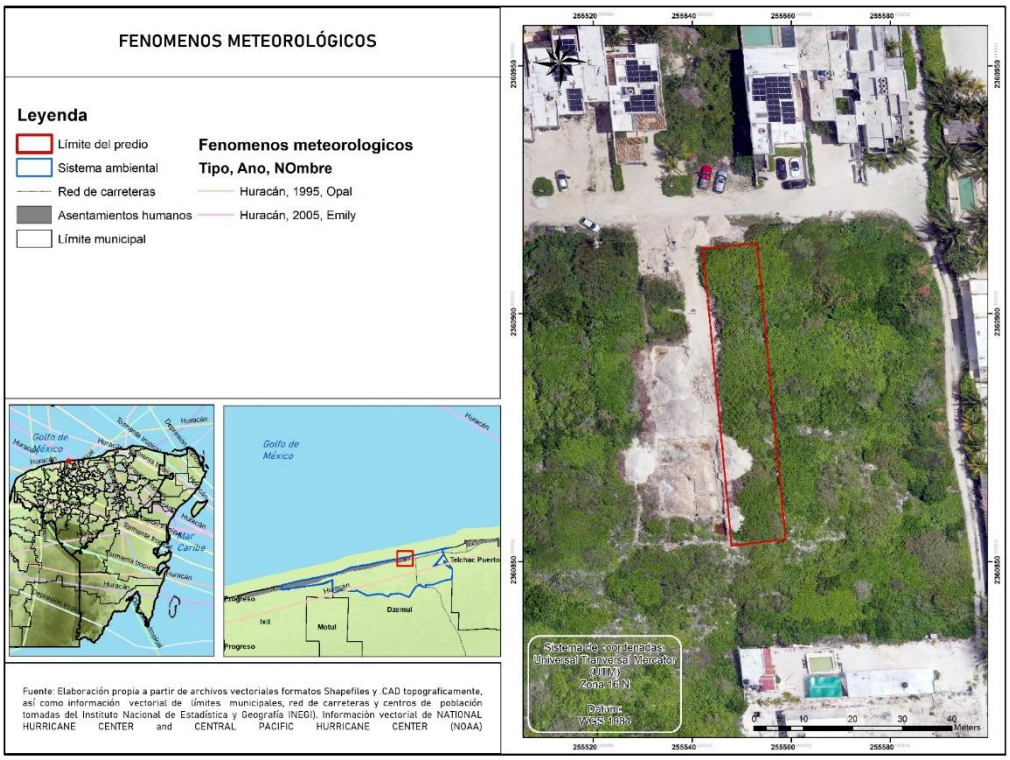


Figura 4. Tipo de clima del Sistema Ambiental

Eventos Climáticos Extremos (Huracanes)

Los principales fenómenos climatológicos en la Península de Yucatán son los huracanes. De acuerdo con la velocidad de sus vientos, los eventos climáticos extremos en Yucatán se clasifican de menor a mayor en tres categorías: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. Estos fenómenos se producen en el Atlántico oriental (Cabo Verde), en el Mar de las Antillas y con menor frecuencia en la Sonda de Campeche. El período de ocurrencia para toda la Península de Yucatán se extiende desde junio hasta noviembre. La incidencia ciclónica para el estado es una de las más importantes de toda la Península, pues prácticamente alcanza una ocurrencia de cerca del 40% de los eventos de huracanes.

A pesar de que los datos sobre la cantidad y probabilidad de huracanes (1900-2005) muestran que la costa de Yucatán es la zona de máxima ocurrencia, los efectos destructores pueden reflejarse en todo el estado a través de la acumulación excesiva de agua de lluvia en un corto periodo de tiempo. Un claro ejemplo es la tormenta tropical Cristóbal que en verano de 2020 ocasionó severas y prolongadas inundaciones a causa de la saturación del nivel de agua del manto freático en gran parte del estado, lo cual se tradujo en pérdidas del 85% de los cultivos del estado. Los huracanes que más daños han causado en la región son: Allen en 1980; Gilberto (categoría 5) en 1988; Opal y Roxanne en 1995; Keith en 2000; Isidoro en 2002, Wilma en 2005 y Cristóbal (tormenta tropical) en 2020.

Se realizó un depurado de la base de datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) analizando datos desde 1895 a la fecha. Se localizaron los huracanes y tormentas registrados en la zona del sitio del proyecto, mismos que se presentan en la figura 4.

De manera complementaria, se presenta un cuadro (Cuadro 2) con los huracanes que han afectado las costas de la Península de Yucatán y en especial del estado de Yucatán de 1988 al 2020, según el Sistema Meteorológico Nacional.

Cuadro 2 . Listado de Huracanes que afectaron al Estado de Yucatán de 1988 a 2021. Fuente: SMN.

Año	Nombre	Categoría En Impacto	Lugar De Entrada A La Tierra O Costa Más Cercana	Estado Afectados	Periodo (Inicio-Fin)	Vientos Max
2021	Grace	H	Papantla, Ver.	Camp., Yuc., Qroo. Tab, Chis. Y Ver.	13 – 21 Agos.	195
2020	Cristobal	Tt	Sonda De Campeche	Camp., Yuc., Qroo. Tab, Chis.	1 -3 Jun.	75
2008	Dolly	Tt [Tt]	Laguna De Nichupté, Q Roo [Nuevo Laredo, Tamps.]	Q Roo, Yuc, Tamps, Nl, Coah, Chih.	20-25 Julio	85 (65)
2005	Wilma	H4	Cozumel-Playa Del Carmen, Qr	Qroo, Yuc.	15-25 Oct	230
	Stan	Tt (H1)	Felipe C. Pto, Qr [San Andrés Tuxtla, Ver]	Qr, Yuc, Ver; Oax, Camp, Chis.	1-5 Oct	75 (130)
	Emily	H4 [H3]	20 Km Al N De Tulúm, Qr [El Mezquite, Tamps.]	Qroo, Yuc, Tamps, Nl.	10-21 Jul	215 (205)
	Cindy	Dt	10 Km Al Oeste De Felipe Carrillo P., Qr	Qroo, Yuc.	3-6 Jul	55
2003	Claudette	Tt (Dt)	25 Ssw Cancun Q Roo (Cd. Acuña, Coah)	Qroo, Tamps, Nl, Coah, Yuc.	8-15 Jul	90 (55)
	Larry	Dt	Paraíso, Tabasco	Qr, Yuc, Tab; Camp, Chis.	17-26 Sep. De 2003.	65
2002	Isidore	H3	Telchac Puerto, Yuc.	Qroo, Yuc, Camp.	14-26 Sep	205
2000	Gordon	Dt	Tulum, Q Roo	Qroo, Yuc.	14-18 Sep	55
1999	Katrina	Dt	45 Km Nnw Chetumal, Q Roo	Qroo, Camp, Yuc.	28 Oct-1 Nov	45
1998	Mitch	Dt (Tt)	Cd. Hidalgo, Chis (Campeche, Camp.)	Chis, Tab, Camp, Yuc.	21 Oct-5 Nov	45 (65)
1996	Dolly	H1(H1)	F. C. Puerto, Quintana Roo (Pueblo Viejo, Ver.)	Qroo, Yuc, Camp, Ver, Tamps, Slp, Zac.	19-24 Ago	110 (130)
1995	Roxanne	H3 (Dt)	Tulum, Q Roo (Mtz De La Torre, Ver)	Qroo, Yuc, Camp, Tab, Ver.	8-20 Oct	185 (45)

	Opal	Dt	B. Del Espíritu Santo, Quintana Roo.	Camp, Yuc, Qroo, Tab.	27 Sep-2 Oct	55
1990	Diana	Tt (H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	Q Roo, Yuc, Cam, Ver, Hgo, Slp, Qro, Gto, Jal, Nay	4-8 Ago	110 (158)
1988	Gilbert	H5 (H4)	Puerto Morelos, Q Roo (La Pesca, Tamps)	Qroo, Yuc, Tam, Nl, Coah	8-20 Sep	287 (215)

Note. Celdas con color rosa han sido fenómenos más cercanos al Sistema ambiental que han impactado.

Vientos

El sistema de vientos dominante en la región y en el Sistema en general tiene dos componentes principales durante el año: el primero y más importante para la región se presenta durante la primavera y el verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este, producto del desplazamiento hacia el norte tanto de la Zona Intertropical de Convergencia como de la Zona Subtropical de Alta Presión causando lluvias en verano y en parte del otoño, en el que la influencia ciclónica se recibe con mayor intensidad reforzándose el movimiento y vigor de los vientos del sureste y del este.

La figura 5 muestra un mapa elaborado por el Servicio Geológico Mexicano (2012-2018) sobre la intensidad de los vientos en temporada de huracanes en el estado de Yucatán. Las flechas que se observan en la figura están regidas por el área de acción de los vientos que se mueven dentro del radio de acción (sensibilidad) y por lo tanto indican de donde sopla el viento y por donde se podría conectar con otros flujos en corredores de vientos que podrían potencialmente transportar o alimentar algún fenómeno natural.

A fines del otoño y principios del invierno el componente principal de los vientos se invierte y las masas de aire frío del norte o nortes adquieren mayor influencia. Se observa que los vientos del sureste predominan en primavera-verano (22.7%), registrando velocidades medias más altas de 9.8 km/h y los del este (20.9%) con velocidades medias de 8.5 km/h. Los vientos del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno (40%) con velocidades medias de 3.2 km/h. Los vientos del noroeste predominan durante la primavera (13.6), con velocidades medias de 7.9 km/h. Se estima que se presentan más de 300 días con viento al año.

Los vientos más importantes son los que se originan por la circulación ciclónica de junio a octubre, con mayor incidencia en septiembre y los nortes que abarcan de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal. A veces se acompañan con vientos de hasta 100 km/h.

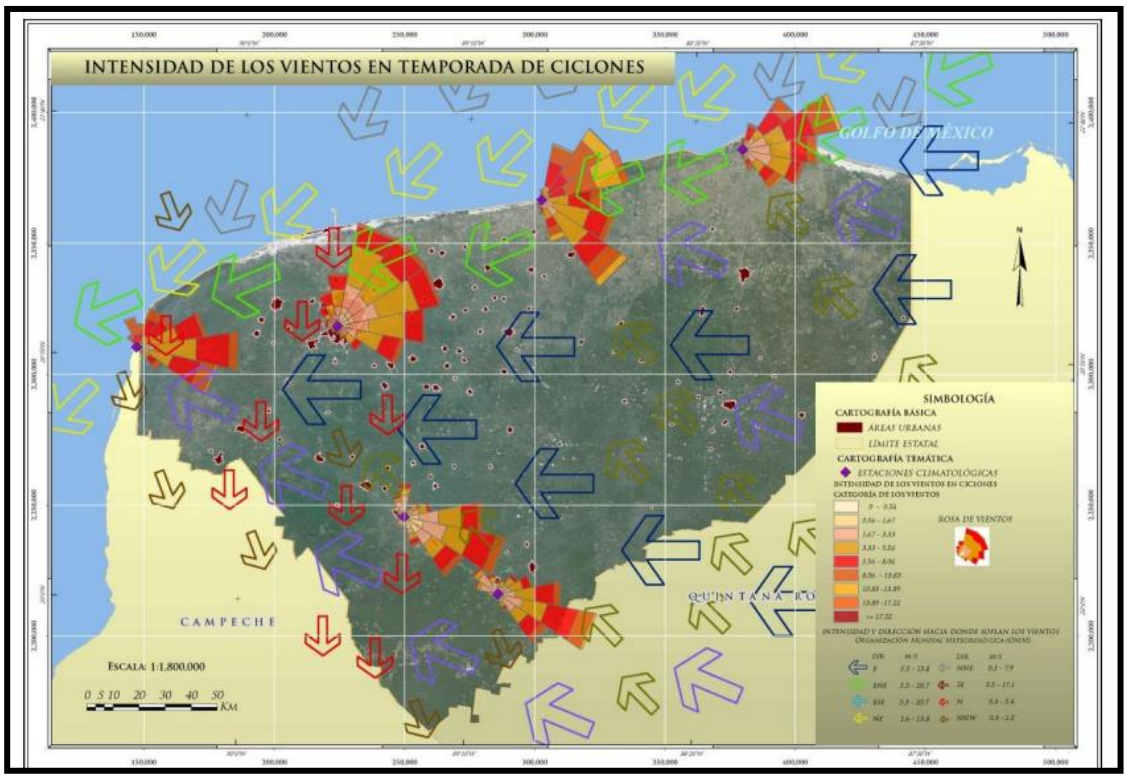


Figura 5 . Flujo vectorial (predominante) del viento en temporada de ciclones.

Geología

El Estado de Yucatán es una gran plataforma calcárea que tiene su origen en los arrecifes coralinos y sedimentos marinos de los periodos terciario y cuaternario de la era Cenozoica que, al exponerse a la superficie, formaron la roca caliza. La edad aproximada del paisaje kárstico del estado es de 63 millones de años. Los otros dos estados que componen a la Península de Yucatán tienen las mismas características geológicas.

La gran plataforma calcárea se compone de tres estratos: la roca consolidada, el saskab (calizas blandas) y la coquina. La roca sedimentaria cubre 95.8% del territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6% y se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. De esta manera, el sitio del proyecto y su área de influencia cumplen con tales características geológicas.

Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

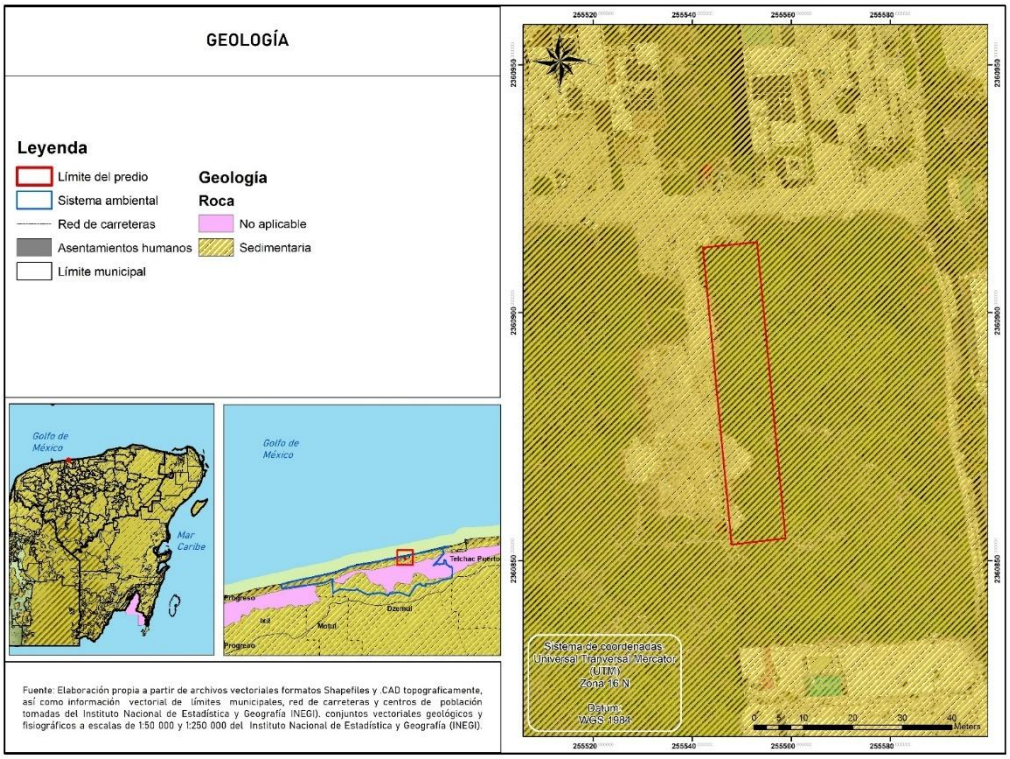


Figura 6 .Geología del sistema ambiental

El Sistema Ambiental corresponde a un ambiente de transición entre el sistema terrestre y el marino; el primero constituido por la plataforma carbonatada en donde dominan los procesos de disolución de la roca caliza, el transporte y la acumulación de materia orgánica y mineral. El sistema marino está determinado por la acción de las olas, las corrientes y el transporte de materiales, que permite la acumulación y la erosión del litoral. La morfología de la zona costera es por naturaleza dinámica, debido a la frecuencia y a la intensidad de los procesos que la modifican. Los fenómenos ocurren de manera natural, sin embargo, también han sido inducidos por las acciones antrópicas.

Geomorfología

La Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) planicie interior, 3) colinas y valles, y 4) cuencas escalonadas, tal como se observa en la figura 7. Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSW de la costa oriental que fue formada por una falla y que, a diferencia de las costas norte y oeste, descienden bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Soh Laguna y el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel tienen también la misma orientación de esta falla.

El desarrollo geomorfológico de esta región inició durante el Terciario Superior con la formación de una planicie calcárea que ha sido modelada por una intensa disolución. Así, la región se caracteriza por la presencia de rasgos de disolución como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve ruiniforme y los "cenotes". Durante el Cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como

por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez.

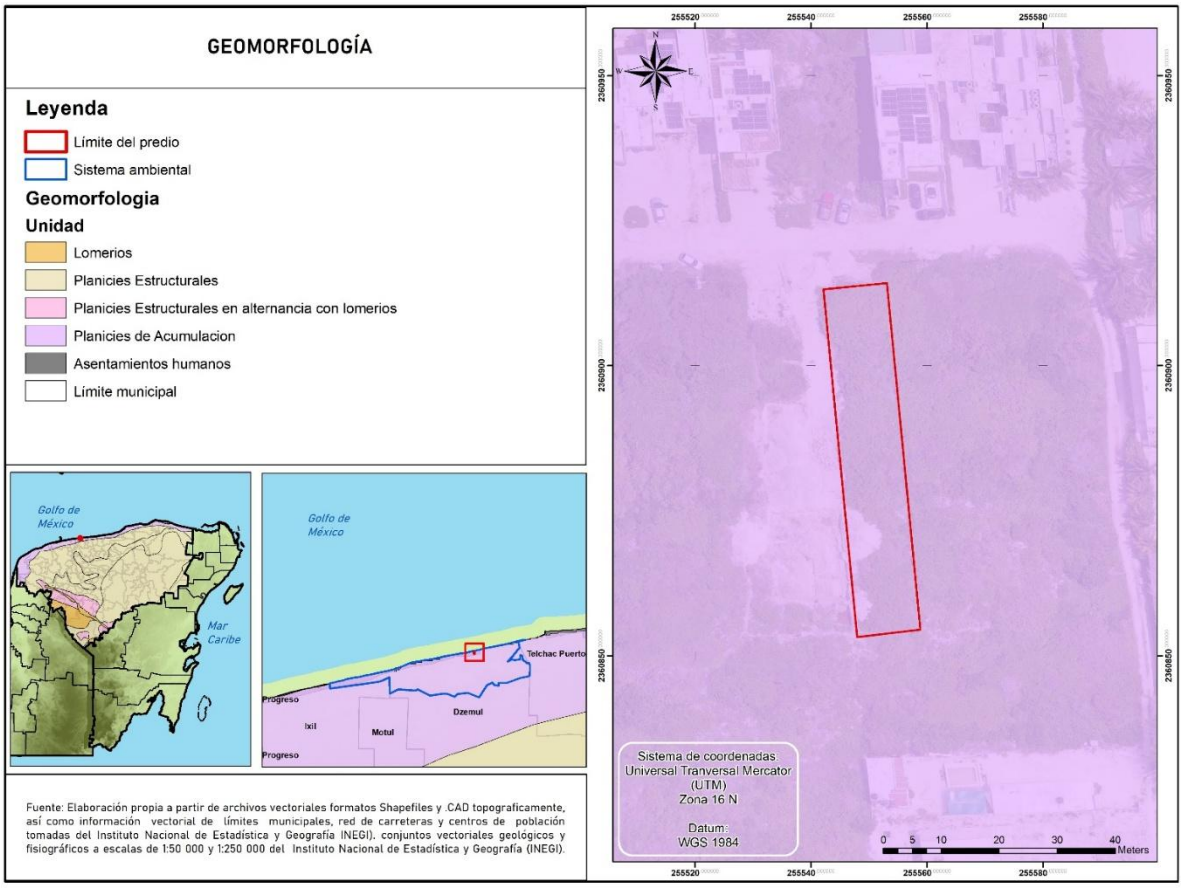


Figura 7 . Geomorfología del sistema ambiental

Litología

El Sistema Ambiental está conformado por materiales recientes del Holoceno, y por rocas calizas de la plataforma Pleistoceno, la karstificación, la meteorización superficial de la roca, la erosión y la acumulación de sedimentos transportados por la corriente litoral junto con la acción del viento son los principales procesos.

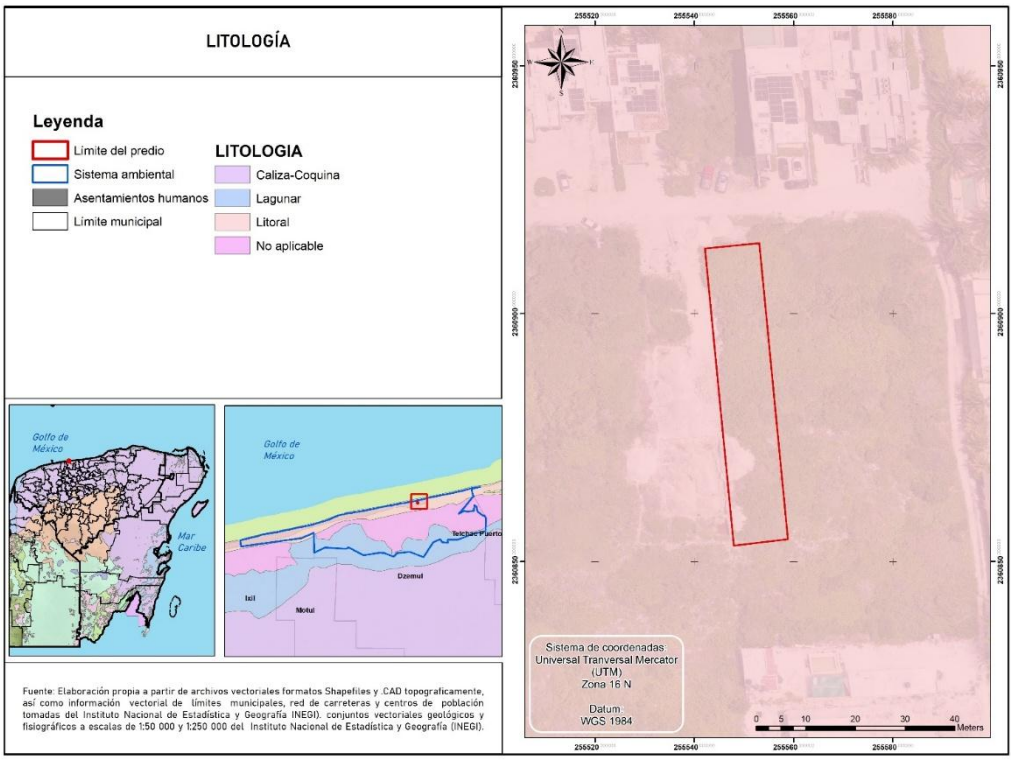


Figura 8 . Litología en la zona del proyecto

Fisiografía

Con base en el conocimiento sobre los suelos de la Península de Yucatán, podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Miranda (1958) los describe con elevaciones de 0 a 275 msnm, siendo en la Sierrita de Ticul, donde alcanzan su mayor altitud.

Los suelos son de origen marino, con rocas calcáreas de reciente formación en el Mioceno y Pleistoceno. El material basal o roca madre está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral, vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la península.

Topografía

En general, el paisaje de la Península de Yucatán se caracteriza por pequeñas elevaciones y montículos que, en la parte más alta, la denominada Sierrita de Ticul alcanzan una altura de hasta 275 msnm, así como reholladas que son una serie de hondadas con un desnivel de hasta 30m.

Para el Sistema ambiental la variación topográfica es mínima, encontrando pequeñas hondonadas de no más de un metro de variación.

Clasificación de los Suelos

En este Sistema se puede localizar 1 tipo de suelo según la carta edafológica del estado de Yucatán; el Regosol calcárico es el más dominante en el Sistema Ambiental, sin embargo,

se encuentra en una zona urbanizada. La figura siguiente muestra el tipo de suelo, mismo que se describe en la tabla 3.

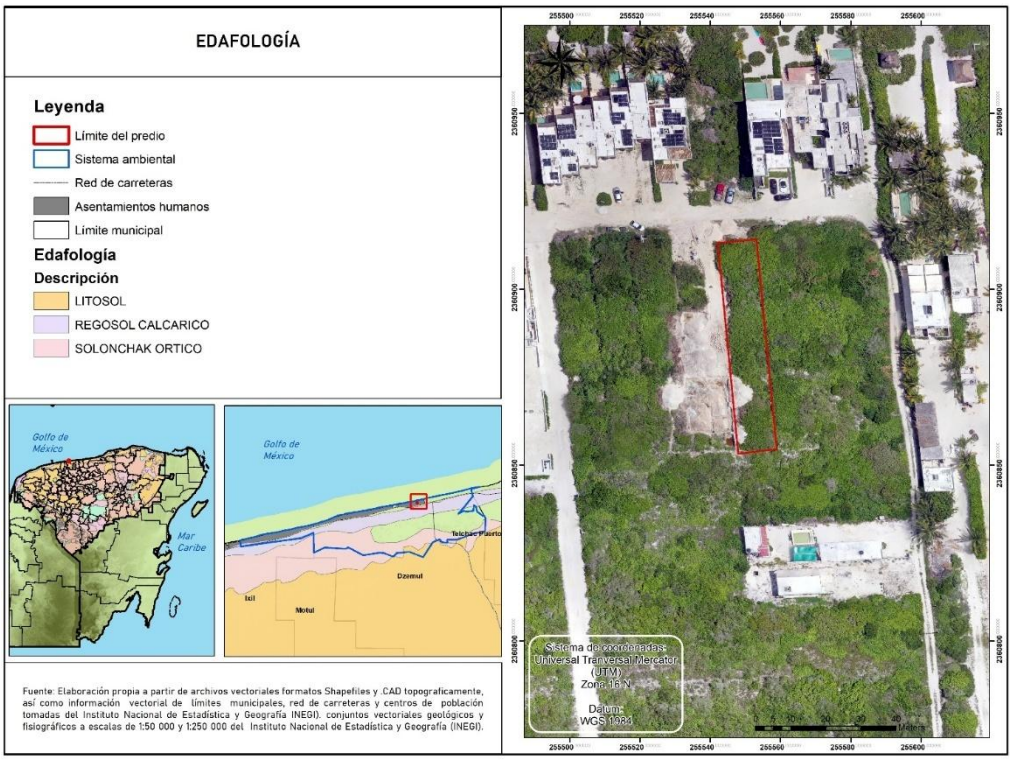


Figura 9 . Tipos de Suelos registrados en el Sistema Ambiental, figura generada con el Mapa Digital de México (INEGI).

Cuadro 3 . Descripción del tipo de suelo encontrado en el Sistema Ambiental

Suelo	Descripción
Regosol calcárico	Presenta un horizonte A ócrico y debajo de éste puede o no haber un horizonte C que se distingue por tener, en muchos casos, características derivadas de la roca madre. Lo más distintivo de esta subunidad es la abundancia de carbonatos entre 20 y 50 cm de profundidad, que se identifican en campo por la reacción moderada, fuerte o muy fuerte al ácido clorhídrico.

Hidrología Superficial y Subterránea

La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por calizas y dolomías de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea de la Península y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido.

Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas. Posteriormente, una parte considerable

se pierde mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas para finalmente llegar al mar.

El acuífero de la Península de Yucatán es altamente vulnerable a la contaminación debido a la gran densidad de fisuras y conductos de disolución que se encuentran en el subsuelo y que permiten la infiltración de todo tipo de aguas con mucha facilidad. Dado el escaso relieve del terreno, no se encuentran afloramientos o manantiales. Sin embargo, la disolución de los carbonatos frecuentemente forma cavernas que, en caso de derrumbarse sus techos, dan origen a dolinas o cenotes. El flujo subterráneo se da desde las porciones internas de la península radialmente hacia las planicies costeras.

El Sistema Ambiental se sitúa en la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte (CNA) que limita al oeste y norte con el Golfo de México, al sureste con el Mar de las Antillas y al sur con las Regiones Hidrológicas 31 y 33. La Región 32 abarca casi la totalidad del Estado de Yucatán (tabla 4).

Cuadro 4 . Disponibilidad Media Anual: Acuíferos del Estado de Yucatán. Fuente: INEGI

Acuífero	Clave	Recarga Media Mm^3/Año	Descarga Natural Comprometida Mm^3/Año	Volumen Concesionado De Agua Subterránea Mm^3/Año	Volumen De Extracción Consignado En Estudios Técnicos Mm^3/Año	Disponibilidad Mm^3/Año
Península de Yucatán	3105	21,813.40	14,542.20	2,265.60	1,313.30	5,505.60

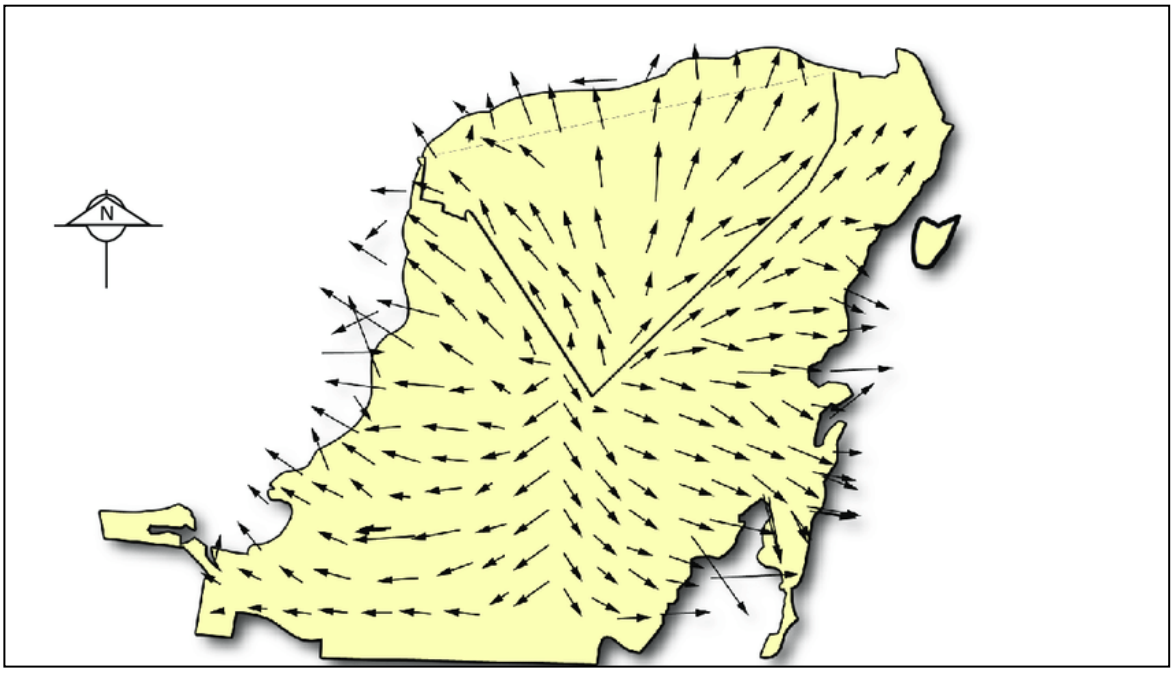


Figura 10 . Mapa de la Península de Yucatán que muestra las direcciones de flujo que sigue el agua subterránea Fuente: Prado, 2008.

Tipos de Costa

La zona del Sistema Ambiental es típica de la costa del Estado de Yucatán. Consiste en una playa arenosa, aguas someras y de baja energía, con una gran cantidad de algas marinas en la plataforma adyacente. Está cubierta por las aguas provenientes del canal de Yucatán que tienen una corriente dominante con dirección este-oeste al entrar en el Golfo de México.

Dicha corriente ocasiona un proceso de transporte y deposición litoral a lo largo de la playa; efecto contrario al de los "nortes", que tienden a erosionar la línea costera. Para nuestro caso el tipo de costa es básicamente Pasiva o Depositacional, tal como se esquematiza en la figura siguiente.

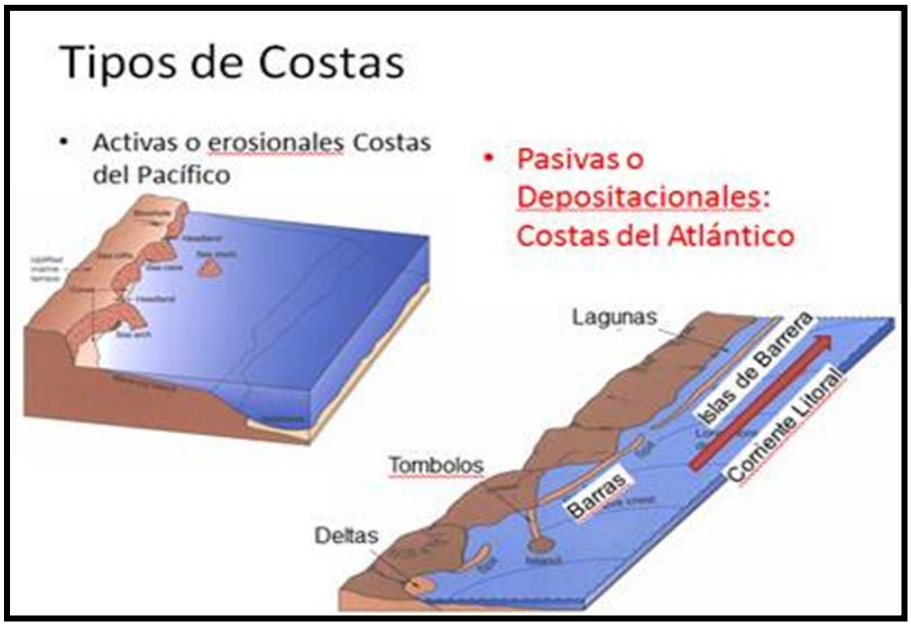


Figura 11 . Tipos de costas

El litoral occidental marítimo de Yucatán se caracteriza por la existencia de una isla de barrera que se extiende desde Cabo Catoche hasta la Laguna de Celestún. Esto es indicativo de un proceso sensible de sedimentación. Un mapa histórico de principio del siglo pasado muestra la presencia de una amplia laguna costera que se extiende en forma continua a lo largo de todo ese litoral. El paisaje es el típico del ecosistema de isla de barrera (es decir, la secuencia playa - isla de barrera - laguna costera - continente) tal como se muestra en la figura siguiente.

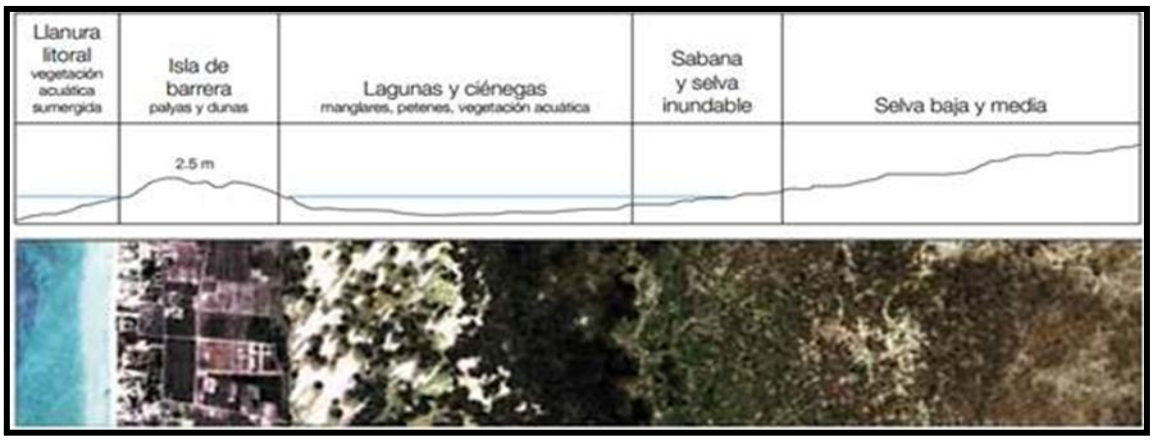


Figura 12 . Costa de Yucatán: perfil y principales ambientes costeros (tomado de García de Fuentes et al., 2011).

ASPECTOS BIÓTICOS.

Tipos de Vegetación

De acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el SA se identificaron ocho usos de suelo, de los cuales la vegetación de manglar tiene la mayor ocupación con el 22.57%, seguido de vegetación de duna costera con el 10.92%, después pastizal halófito con el 2.65%, después Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Espinosa Caducifolia con el 0.05% y finalmente tenemos Vegetación Secundaria Arbustiva De Manglar con el 0.04%.

En otros usos, cuerpos de agua presenta el mayor porcentaje de ocupación con el 49.68%, seguido de Asentamientos humanos con el 13.09% y finalmente Agricultura De Temporal Permanente con el 1%, como se muestra en la siguiente Figura.

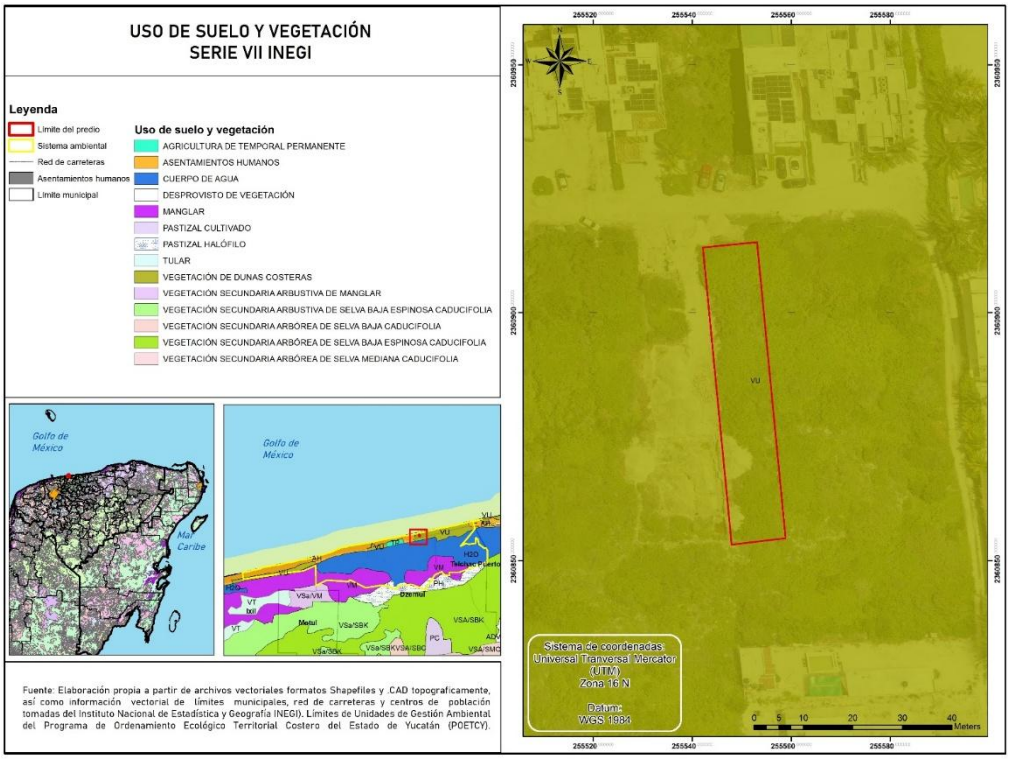


Figura 13 . Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental de acuerdo a la cartografía de INEGI Serie VII.

Cuadro 5 . Superficie de usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a INEGI Serie VII.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m^2)	% DE OCUPACIÓN
USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN			
VM	Manglar	5,419,657.12	22.57
VU	Vegetación De Dunas Costeras	2,621,342.84	10.92
PH	Pastizal Halófilo	635,302.42	2.65
VSA/SBK	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Espinosa Caducifolia	12,897.54	0.05
VSa/VM	Vegetación Secundaria Arbustiva De Manglar	9,455.78	0.04
OTROS USOS			
H2O	Cuerpo De Agua	11,930,318.64	49.68
AH	Asentamientos Humanos	3,143,836.61	13.09
TP	Agricultura De Temporal Permanente	241,808.91	1
	TOTAL	**24,014,619.86**	**100**

A pesar de la información obtenida, se procedió a corroborarla por medio de imagen satelital georreferenciada de Google Earth Pro por medio de digitalización (caracterización) de los usos de suelo presentes en el SA con el fin de definir con más precisión los usos. El resultado se muestra en la siguiente figura y cuadro de superficies.

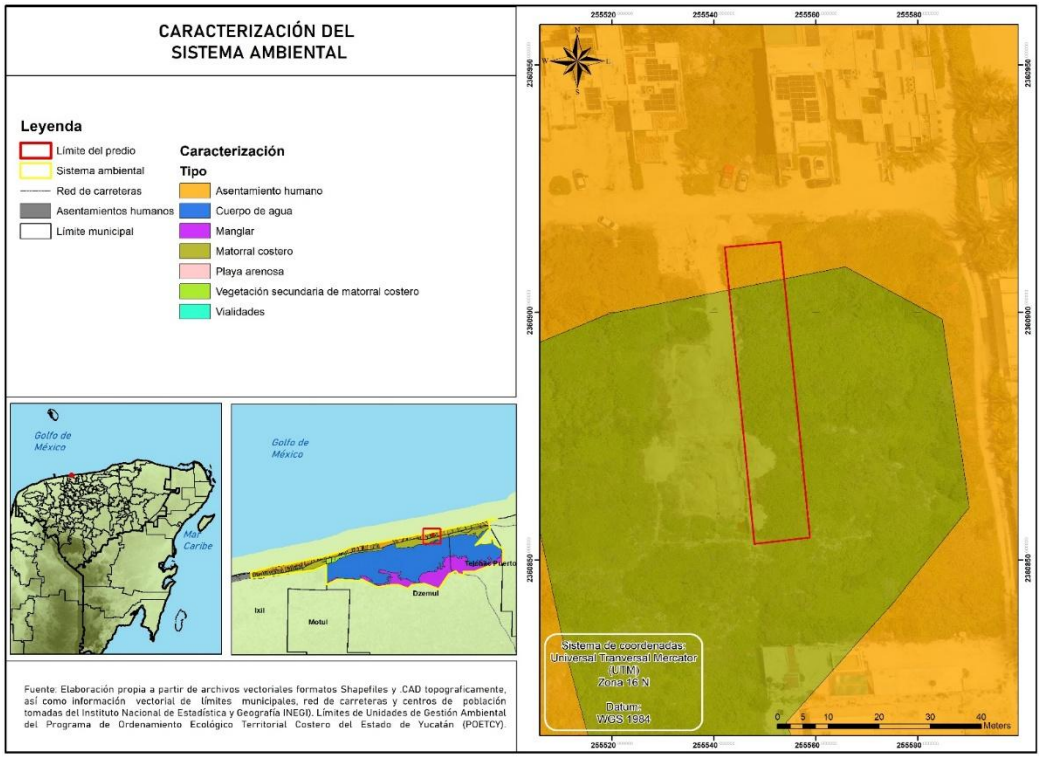


Figura 14 . Usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a caracterización

Cuadro 6 . Superficie de usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a caracterización.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	% DE OCUPACIÓN
USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN			
VM	Manglar	4,000,154.51	16.66
MC	Matorral costero	3,488,619.94	14.53
VS /MC	Vegetación secundaria de matorral costero	271,204.07	1.13
OTROS USOS			
H2O	Cuerpo de agua	13,999,569.23	58.30
AH	Asentamiento humano	1,816,073.24	7.56
PA	Playa arenosa	178,247.84	0.74
V	Vialidades	260,751.01	1.08

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	% DE OCUPACIÓN
	TOTAL	**24,014,619.84**	**100.00**

Por lo tanto, se puede observar que el uso que predomina es cuerpos de agua con el **58.30%** de ocupación en relación a la superficie total del SA, seguido con un **16.66%** por vegetación de manglar, un **14.53%** por vegetación de matorral costero, un **7.56%** por asentamientos humanos, **1.13%** por Vegetación secundaria de matorral costero, **1.08%** por vialidades y finalmente por el **0.74%** por playa arenosa.

Vegetación en el Sistema ambiental

Acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, las especies representativas de flora son: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle botoncillo (*Connocarpus erectus*), Mangle blanco (*Lagunculariaracemosa*), Chicozapote (*Manilkara zapota*), Amate negro (*Ficus cotinifolia*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Apamate rosa (*Tabebuia rosea*), Palma (*Sabal yapa*), Julub (*Bravaisia berlandieriana*), Chechen prieto (*Metopium brownei*), Chaká (*Bursera simaruba*), Coma de uña (*Pisonia aculeata*), Helecho de playa (*Acrostichum aureum*), Pastizal (*Byrsonima bucidaefolia*), Jícara (*Crescentia cujete*), Palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), tule (*Typha dominguensis*), Sak-nicte (*Plumeria obtusa*), Copal (*Protium copal*), Ciricote (*Cordia dodecandra*).

Especies Endémicas:

Flora:

Pak'am o tsakam (*Nopalea gaumeri*), K'ulub (*Pterocereus gaumeri*), Ts'iipil o despeinada (*Beaucarnea pliabilis*), nejkisin (*Cephalocereus gaumeri*).

Especies Protegidas en la NOM: Mangle blanco o mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) (A), Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (A), Ts'iipil o despeinada (*Beaucarnea pliabilis*) (A), Mangle botoncillo o mangle pietro (*Conocarpus erectus*) (A), Guayacán (*Guaiacum sanctum*) (A), K'ulub (*Pterocereus gaumeri*) (P), Ch'it, o palma chiit (*Thrinax radiata*) (A).

Sin embargo, cabe recordar que el sistema ambiental para el este proyecto comprende en su mayor porción **por cuerpos de agua**, **manglar** y **matorral costero**, en menor porción por **playa arenosa**. Sin embargo, para definir la riqueza florística se realizó un muestreo de la vegetación.

METODOLOGÍA

Tamaño de muestra.

El tamaño de muestra de una proporción se calcula a continuación:

El Sistema Ambiental tiene una superficie de **24,014,619.86 m^{2,}** esta superficie es la que se toma como la superficie total.

Para la estimación se utilizó la fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas. Para el cálculo de tamaño de muestra cuando el universo es finito, es decir contable y la variable de tipo categórica, primero debe conocer "N" ósea el número total de casos esperados o que ha habido en años anteriores para eso deben revisar los datos estadísticos previos.

Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseásemos saber cuántos del total tendremos que estudiar la fórmula sería:

Ecuación 1. Cáluclo de poblaciones fnitas

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N-1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población, **Zα=** 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%) **p =** proporción esperada (en este caso 5% = 0.05), **q =** 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95), **d =** precisión (en su investigación use un 5%).

Según diferentes seguridades el coeficiente de **Zα** varía, así:

Si la seguridad Zα fuese del 90% el coeficiente sería 1.645

Si la seguridad Zα fuese del 95% el coeficiente sería 1.96

Si la seguridad Zα fuese del 97.5% el coeficiente sería 2.24

Si la seguridad Zα fuese del 99% el coeficiente sería 2.576 (http://www.berrie.dds.nl/calcss.htm)

La superficie finita que se requiere analizar es de **24,014,619.86 m²**. Esta superficie se considera el total de la población. Es decir:

N= 24,014,619.86 Zα=1.96 P=0.05=5%, **q=** 1-q=0.95, **d=** precisión

El tamaño de la muestra debe ser de **73 m²** para tener un nivel de confianza no menor al 95%.

Sin embargo, se muestrearon **300 m²** de superficie del sistema ambiental, lo cual, es mayor al tamaño de muestra.

Metodología.

Se optó por muestrear sitios con superficies de 100 m^2. Quedaron definidos por las siguientes coordenadas:

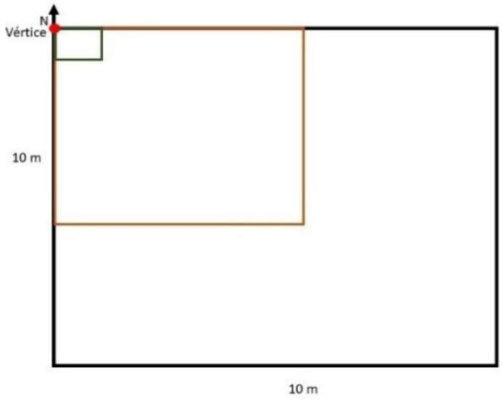
Cuadro 7 . Coordenadas de sitios de muestreo de flora en el sistema ambiental.

Vértice	X	Y
1	770,493.98	2,307,392.03
2	770,490.00	2,307,374.00
3	770,782.00	2,308,592.00

Se describe en la siguiente tabla las dimensiones de los sitios y los datos dasométricas tomados en campo.

La metodología utilizada **se aplicó para el Sistema Ambiental y Área de influencia**. Se muestrearon un total de **tres sitios** testigo (cuadrantes) de forma regular de 10 x 10 m, con una superficie de 100 m^2 cada uno. Para la referencia de la ubicación del cuadrante en campo, se tomó la coordenada del vértice izquierdo del cuadrante orientada al Norte, en la siguiente figura se puede visualizar la ubicación de los sitios de muestreo.

Cuadro 8 . Diseño de muestreo de flora en el sistema ambiental.

DISEÑO CUADRANTE	SUPERFICIE DE PARCELAS	VARIABLES REGISTRADAS
	Arbóreo. 10 X 10 m: 100 m²	Diámetro normal ≥ 7.5 cm. Altura total > a 5 m Estado o condición
	Arbustivo. 10 X 10 m: 100 m²	Altura total > a 1 m y < a 5 m. Diámetro normal < a 10 cm. Estado o condición
	Herbáceo. 1 X 1 m: 1 m²	Altura total <1 m Cobertura

Para la medición de variables dasométricas se consideraron únicamente individuos con altura mayor o igual a 0.50 m. En el estrato arbóreo se registraron variables como diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total. En el estrato arbustivo se evaluaron diámetro, altura y cobertura, mientras que en el estrato herbáceo se estimó principalmente la cobertura y frecuencia de las especies.

Para el estrato arbóreo se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP, 1.30 m) y la altura total de los individuos, siguiendo metodologías estándar de medición forestal (Avery & Burkhart, 2002)[1].

La altura se midió con un flexómetro para los individuos que no sobrepasaban los 2.00 m, mientras que para los individuos de mayor talla este parámetro fue por estimación visual

La cobertura de copa se estimó mediante la medición de dos diámetros perpendiculares de la proyección horizontal de la copa: un diámetro mayor (D1) y un diámetro menor (D2), utilizando un flexómetro. La cobertura individual se estimó asumiendo una forma elíptica de la copa, método ampliamente utilizado en estudios de vegetación y estructura forestal (Canfield, 1941; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974)[2].

Finalmente, para la selección y medición de los individuos en todos los estratos se siguió un orden, el cual, es el sentido horario, es decir, de izquierda a derecha como el sentido de las manecillas del reloj.

Todos los individuos registrados se determinaron a nivel especie *in situ* cuando fue posible o se recolectó material botánico de referencia para su determinación con ayuda de la información correspondiente a flora virtual de Mesoamérica y de Nicaragua, así como de bibliografía especializada (Chan *et al*., 2002, Guadarrama et al., 2016 y Espejel *et al*., 2017)[3].

[1] Avery, T. E., & Burkhart, H. E. (2002). Forest measurements (5th ed.). McGraw-Hill.

[2] Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons.

[3] Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., González-Cruz, C. C., Garcillán, P. Á., Castillo, A. L., Durán, R., & otros autores. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. Acta Botanica Mexicana, 121, 39–81. https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1290

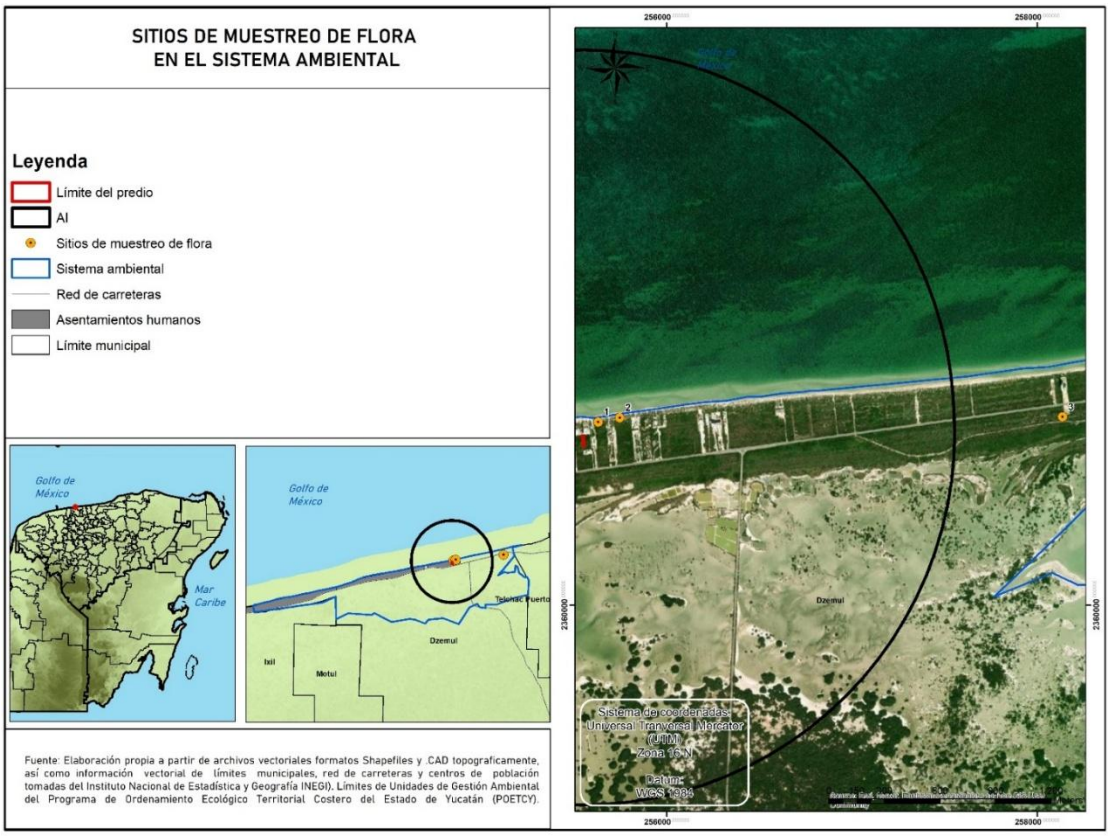


Figura 15 . Figura se muestra los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental

En total se registraron **29 especies, distribuidas en 19 familias botánicas**, se registraron **dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, como se muestra en la Tabla.

Cuadro 9 . Riqueza florística en el sistema ambiental

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Arbustivo	Herbáceo
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Juluub	X	
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Henequén de playa		X
	Manfreda sp.	Amole	X	X
Amaranthaceae	*Alternanthera sp.*	Alternanthera sp.		X
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa		X
Anacardiaceae	*Metopium brownie*	Cheechem		X
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar		X
	Flaveria linearis	Anis xiiw	X	X
	Porophyllum sp.	Pápalo	X	X
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Sik'imay		X
Brassicaceae	*Cakile edentula*	Xaal		X
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Pitahaya de mar		X

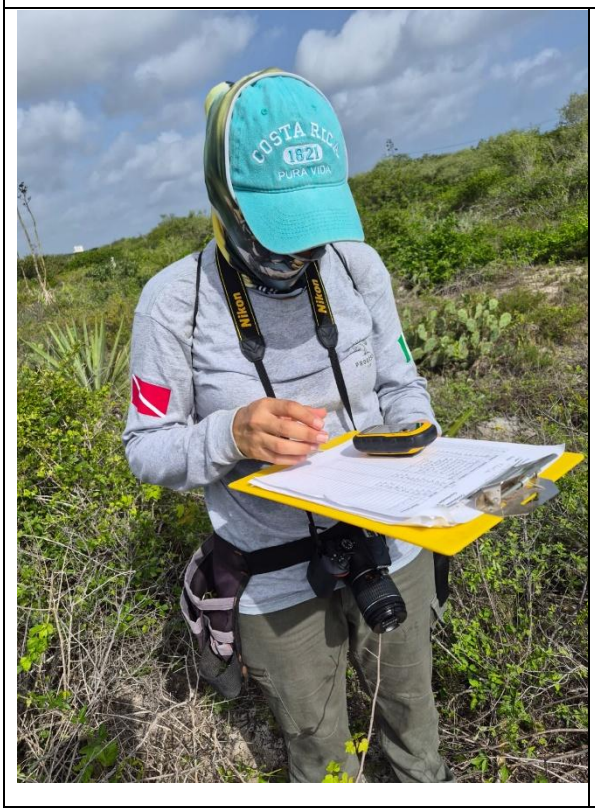
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Arbustivo	Herbáceo
	Opuntia stricta	Nopal	X	X
	*Mammillaria gaumeri**	Pool miis		X
Fabaceae	*Caesalpinia vesicaria*	Mareña	X	
	Canavalia rosea	Frijolillo		X
	Leucaena leucocephala	Waaxim	X	
	Pithecellobium keyense	Ya'ax k'aax	X	
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup	X	
Malvaceae	*Gossypium hirsutum**	Algodón	X	
	Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	X	
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Poch		X
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Zacate estrellita		X
	Lasiacis rugelii	Siit		X
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	X	
Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Ernodea	X	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Zapotillo	X	
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pats'il	X	
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano de mar	X	X
			16	**18**

***Especies vistas durante las actividades del muestro de flora.**





Delimitación de sitios de muestreo.





Recopilación de datos dasométricos en formatos de campo.

Figura 16. Actividades de muestreo de flora en campo en sistema ambiental

Caracterización y análisis del área de influencia

Para la delimitación de la zona de influencia del proyecto, se optó por tomar en cuenta una distancia radial de 2,000 m, esta delimitación incluye varios predios con usos similares al que se pretende establecer, con las siguientes coordenadas:

Al norte limita con playa y sur con vegetación secundaria de selva baja, el polígono corresponde a una superficie de **12,842,487.61 m^2 (1,284.24 ha).**

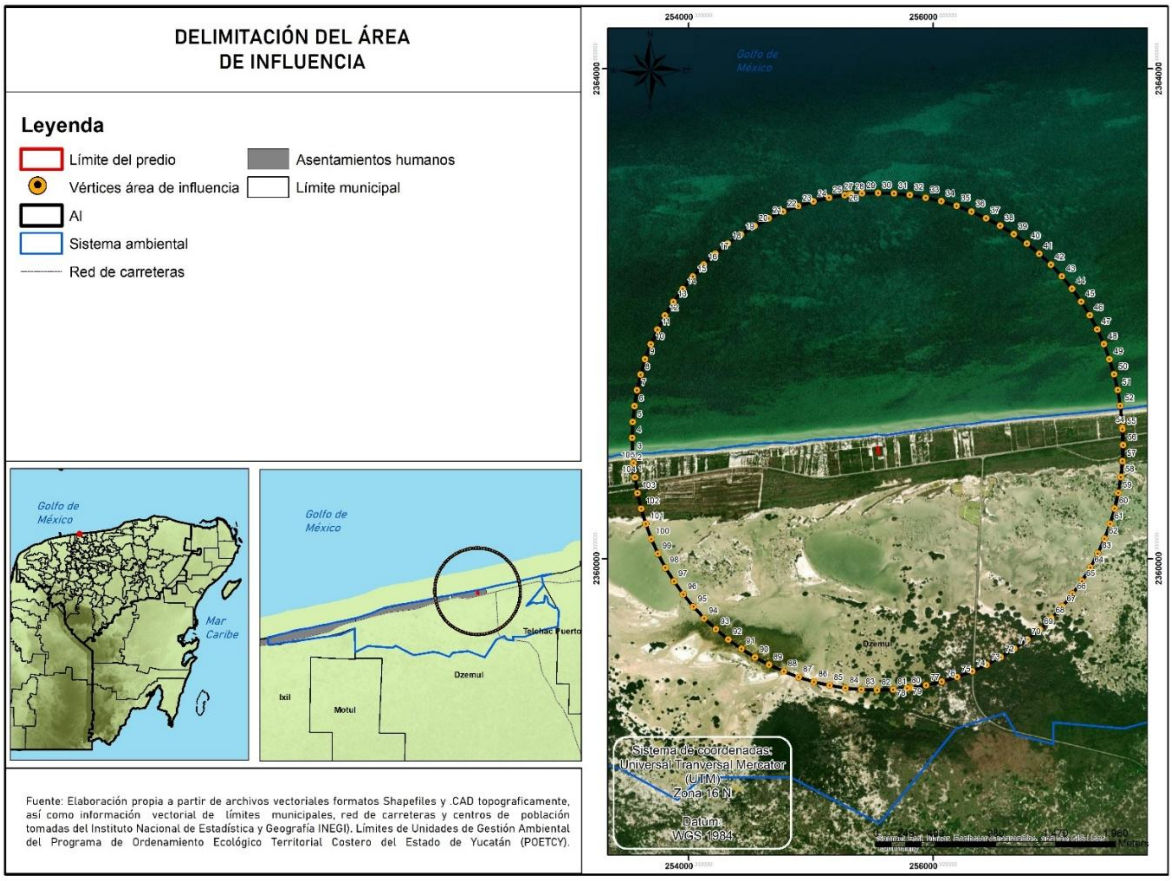


Figura 17. Delimitación del Área de influencia del proyecto.

Se muestran las coordenadas que lo delimitan (Cuadro 10).

Cuadro 10 . Coordenadas de delimitación del Área de influencia.

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
1	253,548.32	2,360,781.79	54	257,548.92	2,361,070.18
2	253,544.00	2,360,841.78	55	257,549.79	2,361,057.57

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
3	253,543.12	2,360,854.60	56	257,554.07	2,360,926.76
4	253,538.83	2,360,985.41	57	257,549.79	2,360,795.96
5	253,543.12	2,361,116.21	58	257,536.96	2,360,665.71
6	253,555.94	2,361,246.46	59	257,515.64	2,360,536.58
7	253,577.26	2,361,375.59	60	257,485.92	2,360,409.13
8	253,606.98	2,361,503.05	61	257,447.93	2,360,283.88
9	253,644.97	2,361,628.29	62	257,401.83	2,360,161.40
10	253,691.07	2,361,750.77	63	257,347.82	2,360,042.19
11	253,745.09	2,361,869.99	64	257,286.12	2,359,926.76
12	253,806.78	2,361,985.41	65	257,217.01	2,359,815.62
13	253,875.89	2,362,096.55	66	257,140.78	2,359,709.24
14	253,952.13	2,362,202.93	67	257,057.75	2,359,608.07
15	254,035.15	2,362,304.10	68	256,968.28	2,359,512.55
16	254,124.62	2,362,399.62	69	256,872.76	2,359,423.08
17	254,220.14	2,362,489.09	70	256,771.59	2,359,340.06
18	254,321.31	2,362,572.11	71	256,665.21	2,359,263.82
19	254,427.69	2,362,648.35	72	256,554.07	2,359,194.71
20	254,538.83	2,362,717.46	73	256,438.65	2,359,133.02
21	254,654.26	2,362,779.15	74	256,319.44	2,359,079.00
22	254,773.47	2,362,833.17	75	256,196.95	2,359,032.90
23	254,895.96	2,362,879.27	76	256,071.71	2,358,994.91
24	255,021.20	2,362,917.26	77	255,944.25	2,358,965.19
25	255,148.65	2,362,946.98	78	255,815.12	2,358,943.87
26	255,277.78	2,362,968.30	79	255,798.13	2,358,941.71
27	255,320.42	2,362,973.45	80	255,787.22	2,358,940.37
28	255,331.35	2,362,974.65	81	255,673.96	2,358,929.70
29	255,418.96	2,362,982.33	82	255,543.15	2,358,925.42
30	255,549.77	2,362,986.61	83	255,412.35	2,358,929.70
31	255,680.57	2,362,982.33	84	255,282.10	2,358,942.53

VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y	VÉRTICES	POINT_X	POINT_Y
32	255,810.82	2,362,969.50	85	255,152.97	2,358,963.85
33	255,939.95	2,362,948.18	86	255,025.51	2,358,993.57
34	256,067.41	2,362,918.46	87	254,900.27	2,359,031.56
35	256,192.65	2,362,880.47	88	254,777.79	2,359,077.66
36	256,315.14	2,362,834.37	89	254,658.58	2,359,131.68
37	256,434.35	2,362,780.35	90	254,543.15	2,359,193.37
38	256,549.77	2,362,718.66	91	254,432.01	2,359,262.48
39	256,660.91	2,362,649.55	92	254,325.63	2,359,338.71
40	256,767.29	2,362,573.32	93	254,224.46	2,359,421.74
41	256,868.46	2,362,490.29	94	254,128.94	2,359,511.21
42	256,963.98	2,362,400.82	95	254,039.47	2,359,606.73
43	257,053.45	2,362,305.30	96	253,956.45	2,359,707.90
44	257,136.47	2,362,204.13	97	253,880.21	2,359,814.28
45	257,212.71	2,362,097.75	98	253,811.10	2,359,925.42
46	257,281.82	2,361,986.61	99	253,749.41	2,360,040.84
47	257,343.51	2,361,871.19	100	253,695.39	2,360,160.05
48	257,397.53	2,361,751.98	101	253,649.29	2,360,282.54
49	257,443.63	2,361,629.49	102	253,611.30	2,360,407.78
50	257,481.62	2,361,504.25	103	253,581.58	2,360,535.24
51	257,511.34	2,361,376.79	104	253,560.26	2,360,664.37
52	257,532.66	2,361,247.66	105	253,548.32	2,360,781.79
53	257,544.62	2,361,130.03			

Dada su ubicación en la zona costera, el área de influencia se caracteriza por presentar un claro estado fragmentación en cuanto a la distribución de vegetación, debido principalmente a los caminos de arena que dividen las cuadras y predios en dicha zona.

En general se trata de una zona de viviendas veraniegas e infraestructura de tipo turístico, presentándose algunos predios previamente impactados por actividad antropogénicas, otras por vegetación secundaria de matorral costero, así como caminos de acceso a los predios.

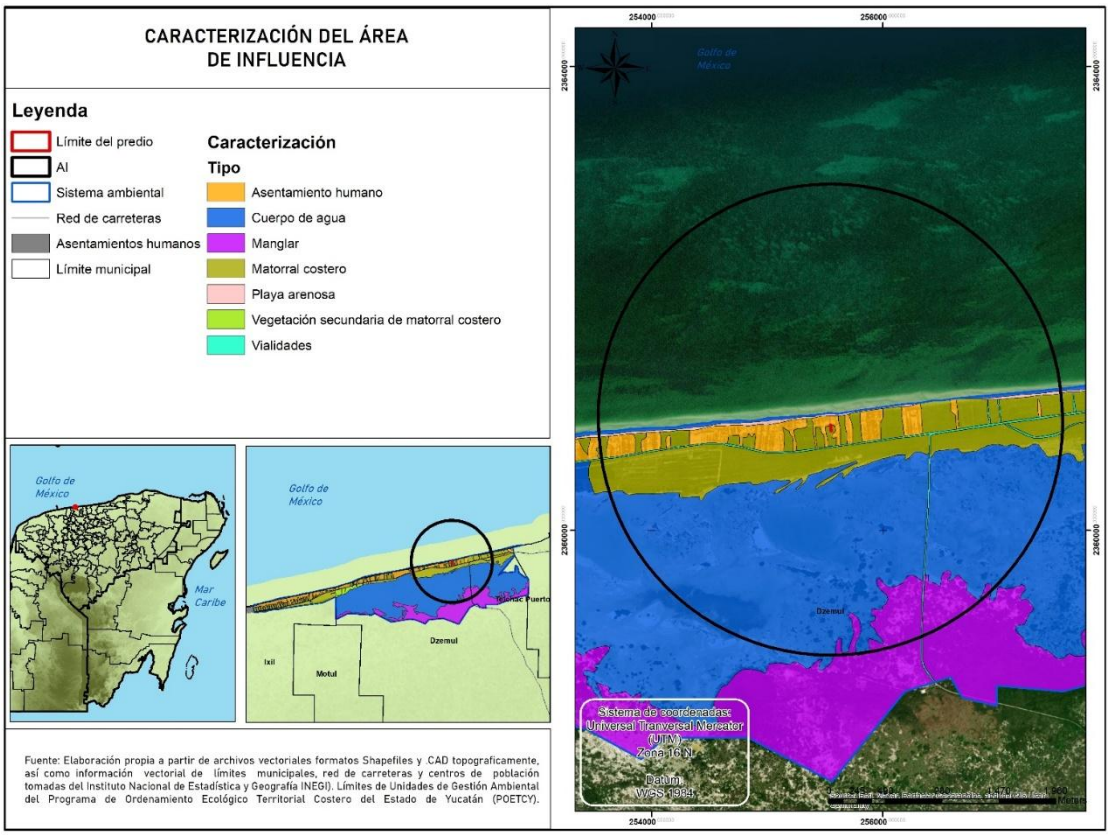


Figura 18 . Usos de suelo identificadas en el área de influencia.

El tipo de vegetación que se distribuye en el área de influencia es característico vegetación de matorral costera y asentamientos humanos. La vegetación de duna existente en el área de influencia se encuentra perturbado por actividades antropogénicas, ya que se encuentra inmerso a una zona con crecimiento acelerado.

Se muestra imágenes de las condiciones actuales que presenta el sistema ambiental a los usos de suelo identificados.



Figura 19 . Condiciones actuales del sistema ambiental. Asentamientos humanos (vialidades de acceso, casas habitacionales, infraestructura de servicios eléctricos y transporte visibles).



Figura 20. Condiciones actuales del sistema ambiental. Asentamientos humanos (vialidades de acceso, casas habitacionales, infraestructura de servicios eléctricos y transporte visibles).



Figura 21. Vegetación secundaria de duna costeras y playa arenosa

Vegetación en el área de influencia

En el área de influencia se identificaron 23 especies, distribuidas en 16 familias botánicas, como se muestra en la Tabla.

Cuadro 11 . riqueza florística en el sistema ambiental

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Arbustivo	Herbáceo
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Henequén de playa		X
	Manfreda sp.	Amole		X
Amaranthaceae	*Alternanthera sp.*	Alternanthera sp.		X
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa		X
Anacardiaceae	*Metopium brownie*	Cheechem		X
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar		X
	Porophyllum sp.	Pápalo		X
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Sik'imay		X
Brassicaceae	*Cakile edentula*	Xaal		X
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Pitahaya de mar		X
	Opuntia stricta	Nopal		X
	*Mammillaria gaumeri**	Pool miis		X
Fabaceae	*Canavalia rosea*	Frijolillo		X
	Pithecellobium keyense	Ya'ax k'aax	X	
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup	X	
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Algodón	X	
	Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	X	
Poeaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Zacate estrellita		X

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Arbustivo	Herbáceo
	Lasiacis rugelii	Siit		X
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	X	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Zapotillo	X	
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pats'il	X	
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano de mar	X	X
			8	**16**

***Especies vistas durante las actividades del muestro de flora.**

Problemática en el área de influencia.

La zona de influencia presenta en su parte terrestre una vegetación característica de duna costera. Tomando en cuenta el rango que se estableció para delimitar dicha zona, en esta la vegetación se encuentra ampliamente distribuida, sin embargo, se observó que en gran medida esta vegetación se encuentra impactada por las actividades urbanas y que se localiza en diferentes estados de regeneración, destacándose por su avance en sitios baldíos o sin ocupación.

Considerando que el sitio se encuentra colindando en el ANP estatal Reserva Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, la problemática identificada, que coincide con la del área de influencia es:

Fragmentación y deterioro del hábitat

Disminución de las poblaciones de fauna

Contaminación orgánica y por desechos sólidos

El proyecto contara con las suficientes medidas de prevención y mitigación, para garantizar que el proyecto no contribuya a la problemática ambiental identificada y en la medida de lo posible la mejore.

Caracterización y análisis del predio

A continuación, se describirán de manera más específica los aspectos relacionados a Flora y Fauna del predio donde se pretenden desarrollar las actividades contempladas en el proyecto.

Vegetación del predio

La vegetación presente en un sitio costero pudiera verse comprometida al momento de realizar las obras o actividades que se desarrollarán durante un proyecto. Por esta razón, es importante conocer la estructura de la vegetación para evaluar correctamente las posibles afectaciones que ésta sufrirá por el establecimiento de cualquier tipo de proyecto, así como para minimizar o mitigar los posibles daños a esta.

En Yucatán la vegetación de dunas costeras está formada por una corta porción de dunas móviles y detrás del cual se ha establecido vegetación permanente (dunas fijas). Si bien, las dunas costeras yucatecas presentan una distribución heterogénea pueden estar dominadas por diversas formas de vida, para el caso del predio por especies herbáceas.

El sitio del proyecto se ve inmerso en una zona casi urbanizada y crecimiento acelerado, ya que se observan diferentes componentes, tales como viviendas unifamiliares y hoteles, servicios urbanos, caminos de terracería, así como una vialidad pavimentada que ha

ocasionado la fragmentación del ecosistema y, por ende, la pérdida de las condiciones ambientales originales y conservadas de la zona.

Po lo anterior, no sorprende que el predio esté actualmente impactado, ya que no cuenta con vegetación importante, además que se aprecian residuos sólidos dispersos como resultado del mal manejo de los residuos por parte de los residentes y visitantes de la zona. Vale la pena resaltar que en la colindancia Oeste se localiza un loco autorizado por la SEMARNAT, mientras que en sus colindancias inmediatas sur se presentan calle de terracería que da acceso al predio.

Metodología

El sitio del proyecto se ubica en la zona urbana de Celestún, corresponde a un área donde le vegetación presenta un deterioro, por actividades antropogénicas. Para definir con más precisión el tipo de vegetación en el predio se logró con el uso de un Drone Mavic 2 Pro elevada a una altura de 80 m de altura.

El cuadro de coordenadas y el plano de ubicación del predio se muestran a continuación.

Cuadro 12 . Coordenadas UTM del predio.

Id	POINT_X	POINT_Y
CN1	255,542.15	2,360,913.16
CN2	255,553.10	2,360,914.22
CN3	255,547.94	2,360,853.22
CN4	255,558.88	2,360,854.20

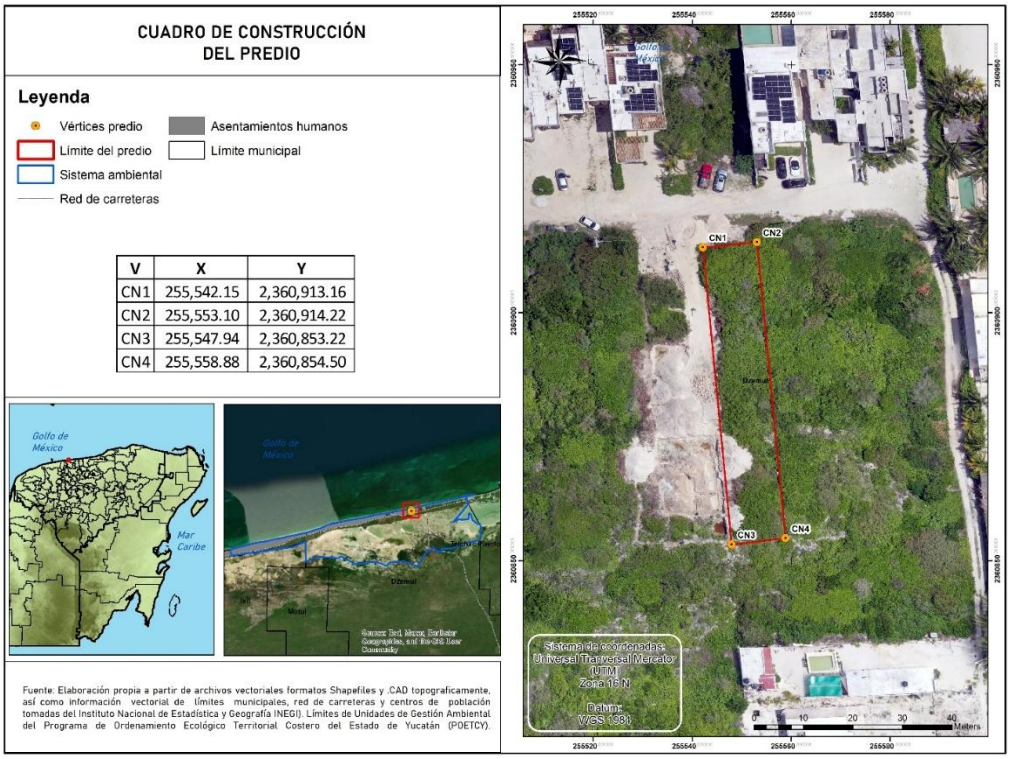


Figura 22 . Cuadro de construcción del predio.

El predio con superficie de **660 m²**, al interior se cuenta con una clara dominancia de vegetación arbustiva de matorral costero.



Figura 23 . Condiciones de vegetación secundaria de matorral costero en el predio



Figura 24 . Condiciones del predio, se puede observar el estado condición que guarda el predio (vegetación secundaria de matorral costero).

Se muestrearon un total de **dos sitios** testigo (cuadrantes) de forma regular de 10 x 10 m, con una superficie de 100 m^2 cada uno. Para la referencia de la ubicación del cuadrante en campo, se tomó la coordenada del vértice izquierdo del cuadrante orientada al Norte, en la siguiente figura se puede visualizar la ubicación de los sitios de muestreo.

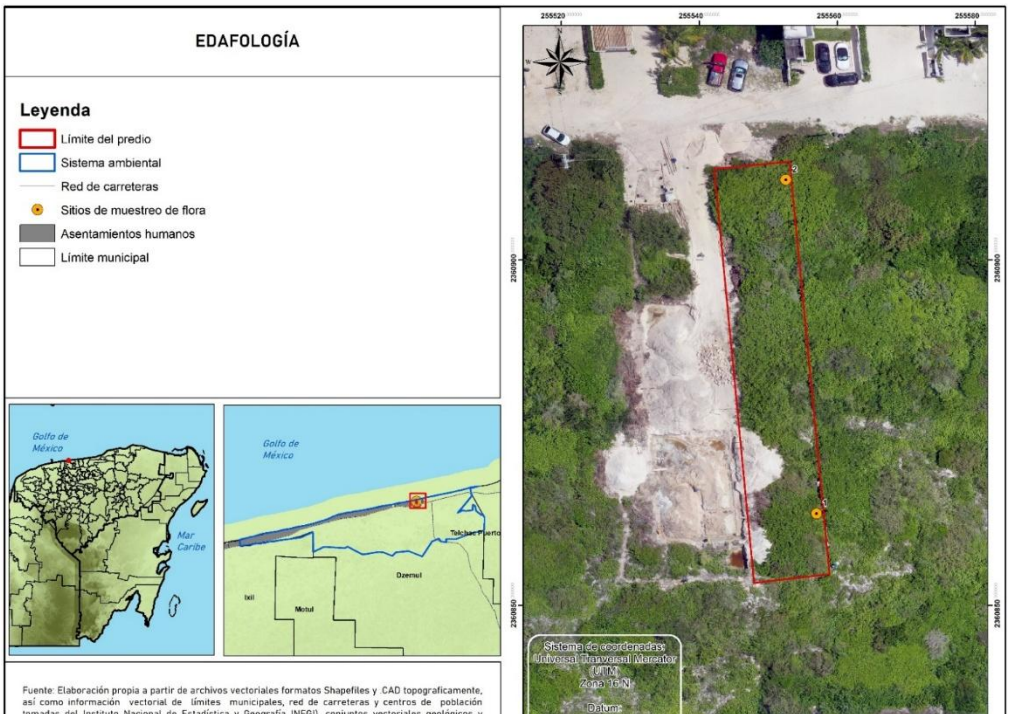


Figura 25 . Sitios de muestreo de flora en el predio del proyecto.

Resultados

Dentro del predio predomina la vegetación secundaria de matorral costera, el cual, se identificaron 15 especies, distribuidas en 12 familias botánicas, como se muestra en la Tabla.

Cuadro 13. Riqueza florística en el sistema ambiental

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Arbustivo	Herbáceo
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Hulub	X	X
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Henequén de playa		X
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chiit	X	
Bromeliaceae	*Tillandsia yucatana*	Tillandsia		X
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Pitahaya de mar	X	
	Selenicereus donkelaarii	Chooch kan		X
	Mammillaria gaumeri	Pool miis		X
Celastraceae	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	X	
Fabaceae	*Caesalpinia vesicaria*	Mareña	X	
	Pithecellobium keyense	Ya'ax k'aax	X	
Myrtaceae	*Eugenia sp.*	Eugenia sp.	X	
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Orquídea		X
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Naranjillo	X	
Rubiaceae	*Randia obcordata*	Cruceta	X	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Zapotillo	X	
			10	**6**

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el interior del predio del proyecto sólo se identificó dos especies enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que corresponde a *Mammillaria gaumeri* y *Thrinax radiata.*

Caracterización de la fauna

Para el registro de especies se establecieron transectos con un ancho de banda de 10m por lado (lo que permite evaluar la densidad de las especies por área muestreada) contemplando tres zonas de muestreo: La correspondiente al Predio (Pre); el área correspondiente al Área de Influencia (AI) y el área correspondiente al Sistema Ambiental (SA). Los sitios de muestreo se determinaron tomando en consideración el ambiente que predominante en la zona (matorral de duna costera) y el área del proyecto. Estos recorridos se realizaron en un horario de 5:30 am a 12:00pm en los que se realizaron búsquedas intensivas e identificación de microhábitat para la herpetofauna, registros auditivos y visuales con apoyo de binoculares (10x42) para la detección de aves, así como la búsqueda de huellas, excretas o detección visual de mamíferos terrestres (Bibby et al., 1993; Ríos-Lopez y Aide, 2007; Suazo-Ortuño et al., 2008; Aranda et al. 2024), (**Figuras xxx** y **xxx**).



Figura 26 . Registro de especies en campo



Figura 27 . Búsquedas intensivas

La determinación en campo de los diferentes grupos biológicos se realizó mediante el uso de guías especializadas (Aranda, 2024; Díaz-Gamboa et al., 2020; González-Sánchez, 2017; Howell & Webb, 2010; Lee, 2000; Sibley, 2009; Sosa-Escalante et al., 2013). La nomenclatura empleada para aves fue la sugerida por la American Ornithological Society

(AOS), 2025, para los reptiles es la mencionada en el Catálogo de Reptiles y anfibios de la Península de Yucatán (2020) y para los mamíferos se consideró la taxonomía sugerida por Sosa-Escalante, 2013, así como la presente en plataformas digitales como Inaturalist y CONABIO.

Cuadro 14 . Coordenadas de los transectos en el sistema ambiental

Sitios de muestreo (Transectos)	16Q			
	X	Y	X	Y
	Inicio		Final	
Pre	255548.6	2360926.69	255551.27	2360828.41
AI1	255607.32	2361012.88	255799.29	2361031.28
AI2	255992.88	2361060.47	256189.17	2361082.8
AI3	255395.02	2360908.27	255426.88	2360712.29
SA1	258096.73	2361064.56	258097.84	2360912.18
SA2	258317.75	2361014.37	258496.24	2361068.54

**Pre= área del predio; AI= área de influencia; SA= sistema ambiental*



Figura 28 . Transecto dentro del predio



Figura 29 . Transectos del AI.



Figura 30 . Transectos del SA

Análisis de datos

La riqueza total de las especies considera tanto los registros dentro de los transectos como las observaciones fuera de los recorridos.

Especies de importancia para la conservación: Para determinar la situación de riesgo de las especies se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo se verificó su estatus global asignado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

Ocurrencia estacional de las especies (aves): De acuerdo con Howell y Webb (2010), a cada especie se le asignó una categoría de estacionalidad (Residente, Residente con poblaciones visitante de invierno y Transeúnte)

Análisis de la biodiversidad

Se realizaron únicamente con los datos obtenidos en los transectos (muestreo sistemático).

Curvas de acumulación: Debido a que al trabajar con organismos silvestres y móviles como lo es el grupo faunístico, no se puede conocer el total de individuos o la riqueza de especies que puedan habitar en el área de estudio, para ello se toman muestras de los ambientes o sitios de estudio, en este sentido, se corroboró la representatividad del muestreo de todo el paisaje (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) mediante curvas de acumulación. Debido a los pocos registros por las características del ecosistema (efecto de urbanización y fragmentación de la zona) se seleccionó el estimador Chao 1 para estimar la completitud de aves y reptiles, ya que este índice optimiza el cálculo de la biodiversidad faltante basándose en las especies más raras (Chao, 1984). Para eliminar la influencia del orden en que los puntos se anexan al total, el orden de la muestra se aleatorizó 100 veces utilizando el programa EstimateS 9.1. Este procedimiento genera una curva suavizada que predice el número de especies esperadas en función del número acumulado de muestras.

Para identificar cambios en la composición de especies entre los sitios de monitoreo (transectos) se aplicaron los siguientes estimadores de Diversidad:

Índice de Shannon-Wiener (H´): Estima la diversidad a partir de los individuos registrados y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. El índice adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Se calcula con la siguiente fórmula:

Para detectar diferencias significativas entre los valores de H´ de los sitios evaluados, se utilizó la prueba de t modificada por Hutchenson con α = 0.05 (Zar, 1999). Cuya ecuación es:

$t = H'1 - H'2 / SH'1 - H'2$ $\qquad SH'1 - H'2 = S2\ H'1 + S2\ H'2$

Equidad de Pielou: Mide la proporción de la heterogeneidad de Shannon-Wiener observada con relación a la máxima heterogeneidad esperada, considerando que la heterogeneidad de una comunidad disminuye cuando una especie tiende a dominar.

$$E = H´ / H´ max$$

Índice de dominancia de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988).

$\lambda = pi^2$ pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Densidad relativa: Se calculó con la siguiente fórmula:

$D = (n/A)\ (N)$

Donde:
D=Densidad relativa
n= No. de individuos en cada punto de muestreo
A= Área de transectos (A=b*a)

Resultados

Comunidad faunística

El grupo más diverso fue el de las aves, con un total de 31 especies pertenecientes a 21 familias y 10 órdenes taxonómicos. Las familias Tyrannidae, Icteridae y Columbidae fueron las mejor representadas para este grupo por el número de especies (tres especies). Por su parte, dentro del grupo de herpetofauna, solamente se registraron reptiles correspondientes a cuatro familias y un orden taxonómico, siendo seis las especies reportadas (**Cuadro xx**). Por último, no se registraron mamíferos dentro del área de estudio ni en el área correspondiente al AI, únicamente se registró evidencia de fauna domestica (perros) que suelen recorrer los jardines de las casas presentes en la zona (**Figura xx**)



Figura 31 . Huellas de Canis lupus familiaris (perro doméstico)

Se tuvo un registro de Zorrita gris (*Urocyon cinereoargenteus)* en el área correspondiente al SA a 2.5 km del predio, este individuo se observó cruzando la carretera (Figura 32)



Figura 32 . Zona de registro de Zorrita gris (U.cinereoargenteus) en el área del SA.

Cuadro 15 . Lista de especies registradas, indicando su estacionalidad, categoría de riesgo de acuerdo con la Normatividad Mexicana y la IUCN; endemismo

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM 059/ENDEMICA	IUCN
MAMIFEROS						
Carnívora	**Canidae**	*Urocyon cinereoargenteus***	Zorrita gris	R		LC
REPTILES						
Squamata	**Dactyloidae**	*Norops rodriguezii*	Lagartija abaniquillo de rodríguez	R		LC
	Iguanidae	*Ctenosaura similis***	Iguana rayada negra	R	A	LC
	Prhynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa pintas amarilas	R		LC
		Sceloporus cozumelae	Lagartija escamosa de cozumel	R	Pr,e	LC
	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	R	e	LC
		Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	R		LC
AVES						
Galliformes	**Odontophoridae**	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	R	e	LC
Columbiformes	**Columbidae**	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo	R		LC
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	R-VI		LC
		Zenaida aurita	Huilota caribeña	R	Pr	LC
Caprimulgiformes	**Caprimulgidae**	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	R		LC
Apodiformes	**Trochilidae**	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	R	P	NT
		Amazilia rutila	Colibrí canelo	R		LC
Charadriiformes	**Charadriidae**	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo nevado	R-VI	A	NT
	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	R		LC
Suliformes	**Fregatidae**	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	R		LC
	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejón	R		LC
Pelecaniformes	**Pelecanidae**	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano café	R		LC
	Ardeidae	*Butorides virenscens*	Garcita verde	R-VI		LC
		Ardea herodias	Garza morena	R-VI		LC
Cathartiformes	**Cathartidae**	*Cathartes burrovianus***	Zopilote sabanero	R	Pr	LC
Piciformes	**Picidae**	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero chejé	R		LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM 059/ENDEMICA	IUCN
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	R		LC
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	R		LC
		Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	R		LC
	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	R	Pr	LC
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	T		LC
		Stelgidopteryx serripennis ridgwayi	Golondrina alas aserradas	R-VI		LC
	Troglodytidae	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	R	P,e	NT
	Polioptilidae	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca	R	e	LC
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	R		LC
	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	R		LC
		Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	R		LC
		Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R		LC
	Parulidae	*Setophaga petechia bryianti*	Chipe amarillo	R		LC
	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara azulgris	R		LC
		Saltator grandis	Saltador cabeza gris mesoamericano	R		LC

*Estatus de residencia: R= especie residente; R/VI= especie residente con población migratoria; T= especie transeúnte. NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010): P= especie en peligro de extinción; A= especie Amenazada; Pr= especie sujeta a Protección especial. e= especie endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán. IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC= preocupación menor; NT= casi amenazada. **= especies registradas fuera de los registros sistemáticos.

Fauna del Sistema ambiental

Con un área cubierta de 8000 m2, en el Sistema ambiental se identificó un total de 17 especies de aves y dos especies de reptiles, dominando por su representatividad el primer grupo biológico mencionado (Cuadro 15).

Cuadro 16 . Especies verificadas dentro del área del Sistema ambiental

REPTILES		
Especie	**sistema ambiental**	
	Individuos	**Ind/m²**
Holcosus undulatus	1	0.0002
Sceloporus chrysostictus	5	0.0012
AVES		
Especie	**Sistema ambiental**	
	Individuos	**Ind/m²**
Agelaius phoeniceus	1	0.0003
Butorides virescens	1	0.0003
Campylorhynchus yucatanicus	6	0.0015
Chordeiles acutipennis	2	0.0005
Colinus nigrogularis	1	0.0003
Doricha eliza	5	0.0013
Fregata magnifiscens	1	0.0003
Melanerpes aurifrons	2	0.0005
Mimus gilvus	6	0.0015
Pelecanus occidentalis	1	0.0003
Polioptila albiventris	4	0.0010
Setophaga petechia	4	0.0010
Stelgidopteryx serripennis	6	0.0015
Tyrannus melancholicus	1	0.0003
Vireo pallens	2	0.0005
Zenaida asiatica	18	0.0045
Zenaida aurita	2	0.0005

Referente a los usos del hábitat, las especies frecuentemente se observaron utilizando el ambiente para percharse en el caso de las aves y como refugio. Así miso se registró un nido de Cenzontle tropical en esta zona de muestreo (Cuadro 16).



Figura 33 . Nido de Cenzontle tropical

Cuadro 17 . Coordenadas y especies con nidos registrados dentro del Predio del Proyecto

Nido	Especie	COORDENADA (UTM 16Q)	
		X	Y
1	*Mimus gilvus*	258398.52	2361057.04

De acuerdo a la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), tres especies se encuentran en la categoría de Sujeta a Protección Especial, una como Amenazada y dos más están en Peligro de Extinción. Igualmente, dos especies están en la categoría de Casi Amenazada por la Lista roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), así como, tres especies endémicas (Cuadro 17).

Cuadro 18 . Especies con importancia para la conservación a nivel México e internacional

Especie	Estatus NOM	IUCN
Colinus nigrogularis	e	LC
Zenaida aurita	Pr	LC
Doricha eliza	P	NT
Vireo pallens	Pr	LC
Campylorhynchus yucatanicus	P, e	NT
Polioptila albiventris	e	LC
*Cathartes burrovianus***	Pr	LC
Ctenosaura similis	A	LC

**= especie registrada fuera de los transectos; e= especie endémica a la Provincia Biótica península de Yucatán.

Fauna del Área de influencia

Esta zona de estudio estuvo representada por el esfuerzo de muestreo con 12,000 m2 (tres transectos). Dentro, se registraron 25 especies de aves y dos especies de reptiles. Fue en esta zona en donde también se encontró evidencia de fauna doméstica (huella y observación directa).



Figura 34 . Chotacabras menor (*Chordeiles acutipennis*)

Cuadro 19 .Especies verificadas dentro del área del Área de influencia

REPTILES		
Especie	**Área de influencia**	
	Individuos	**Ind/m²**
Norops rodriguezii	1	0.00017
Sceloporus cozumelae	2	0.00033
AVES		
Especie	**Área de influencia**	
	Individuos	**Ind/m²**
Amazilia rutila	1	0.0002
Anarhynchus nivosus	2	0.0003
Ardea herodias	1	0.0002
Camptostoma imberbe	1	0.0002
Campylorhynchus yucatanicus	8	0.0013
Chordeiles acutipennis	1	0.0002
Colinus nigrogularis	3	0.0005
Columbina passerina	1	0.0002
Doricha eliza	2	0.0003
Fregata magnificens	2	0.0003

Hirundo rustica	1	0.0002
Icterus cucullatus	1	0.0002
Leucophaeus atricilla	2	0.0003
Melanerpes aurifrons	1	0.0002
Mimus gilvus	14	0.0023
Myiarchus tyrannulus	2	0.0003
Nannopterum auritum	4	0.0007
Polioptila albiventris	8	0.0013
Quiscalus mexicanus	2	0.0003
Saltator grandis	1	0.0002
Stelgidopteryx serripennis	1	0.0002
Traupis episcopus	7	0.0012
Tyrannus melancholicus	2	0.0003
Vireo pallens	2	0.0003
Zenaida asiatica	7	0.0012

En esta zona de estudio, dos especies se encuentran en la categoría de Sujeta a Protección Especial, una como Amenazada y dos más están en Peligro de Extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Tres especies están en la categoría de Casi Amenazada por la IUCN y cuatro especies son endémicas (Cuadro 19).

Cuadro 20 . Especies verificadas dentro del área del Área de influencia

Especie	Estatus	IUCN
Sceloporus cozumelae	Pr, e	LC
Colinus nigrogularis	e	LC
Doricha eliza	P	NT
Anarhynchus nivosus	A	NT
Vireo pallens	Pr	LC
Campylorhynchus yucatanicus	P, e	NT
Polioptila albiventris	e	LC

e= especie endémica a la Provincia Biótica península de Yucatán

Fauna del Predio

Esta zona de estudio estuvo representada por un esfuerzo de muestreo con 2,000 m^2 (un transecto que cubre todo el predio y área aledaña), en donde se registró una especie de reptil y siete de aves (**Tabla xx**).



Figura 35 . Golondrina alas acerradas (*Stelgidopteryx serripennis ridgwayi*)

Cuadro 21 . Especies verificadas dentro del área del Predio

REPTILES		
Especie	**Predio**	
	Individuos	**Ind/m^2**
Aspidoscelis angusticeps	1	0.001
AVES		
Especie	**Predio**	
	Individuos	**Ind/m^2**
Amazilia rutila	1	0.001
Campylorhynchus yucatanicus	1	0.001
Doricha eliza	1	0.001
Mimus gilvus	2	0.002
Quiscalus mexicanus	1	0.001
Stelgidopteryx serripennis ridgwayi	1	0.001
Zenaida asiatica	2	0.002

Se identificaron dos especies bajo la categoría de Peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010) siendo estas la Matraca yucateca *Campylorhynchus yucatanicus*) y el Colibrí tijereta mexicano (*Doricha eliza*). Estas mismas se encuentran en la categoría de Casi amenazada por la IUCN. Por su parte dos especies son endémicas (Cuadro 21).

Cuadro 22 . Especies verificadas dentro del área del Predio

Especie	Estatus	IUCN
Aspidoscelis angusticeps	e	LC
Doricha eliza	P	NT
Campylorhynchus yucatanicus	P, e	NT

e= especie endémica a la Provincia Biótica península de Yucatán

Evaluación de la biodiversidad

Los resultados de los estimadores de riqueza, la abundancia/densidad relativa y los índices de diversidad se enfocan únicamente en los dos grupos biológicos detectado en los sitios de muestreo, siendo las aves y reptiles los que aportaron información para estos análisis estadísticos ya que no se registraron mamíferos dentro del área correspondiente a los transectos.

Curvas de acumulación de especies (esfuerzo de muestreo)

El estimador no paramétricos CHAO 1 predijo un total de 35.8 especies para el grupo de las aves en el área de estudio. Con base en este estimador se verificó el 84% de las especies esperadas. Así mismo, el estimador predijo un total de 6.35 especies para los reptiles, verificando el 94.4% de las especies esperadas. Ambos porcentajes son indicativos de que el esfuerzo de muestreo implementado fue adecuado para ambos grupos (Figuras 36 y 37)

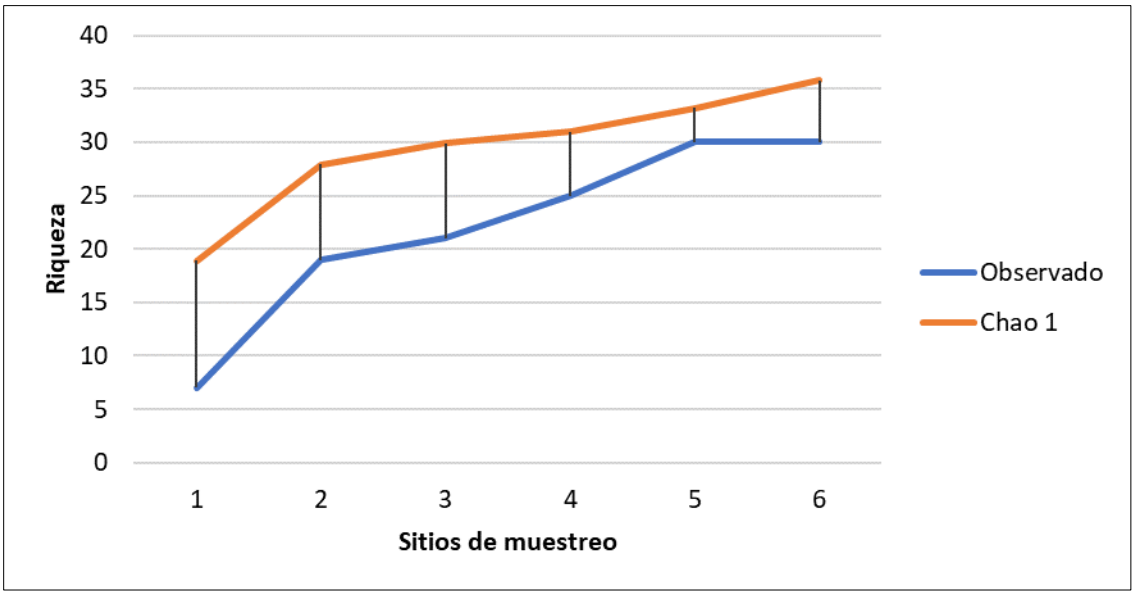


Figura 36 . Especies observadas y esperadas (aves).

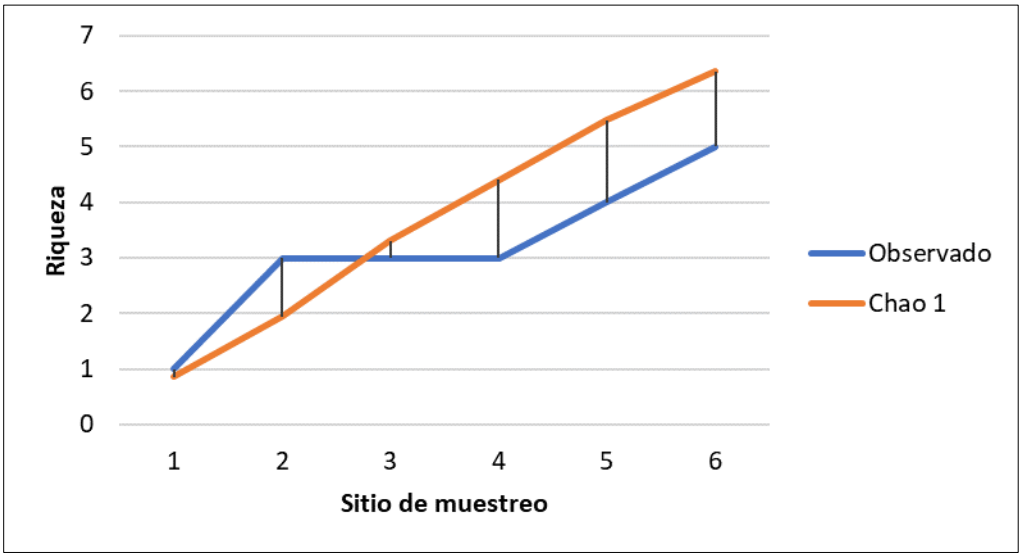


Figura 37 . Especies observadas y esperadas (reptiles).

En general, el área del Predio presentó menor abundancia de registros faunísticos (Figuras 36 y 37). El Cenzontle tropical (*Mimus gilvus*) fue la especie mejor representada dentro del grupo de las aves, mientras que para los reptiles fue la Lagartija escamosa pintas amarillas (*Sceloporus chrysostictus*), (Cuadros 38 y 39).

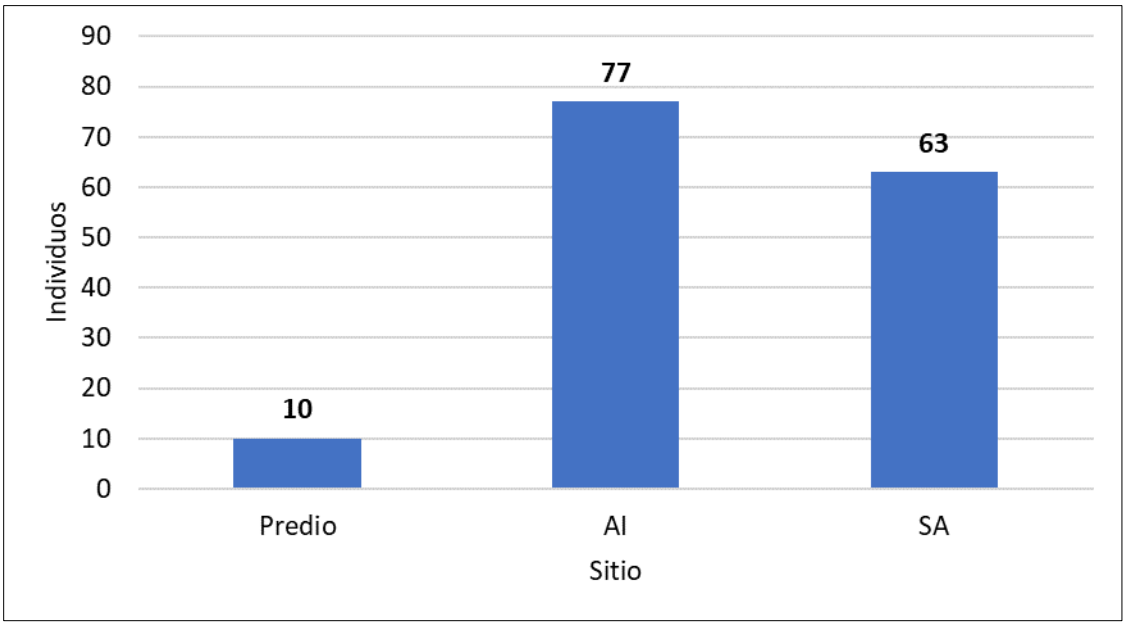


Figura 38 . Abundancia relativa de aves registrada en los sitios de monitoreo.

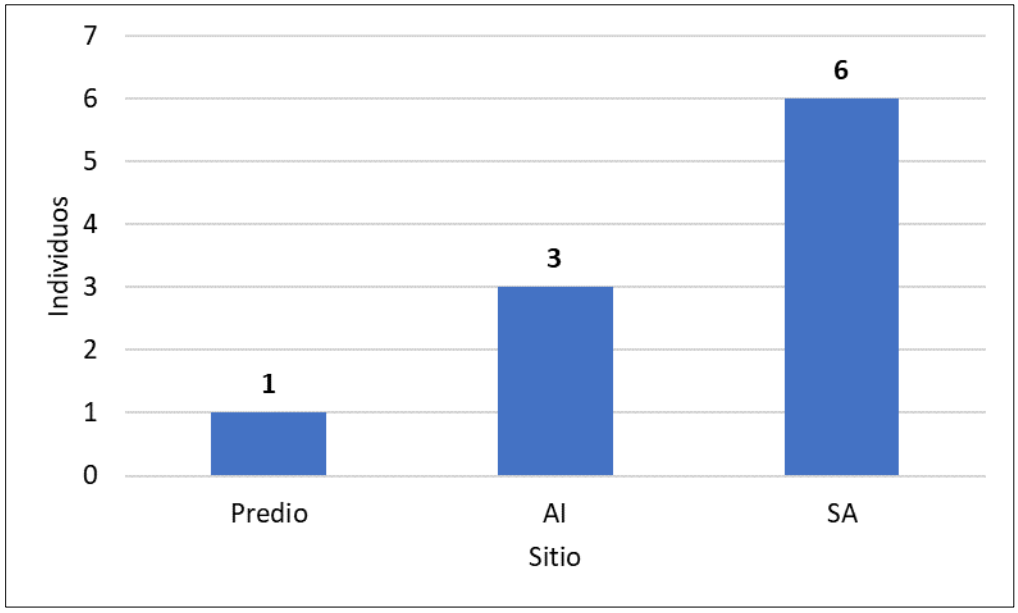


Figura 39 . Abundancia relativa de reptiles registrada en los sitios de monitoreo

Índices de diversidad

La riqueza y abundancia tanto de aves como de reptiles registró los valores más altos en el AI y el SA, así como los valores más altos en los índices de diversidad, resultado de una menor dominancia. El área del Predio fue el sitio de muestreo que menor diversidad registró, esto se debe al bajo número de especies presentes en esta zona viéndose mucho menos diversa que el resto de los sitios de estudio (AI y SA), esto mismo fue más evidente para el grupo de los reptiles. AI

comparar los valores del índice de Shannon del grupo de las aves se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la zona del Predio con respecto al resto de sitios. Por su parte, al analizar la diversidad de reptiles, los valores de Shannon presentaron diferencias aún más marcadas resultado de la ausencia de registros en algunos de los recorridos (Cuadros 22 y 23).

Cuadro 23 . Valores de diversidad de aves por transecto

Sitio de muestreo	Aves				
	Riqueza	Abundancia	Shannon	Simpson	Pielou
PO	7	9	1.88a	0.93	0.96
AI1	**18**	**33**	**2.6b**	0.93	0.92
AI2	12	17	2.3ab	0.94	0.94
AI3	10	27	2a	0.86	0.7
SA1	**15**	28	**2.4bc**	0.93	0.92
SA2	12	**35**	2c	0.85	0.83

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre transectos

Cuadro 24 . Valores de diversidad de aves por transecto

Sitio de muestreo	Reptiles				
	Riqueza	Abundancia	Shannon	Simpson	Pielou
PO	1	1	0a	0	0
AI1	**2**	**3**	**0.6b**	0.66	0.91
AI2	0	0	0a	0	0
AI3	0	0	0a	0	0
SA1	1	1	0a	0	0
SA2	**2**	**5**	**0.5b**	0.4	0.72

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre transectos

Especies de importancia para la conservación

Las aves presentaron el mayor número de especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, con seis especies, siendo la Matraca yucateca (Amenazada/NT) y el Colibrí tijereta mexicano (Peligro de extinción/NT) los mejor representados, mientras que, en el grupo de los reptiles fueron la Lagartija de cozumel (Sujeta a protección especial) y la Iguana negra rayada (Amenazada). No se registraron especie bajo alguna categoría de riesgo en los registros de mamíferos. Si consideramos a las especies endémicas, de igual manera las aves presentaron mayor número de especies en el área de estudio (tres especies). Por su parte, se registraron dos especies endémicas de reptiles (**Tabla xx** y **Figura xx**). Si bien, dentro del área del Predio se registraron unos pocos individuos de estas especies, es importante mencionar que la mayoría de los registros resultaron de los recorridos dentro de las zonas del AI y el SA.



Figura 40 . Zona de registro de Iguana negra rayada (*Ctenosaura similis*) y Zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*) en el área del SA

Cuadro 25 . Número de especies por sitio de muestreo bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 y especies endémicas a la Provincia biótica Península de Yucatán

Especies dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010			
ÁREA DE ESTUDIO	**Aves**	**Reptiles**	**Mamíferos**
POLÍGONO	2	0	0
ÁREA DE INFLUENCIA	4	1	0
SISTEMA AMBIENTAL	5	1	0
Especies endémicas			
ÁREA DE ESTUDIO	**Aves**	**Reptiles**	**Mamíferos**
POLÍGONO	1	1	0
ÁREA DE INFLUENCIA	3	1	0
SISTEMA AMBIENTAL	3	0	0

Medio Socioeconómico del Área de Influencia – Sistema Ambiental

La integración del medio socioeconómico en el estudio de impacto ambiental tiene como objetivo el análisis en los procesos para la toma de decisiones con respecto a la identificación y gestión de riesgos e impactos socioeconómicos. Un estudio socioeconómico puede ser una herramienta valiosa para comprender y gestionar eficazmente los impactos

sociales y económicos de un proyecto, para este caso por el establecimiento del proyecto que consiste en la construcción de una casa habitación.

El impacto social es todo lo que se vincula a un proyecto que afecta o involucra a cualquier grupo de actores, casi cualquier cosa puede potencialmente ser un impacto social siempre y cuando el grupo específico tenga una afectación directa o indirecta. Por otro lado, los impactos ambientales, también generan efectos a la sociedad (positivos o negativos) en la medida en que se impactan sus medios de vida, costumbres y otras formas de organización social.

Por lo anterior, se presenta a continuación una herramienta para identificar, mitigar y mejorar los resultados del proyecto ante la sociedad involucrada. Cuya finalidad es comprender y responder a los problemas sociales asociados con el desarrollo del proyecto denominado "Casa Habitación San Bruno".

La ubicación geográfica del **predio del proyecto** entendida como el espacio físico en el que se pretende llevar a cabo el proyecto y donde se desarrollarán las actividades de preparación de sitio, construcción y operación del proyecto, y un área de influencia entendida como el **sistema ambiental** área a la redonda en donde se involucren las actividades acordes al uso de suelo de asentamientos humanos. En el caso del presente proyecto, se estableció un área de influencia relacionado con la superficie contenida en la **DZE02-BAR_AP1** del POETCY, en donde las actividades del proyecto podrían impactar a los medios biótico, social y económico inherentes a los asentamientos humanos existentes.

El sitio del proyecto se localiza prácticamente en la zona urbana, en una zona caracterizada por el crecimiento de actividades turísticas en los últimos años.

Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes. El paisaje es la expresión espacial y visual del medio, por lo que debe ser entendido como un recurso natural, escaso y valioso. De este modo, las restricciones técnicas y de escalas solo permiten considerar sus valores visuales.

El sitio del proyecto presenta un paisaje que en su mayoría se trata de las denominadas casas de habitacionales que presentan una vegetación muy similar a la caracterizada en el presente documento, presentando en su mayoría por asentamientos humanos (casas habitaciones) y en menor porción por coberturas de plantas de vegetación secundaria de matorral costero.

Diagnóstico Ambiental

A través de la revisión bibliográfica acerca de la biodiversidad que puede encontrarse en la zona del sitio se pudo obtener un panorama previo a los días de campo en el predio, no obstante, es necesario realizar una planificación y trabajo ordenado para poder obtener el diagnóstico del sistema ambiental, área de influencia y sitio del proyecto.

Los resultados de las metodologías aplicadas para flora y fauna nos permiten obtener un panorama completo de las condiciones actuales en el predio, lo cual se representa en el diagnóstico ambiental que se describe de manera puntual a continuación:

El sitio del proyecto se encuentra enclavado en una zona de uso donde predominan las denominadas asentamientos humanos. Dada su ubicación y las características propias de la fragmentación en el sitio, esta le brinda un alto grado de perturbación.

En cuanto a la flora, en el predio se registró especies de importancia ecológica y especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a la fauna, en el predio se obtuvo una riqueza de ocho especies de fauna silvestre, de estas, **dos están catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*ej. Doricha eliza*) pero con abundancias muy bajas**.

En cuanto a la flora, en el predio se obtuvo una riqueza de 15 especies de estas, dos están en listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Mammillaria gaumeri y Thrinax radiata).***

A continuación, se muestran las coordenadas de las especies mencionadas:

Cuadro 26. Especies NOM correspondientes a vegetación encontradas en el predio del Proyecto

Especie	Coordenada X	Coordenada Y
Mammilaria gaumeri	255,555.88	2,360,858.28
Mammilaria gaumeri	255,556.74	2,360,859.75
Thrinax radiata	255,554.81	2,360,856.60

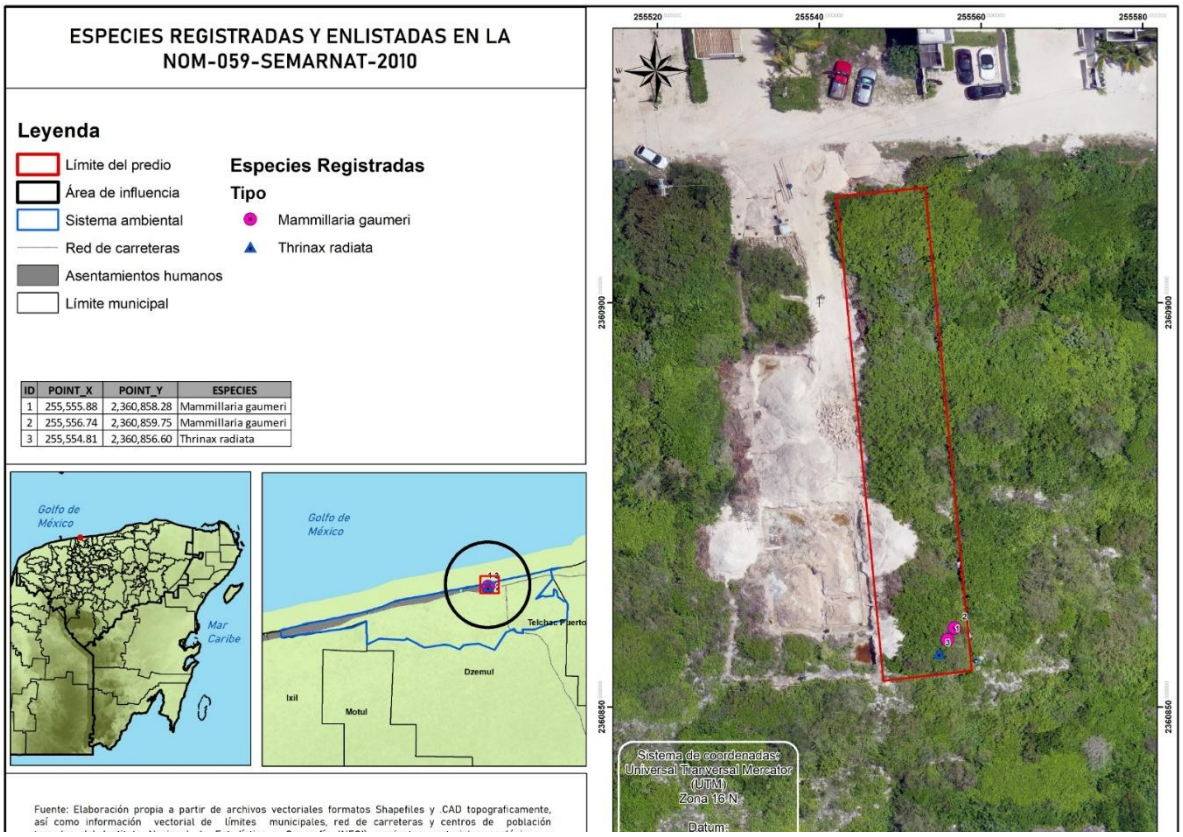


Figura 41 . Ubicación de especies NOM en el predio del Proyecto Casa Habitación San Bruno.

Dadas las condiciones de la vegetación antes mencionadas, el predio no presenta las condiciones adecuadas de refugio y resguardo para grupos como los mamíferos. De ahí que los registros faunísticos fueron en su mayoría de aves residentes que solo ocupaban el sitio como zona de paso o sobrevolaban el área. Esto mismo se vio reflejado en los resultados e los índices de diversidad en donde los valores más altos corresponden a las zonas más alejadas del Predio que aún mantenían remantes de la vegetación de la zona, esto a pesar de estar inmersa un paisaje fuertemente impactado (carretera, zonas casa-habitación, etc.)

De manera general el proyecto contempla la implementación de una infraestructura compatible con los usos y criterios ambientales en la zona. El proyecto se debe desarrollar de manera adecuada bajo una estricta planeación de respeto al medio ambiente mediante el cumplimiento de toda la normatividad ambiental vigente y aplicable para la zona costera del estado.

Contempla áreas de conservación como medida de mitigación por la modificación del sitio y el establecimiento del proyecto, y mantener áreas permeables en el predio.

Propone un programa de reforestación para el mejoramiento del hábitat de posibles especies de fauna como reptiles de lento desplazamiento.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO "CASA SAN BRUNO"

CAPÍTULO IV

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

AGOSTO 2026

Tabla de contenido

IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. 3
IV.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales 3
IV.2. Indicadores de impacto 3
IV.3. Lista descriptiva de los indicadores de impacto para el proyecto 5
IV.4. Criterios y metodologías de evaluación para el proyecto 6
IV.5. Descripción de los impactos identificados para el proyecto 13
IV.6. Evaluación de los impactos para el proyecto 15
Etapa de preparación del sitio del Proyecto “Casa – Habitación San bruno” 15
Etapa de construcción del Proyecto “Casa – Habitación San bruno” 20
Etapa de operación y mantenimiento 23
Esquema Presión, Estado, Respuesta (PER) 27
IV.7. Medidas preventivas 27
IV.8. Medidas de mitigación 37
IV.9. Impactos residuales 42
IV. 10. Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas 43
IV. 10.1. Escenario actual 43
IV. 10.2. Sin la ejecución del proyecto 43
IV.10.3. Con la ejecución del proyecto sin aplicar medidas de mitigación propuestas 43
IV.10.4. Con la ejecución del proyecto aplicando las medidas de mitigación propuestas 48
IV.11. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 52

IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

IV.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales

En este capítulo se identifican y evalúan los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del Proyecto “Casa - Habitación San Bruno”, mismos que se interrelacionan con los componentes del ambiente con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto. La aplicación metodológica utilizada en este estudio sugiere, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y por otra, las acciones del proyecto, de manera tal que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos y así mostrar el comportamiento de todo el sistema de la manera más clara posible.

Las acciones derivadas del proyecto para dicha aplicación metodológica responden a los criterios de: **significancia, independencia y de medición**. Para su medición se inició trabajo de gabinete con una revisión bibliográfica de información vigente para el área de incidencia analizando los efectos esperados de un proyecto correspondiente al de una Casa Habitación Unifamiliar.

Se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente. La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, con base en los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación. Las acciones identificadas se agruparon según el tipo de intervención que representan sobre el ambiente, tomando como referencia el esquema metodológico propuesto por Conesa Fernández (Conesa Fernandez-Vitora, 1993).

Como se ha descrito en el capítulo 2 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular Proyecto “Casa - Habitación San Bruno” el proyecto consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar dentro del Municipio de Dzemul, específicamente en la localidad de San Bruno.

IV.2. Indicadores de impacto

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para las personas y el ambiente (ecosistemas incluyendo procesos bióticos y abióticos) adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración al ambiente resultante de la acción del ser humano, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del ser humano, en su

bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.

Se realizó un listado de las actividades que se realizaran durante el desarrollo del Proyecto para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación (Cuadro 1):

Cuadro 1. Lista de actividades generales del proyecto

Etapa	Actividades del proyecto
Preparación del sitio	Verificación topográfica. Trazo topográfico Relleno y nivelación.
Construcción	Acometida eléctrica, instalaciones de alumbrado. Cimentación Obra civil (Levantamiento de paredes y entre pisos Acabados, etc.).
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento general de la infraestructura

Con base en el listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de las mismas. Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso. Con base en lo anterior, se proponen los siguientes indicadores ambientales.

Cuadro 2. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto

Componente	Indicador
Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del suelo Estabilidad del suelo Calidad de agua subterránea Disponibilidad de agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación terrestre Fauna terrestre Hábitat terrestre
Abióticos (Paisaje)	Microclima Estructura del paisaje

	Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Infraestructura y servicios Calidad de vida Patrones de vida

IV.3. Lista descriptiva de los indicadores de impacto para el proyecto

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.
Estabilidad del suelo. Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes tales como lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles sin algún dispositivo de contención adecuado, etc.

Generación de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto.
Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada (matorral de duna, selva baja, pastizales, etc.).

Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales (atropellamiento).

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Microclima: Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Empleo y mano de obra: Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Infraestructura y Servicios: Hace referencia a servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas para mantenimientos.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

Patrones de vida: Indica las modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y de las zonas aledañas.

IV.4. Criterios y metodologías de evaluación para el proyecto

Los sistemas costeros de la península de Yucatán cuentan con gran riqueza tanto biológica cómo escénica, lo cual se relaciona con la dinámica hidrológica existente en ellos, así como a la diversidad ecológica (Herrera-Silveira et al., 2019). En el norte de Yucatán se tiene selva baja caducifolia con cactáceas columnares (SBCCC), con una vegetación sobre un suelo somero y con la roca aflorada. Cerca de la costa se desarrolla la vegetación halófila típica en la línea de costa, la duna costera y el matorral de duna costera. También son frecuentes varios tipos de manglar y marismas incluyendo a los Petenes y sabanas húmedas (Gobierno de Yucatán, 2024) (Cardozo Miss *et al.,* 2025).

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la **matriz de Leopold** con resultados **cualitativos** y del método del Instituto **Batalle - Columbus**, con resultados **cuantitativos**, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (Conesa Fdez.- Vítora Vicente, Madrid 2000).

La metodología de valoración de impactos adoptada es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (Adecuación, Conceptual y Adecuación de la información de manera total y Adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información

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

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que serán impactados, las matrices mostradas en este capítulo, permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

Se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos:

- Carácter del impacto (CI): se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.
- Intensidad del impacto (I): representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.
- Extensión del impacto (EX): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.
- Sinergia (SI): este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.
- Persistencia (PE): refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.
- Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.
- Momento del impacto (MO): alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.
- Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- Recuperabilidad (MC): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.
- Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales.
- Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluaran los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con

el fin de que el impacto adquiera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto.

Cuadro 3. Valor de los criterios para la evaluación de los impactos

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

	sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	**(2)**	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	**Persistencia.**			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	**(1)**	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	**Efecto.**			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	**(1)**	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(0)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	**Momento del impacto.**			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	**(1)**	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	**Acumulación.**			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	**(1)**	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad,

				al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
MC)	**Recuperabilidad.**			El efecto puede recuperarse parcialmente.
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	**(1)**	Recuperable de inmediato.	
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	**Reversibilidad.**			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	**(1)**	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	**Periodicidad.**			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	**(1)**	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	**Importancia del efecto.**			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	**IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]**		
(CLI)	**Clasificación del impacto.**			

	Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto **(IM)**.	**(CO)**	**COMPATIBLE**	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	**MODERADO**	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	**SEVERO**	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	**CRITICO**	Si el valor es mayor que 75

IV.5. Descripción de los impactos identificados para el proyecto

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance; el medio donde se realizarán las actividades podría variar de un proyecto a otro, en este sentido, cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas de un proyecto. Entonces podríamos decir que los impactos varían en cuanto a intensidad e importancia debido a los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras.

- Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio.

Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

A continuación, se enlistan los impactos identificados sobre cada componente:

Cuadro 4 . Impactos identificados sobre cada componente

FACTORES MEDIO AMBIENTALES		IMPACTOS IDENTIFICADOS	NUMERO DE IMPACTO
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Calidad del Aire	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	1
		Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	2
	Calidad del suelo	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	3
		Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	4

	Estabilidad del Suelo	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	5
	Calidad del agua subterránea	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	6
	Disponibilidad de agua	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	7
	Generación de ruido	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	8
FACTORES BIÓTICOS	Vegetación terrestre	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	9
	Fauna Terrestre	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos (refugio y emigración de especies hacia áreas aledañas)	10
	Hábitat Terrestre	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	11
FACTORES ABIÓTICOS	Estructura de paisaje	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	12
	Microclima	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	13
	Calidad sanitaria del ambiente	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	14
		Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	15
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo y mano de obra	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	16
	Infraestructura y servicios	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	17

		Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	18
	Calidad de vida	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	19
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	20

IV.6. Evaluación de los impactos para el proyecto

Habiéndose identificado los principales impactos socioambientales que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla 3 para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que **25 se clasifica como COMPATIBLE (CO), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M), cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRITICO (C).**

Basándonos en el modelo Conesa Fdez.- Vítora, (Madrid 2000), que deriva del libro Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, se realizaron 3 matrices, una matriz para cada etapa del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento) considerando que las valoraciones numéricas de los impactos son variables de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto.

Etapa de preparación del sitio del Proyecto “Casa – Habitación San bruno”

En la tabla siguiente se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa:

Cuadro 5 . Valoración numérica de los impactos identificados en la preparación del sitio

No.	ID	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Resultado	Impacto
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	**Compatible**
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-17**	**Compatible**
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	2	4	1	1	1	**-24**	**Compatible**
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	2	2	1	1	4	4	4	1	1	**-25**	**Compatible**
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	4	1	**-27**	**Moderado**
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	-1	1	1	1	1	1	4	4	4	1	1	**-22**	**Compatible**
7	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitará el abastecimiento para su funcionamiento.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	**Compatible**
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	**-21**	**Compatible**
9	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	4	2	1	2	1	4	1	4	2	1	**-32**	**Moderado**
10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos (refugio y emigración de especies hacia áreas aledañas)	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	2	2	**-34**	**Moderado**

No.	ID	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Resultado	Impacto
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	4	2	2	2	1	4	4	4	1	1	**-35**	**Moderado**
12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	1	**-26**	**Moderado**
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	2	2	**-26**	**Moderado**
14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	2	2	1	1	4	4	2	1	1	**-23**	**Compatible**
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	**-19**	**Compatible**
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	**20**	**Compatible**
17	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**16**	**Compatible**
19	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**

	de vida de los pobladores cercanos al proyecto													

Durante la etapa de Preparación del sitio se identificaron **20 impactos** ocurrentes para las actividades ligadas al proyecto. Dadas las actividades a realizar en esta etapa los resultados de los impactos mencionados resultan tener calificaciones elevadas. Se presentan **15 impactos negativos** de los cuales **6 presentan calificaciones moderadas** y se refieren a estabilidad del suelo y estructura del paisaje, así como a los factores bióticos: vegetación, fauna y hábitat, todas estas con valores que **oscilan un rango entre -17 a -35**.

Es importante mencionar que los aspectos bióticos tienen calificaciones elevadas ya que son consideradas una de las afectaciones de peso en el ecosistema por las actividades de remoción de la vegetación en el sitio, no obstante, los efectos acumulativos que podrían ocasionar un mal manejo de contaminantes (residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos) tendrían efectos de alto impacto también.

Se presentan **14 impactos negativos con calificaciones de compatibles** correspondientes a Calidad del aire, Calidad del suelo, Calidad del agua subterránea, Disponibilidad de agua, Generación de ruido, que oscilan **un rango entre -17 y -23 unidades**.

Se presentaron **5 impactos positivos** obteniendo valores en un rango entre **16 y 22 unidades**, debido principalmente a la cantidad de empleos temporales e ingresos económicos posibles para las personas habitantes de la zona y municipios aledaños; todos estos impactos son los concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad y patrones de vida.

Etapa de construcción del Proyecto "Casa – Habitación San bruno"

Cuadro 6 . Valoración numérica de los impactos identificados en la construcción del sitio

No.	ID	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Resultado	IM
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	2	1	1	1	1	4	4	1	1	1	**-22**	**Compatible**
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	1	1	2	1	1	4	4	1	1	1	**-20**	**Compatible**
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	2	4	1	1	1	**-24**	**Compatible**
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles	-1	1	2	2	1	1	4	4	4	1	1	**-25**	**Compatible**
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	4	1	**-27**	**Moderado**
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-19**	**Compatible**
7	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	**Compatible**
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	**-21**	**Compatible**
9	Existirá remoción de la cubierta vegetal	-1	4	2	1	2	1	4	1	4	2	1	**-32**	**Moderado**
10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos (refugio y	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	2	2	**-34**	**Moderado**

	emigración de especies hacia áreas aledañas)													
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	1	1	**-32**	**Moderado**
12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	1	**-29**	**Moderado**
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	2	2	**-26**	**Moderado**
14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	2	2	1	1	4	4	2	1	1	**-23**	**Compatible**
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-16**	**Compatible**
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	**20**	**Compatible**
17	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**16**	**Compatible**
19	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**

	de vida de los pobladores cercanos al proyecto													

Durante **la etapa de construcción** del Proyecto “Casa - Habitación San Bruno” identificaron **20 impactos** de los cuales **15 impactos negativos** de los cuales **6 presentan calificaciones moderadas** en un rango de entre - **26 y - 34 unidades** los cuales hacen referencia a los efectos y modificaciones al hábitat y estructura del paisaje.

Se encontraron **16 impactos compatibles** los cuales estuvieron en un rango de entre **16 hasta -25** unidades. De los efectos negativos, del que se obtuvo una puntuación más elevada consistió en las afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles. Se presentaron **5 impactos positivos**, todas ellas resultaron compatibles debido principalmente a la cantidad de empleos temporales que se generaran y a la derrama económica que esto significara en la zona, todos estos impactos son los concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad y patrones de vida.

Etapa de operación y mantenimiento

En la tabla siguiente se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa.

Cuadro 7 . Valoración numérica de los impactos identificados en la operación del sitio.

No.	ID	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	Valor
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	Compatible	**-20**
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	Compatible	**-17**
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	Compatible	**-21**
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	Compatible	**-20**
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	4	1	Moderado	**-25**
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	Compatible	**-19**
7	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	-1	2	2	1	4	1	2	1	1	1	1	Compatible	**-22**
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Compatible	**-13**
9	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	4	2	1	4	1	1	1	4	2	1	Moderado	**-31**
10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos (refugio y emigración de especies hacia áreas aledañas)	-1	4	2	2	4	1	4	1	4	4	2	Moderado	**-38**
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	Moderado	**-22**

12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiarán la calidad visual de la zona.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	4	1	Moderado	**-28**
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	4	2	1	4	1	2	4	4	4	2	Moderado	**-38**
14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	2	2	1	1	4	4	2	1	1	Compatible	**-23**
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	Compatible	**-16**
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	Compatible	**20**
17	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	Compatible	**22**
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	Compatible	**16**
19	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	Compatible	**22**
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	Compatible	**22**

Durante las etapas de **Operación y Mantenimiento** se identificaron 20 impactos ocurrentes para las actividades ligadas al proyecto. Se presentaron **15 impactos negativos de los cuales 3 presentan calificaciones moderadas ya que la remoción de la cobertura vegetal es un efecto que ocurrirá de manera permanente en al menos un 50% de su superficie total**. En cuanto a la fauna, a pesar de cumplir con las medidas de mitigación que le aplica a este Proyecto, ésta tiende a alejarse y adaptarse a vivir en otros sitios sin construcción, también dependiendo del taxón, existen posibilidades de adaptación a ambientes perturbados (por ejemplo, la plasticidad[1] de las aves).

Se obtuvieron **9 impactos negativos compatibles** se refieren a efectos negativos en la atmósfera, en la calidad sanitaria por generación de residuos sólidos y de desechos fisiológicos. La afectación también se causará a la estructura del paisaje, así como a los factores bióticos: vegetación, fauna y hábitat, todas estas con valores que oscilan -28 a -16. Cabe decir que se obtuvieron **6 impactos negativos moderados** referentes a la etapa de excavación y nivelación, remoción de cubierta vegetal, afectaciones a la fauna y modificación del paisaje y microclima.

Se presentan **6 impactos positivos** debido principalmente a la cantidad de empleos temporales que se generaran y a la derrama económica que esto significará en la zona; todos estos impactos son los concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad y patrones de vida.

Las llamadas medidas **preventivas o protectoras**, se aplican para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Las medidas **mitigadoras o correctoras** son aquellas que se utilizan para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

El **impacto ambiental aplicado a proyectos en la costa yucateca** se puede definir como la alteración (cualitativa o cuantitativa, positiva o negativa) de las condiciones bióticas, abióticas y socioeconómicas de la franja costera, provocada de manera directa o indirecta por la introducción de infraestructura humana, actividades industriales, urbanísticas o turísticas.

A diferencia de un ecosistema continental tradicional, el impacto ambiental en la costa de Yucatán tiene una connotación crítica debido a su **naturaleza hidrogeológica cárstica única (sin ríos superficiales) y la estrecha interconexión entre sus ecosistemas de dunas, manglares, lagunas costeras y pastos marinos.**

[1] En ornitología, la plasticidad (o plasticidad fenotípica) se refiere a la capacidad de un mismo genotipo de generar diferentes fenotipos (características visibles, conductas o respuestas fisiológicas) según las condiciones ambientales en las que se encuentra.
En las aves, representa un mecanismo fundamental de adaptación y resiliencia sin necesidad de modificar el código genético a corto plazo.

Esquema Presión, Estado, Respuesta (PER)

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones (P) sobre el ambiente modificando con ellos la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado); asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Respuestas).

El esquema PER agrupa los indicadores en tres categorías cuya interacción proporciona información sobre el proceso causa-efecto que hay detrás de diversas problemáticas

Presión. Describen las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de presión se clasifican a su vez en dos grupos: El primero considera las presiones directas sobre el ambiente, frecuentemente ocasionadas por las actividades humanas.

La segunda toma en cuenta las actividades humanas en sí mismas, es decir, las condiciones de aquellas actividades productivas o de otro tipo que generan la problemática.

Estado. Se refieren a la calidad del ambiente y la cantidad y estado de los recursos naturales. Los indicadores de estado deben estar diseñados para dar información sobre la situación del ambiente y sus cambios a través del tiempo. Este tipo de indicadores se consideran también los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro del ambiente.

Respuesta. Presentan los esfuerzos que realizan en la sociedad, instituciones o gobiernos, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente. Los indicadores así construidos tratan de reflejar y medir las interrelacionar entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales y construir un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad.

IV.7. Medidas preventivas

Las medidas preventivas se presentan en las siguientes tablas:

Cuadro 8. Medidas preventivas para el indicador "Calidad del aire".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD DEL AIRE			
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como polvos y partículas por la entrada y salida de vehículo.	Humedecer el material transportado y, cubrir los vehículos que transportan material con lonas.	PS - C Esta actividad será de mayor importancia en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.	Se controlará la emisión de polvo, reduciendo el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
Se generarán emisiones a la atmosfera tales	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación	PS - C Esta actividad será de mayor	Se controlará la emisión de gases y partículas de

como gases de combustión.	vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.	importancia en la etapa de reparación del sitio y construcción del proyecto.	combustión y vapores lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.

Cuadro 9. Medidas preventivas para el indicador "Calidad del suelo".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD DE SUELO			
Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	Los residuos sólidos serán almacenados temporalmente en contenedores ubicados en áreas estratégicas que faciliten su recolección y trasladados al sitio de disposición final. Los contenedores deberán estar rotulados y contar con tapa y bolsas plásticas. Respecto a los residuos fisiológicos, para evitar el fecalismo al aire libre se instalarán sanitarios portátiles, el número (de sanitarios) estará en razón de 1 por cada 10 trabajadores. La recolecta y limpieza de los sanitarios para la disposición en sitios de tratamiento, estarán a cargo de una empresa establecida.	PS – C Esta medida aplica desde el inicio del desmonte en la zona de construcción. Respecto a los sanitarios portátiles, estos serán utilizados durante las etapas de preparación del sitio y su construcción.	Se evitará la contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo con la Norma.	PS - C- O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

Cuadro 10. Medidas preventivas para el indicador "Estabilidad del suelo".

impacto identificado	medida	etapa del proyecto	efecto
ESTABILIDAD DEL SUELO			
Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de excavación y nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.	El suelo removido durante las actividades de cimentación permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas de conservación del Proyecto. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada.	PS - C Se deberá delimitar la zona de construcción sin afectar una mayor superficie de la autorizada.	Minimiza los cambios en la continuidad de la superficie del terreno manteniendo la estabilidad del suelo.

Cuadro 11. Medidas preventivas para el indicador "Calidad de Agua Subterránea".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA			
Por efectos de la infiltración, el manto freático es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y residuos sólidos o fisiológicos.	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se instalarán sanitarios portátiles, el manejo y disposición final de estos residuos será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad Para evitar derrames accidentales en el sitio, no se realizarán mantenimientos a equipos, maquinaria o vehículos automotores, así como carga de combustible.	PS - C Se delimitarán segmentos para el avance de trabajos.	Se evitará al máximo la liberación e infiltración de contaminantes al agua subterránea.

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
	Para la etapa de Operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (descrito en el Capítulo II de esta M.I.A.) para el Proyecto.		
Debido a la infiltración, el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles su manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa prestadora de este servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad. así como carga de combustible. Para la etapa de Operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (descrito en el Cap.2) para la vivienda.	PS - C - O Los sanitarios portátiles deberán estar desde el inicio de la obra hasta su finalización. El número de letrinas dependerá del número de trabajadores a razón de 1 letrina por cada 10 trabajadores.	Se evitará la contaminación de agua subterránea.

Cuadro 12. Medidas preventivas para el indicador "Disponibilidad de agua".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
DISPONIBILIDAD DE AGUA			
Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitará el	Durante las etapas de preparación y construcción, el agua será proporcionada por medio de la compra de pipas abastecedoras a empresas autorizadas para tal fin.	PS - C - O Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento	Se evitará al máximo el consumo excesivo del agua.

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
abastecimiento de agua para su funcionamiento.	Durante la operación del proyecto, la vivienda y todas sus instalaciones contarán con dispositivos ahorradores de agua **(Ver Capítulo II, apartado Eficiencia y uso racional)**	con el fin de verificar el buen estado de la maquinaria que se utilice.	

Cuadro 13. Medidas preventivas para el indicador "Generación de Ruido".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	A todos los vehículos, equipos o maquinaria pesada que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra. Para evitar problemas a la salud, todo el personal en obra será dotado del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos.	PS - C Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de verificar el buen estado de la maquinaria que se utilice.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.

Cuadro 14. Medidas preventivas para el indicador "Vegetación Terrestre".

impacto identificado	medida	etapa del proyecto	efecto
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	No se desmontará ningún área dado que el CUS ya fue	PS	Se respetará a la flora silvestre.

impacto identificado	medida	etapa del proyecto	efecto
	realizado con una autorización previa. Estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se deberán ocupar o afectar superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.	Previo al inicio de obra se deberá delimitar el área de conservación para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	

Cuadro 15. Medidas preventivas para el indicador "Fauna Terrestre".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Que estrictamente prohibido cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto.	PS-C Previo a la obra se deberá reubicar la fauna que se encuentre	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
		en el sitio y que así lo requiera.	

Cuadro 16. Medidas preventivas para el indicador "Hábitat terrestre".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
HÁBITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat.	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación igual al 30.9% del área total del predio.	PS - C - O El hábitat se modificará durante la etapa preliminar y se mantendrá modificado durante la construcción y operación del proyecto.	Garantizar que la afectación del hábitat no ocurra en una superficie mayor a la ambientalmente compatible y autorizada.

Cuadro 17. Medidas preventivas para el indicador "Estructura del paisaje".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
ESTRUCTURA DEL PAISAJE			
Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. No utilizar más área de la autorizada. El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación igual al 30.9% del área total del predio.	PS - C - O Previo al inicio de la obra se deberá delimitar, la zona de conservación.	Se mantendrá cierta continuidad con la vegetación circundante por lo que los cambios en la estructura del paisaje se adaptan a lo establecido para la zona.

Cuadro 18. Medidas preventivas para el indicador "Microclima".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
MICROCLIMA			
Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto.	**PS - C - O** **Se afectará el microclima después del desmonte y despalme de la zona.**	Las variaciones de microclima serán puntuales al área que ocupe la infraestructura.

Cuadro 19. Medidas preventivas para el indicador "Calidad Sanitaria del Ambiente".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar contenedores con bolsas plásticas, rotulados y con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores y la proliferación de fauna feral y/o plagas, los contenedores deberán contar con tapa y bolsas plásticas.	PS - C - O Esta medida será tomada en cuenta en todo momento desde la etapa de Preparación del Sitio y durante la construcción y Operación.	Se evitará el deterioro de la calidad sanitaria del ambiente. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos

Cuadro 20. Medidas preventivas para el indicador "Empleo y Mano de Obra".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
EMPLEO Y MANO DE OBRA			
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.	PS - C - O Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Generar un beneficio directo a la economía de la zona.

Cuadro 21. Medidas preventivas para el indicador "Patrones de Vida".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
PATRONES DE VIDA			
Afectaciones mínimas sobre el medio y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los habitantes locales	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales.	PS - C - O El proyecto dará empleos a gente de la zona y comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores de manera temporal en la etapa de construcción y de manera menos significativa pero continua durante la etapa de operación y mantenimiento.

PS: Preparación del Sitio. C: Construcción. O: Operación

IV.8. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación o compensación se presentan a continuación:

Cuadro 22. Medidas de mitigación para el indicador "Calidad del aire".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD DEL AIRE			
La entrada y salida de los vehículos y maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	PS - C - O	Se controlará la dispersión de polvo durante la etapa de preparación del sitio y construcción lo cual ayudará a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.

Cuadro 23. Medidas de mitigación para el indicador "Calidad del suelo".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD DE SUELO			
Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de maquinaria o vehículos en sitios del proyecto. En caso de ser estrictamente indispensable, se deberá utilizar tapetes plásticos sobre el piso en el cual se va a trabajar para contener los posibles derrames accidentales. Si el derrame o fuga ya ocurrió como primera opción se procede a retirar la capa de suelo y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material será puesto a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo.	PS - C - O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará lo máximo posible la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto

Cuadro 24. Medidas de mitigación para el indicador "Generación de Ruido".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección auditivo, nuevo y adecuado a todo el personal involucrado en el proyecto.	PS - C Se les brindará el equipo adecuado a los trabajadores en el sitio del proyecto.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.

Cuadro 25. Medidas de mitigación para el indicador "Vegetación Terrestre".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	El proyecto "Casa - Habitación San Bruno" propone un **Área de Conservación igual al 30.9%** del área total del predio para preservar la biodiversidad presente en el predio.	PS El programa de reubicación se deberá llevar a cabo previo al inicio de las obras de preparación del sitio, limitándose a las áreas autorizadas para su afectación	Se respetará a la flora silvestre.

Cuadro 26. Medidas de mitigación para el indicador "Fauna Terrestre".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Se llevará a cabo un **Programa de rescate y reubicación de fauna (Anexo II).**	PS El programa de reubicación se deberá llevar a cabo previo al inicio de las obras de preparación del sitio, limitándose a las áreas autorizadas para su afectación	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre.

Cuadro 27. Medidas de mitigación para el indicador "Hábitat terrestre".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
HABITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	El proyecto contempla la implementación de un área de conservación igual al 30.9% de la superficie total del predio.	PS Se deberá delimitar el área de conservación previo al inicio de los trabajos en el sitio, para evitar su afectación.	La modificación del hábitat se realizará de una manera controlada.

Cuadro 28. Medidas de mitigación para el indicador "Calidad Sanitaria del Ambiente".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Los residuos no pasarán más de una semana en su sitio de acopio temporal, se debe agilizar su recolección y traslado final, la acumulación temporal de estos residuos debe hacerse en sitios estratégicos donde no intervengan con las demás actividades del proyecto. Los desechos generados deberán ser trasladados al sitio de disposición final que sea indicado por las autoridades.	PS - C – O Estas medidas se deberán llevar a cabo durante todas las etapas del proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se propone un Programa de Manejo de Residuos Sólidos como medida de mitigación (se anexa documento) Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos en su caso.

Cuadro 29. Medidas de mitigación para el indicador "Infraestructura y Servicios".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS			
Durante las dos primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán provenir de las	Las ganancias económicas se generarán en las comunidades aledañas.

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados.		comunidades aledañas.	

Cuadro 30. Medidas de mitigación para el indicador "Calidad de vida".

Impacto identificado	Medida	Etapa del proyecto	Efecto
CALIDAD DE VIDA			
Se generarán ganancias económicas por los empleos temporales.	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán provenir de las comunidades aledañas.	La entrada económica del proyecto generara empleos temporales que beneficiarán a la gente de la localidad y comunidades circunvecinas.

IV.9. Impactos residuales

No se espera que se generen impactos residuales considerados como graves en el área del proyecto, ya que en todo momento en las etapas del proyecto se considera salvaguardar la integridad de los elementos que componen el ambiente característico de la zona en la que se encontrará el proyecto "Casa - Habitación San Bruno".

Los impactos residuales que se identifican corresponden a una carga adicional de los residuos sólidos municipales y a un incremento del tráfico vehicular en la zona. Aunque estos impactos son temporales, periódicos y de corta duración (únicamente en temporada vacacional y ocasionalmente en fines de semana), de igual forma se implementarán las medidas de prevención y mitigación pertinentes al manejo de los residuos.

IV. 10. Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas

IV. 10.1. Escenario actual

Se realizaron diversas visitas al sitio del proyecto para la verificación de flora y fauna. En dichas visitas se pudo constatar que, de acuerdo con su disposición geográfica, el predio se encuentra en una zona de matorral costero que presenta la distribución típica de este ecosistema. El sitio se encuentra dentro de la **UGA DZE02-BAR_AP1**, esto de acuerdo con el POETCY (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán) vigente.

En cuanto a los impactos de carácter antropocéntrico, se pudieron observar zonas en donde se vierten residuos sólidos dispersos a pie de carretera y en predios en donde aún no existen proyectos construidos. Los registros de fauna consistieron de mamíferos pequeños, aves y reptiles. Estos registros se deben a las condiciones de la vegetación en gran parte; debido a su modo de desplazamiento, las aves pueden ocupar el sitio como zona de paso, sin embargo, requieren sitios de recuperación de energía (perchas y fuentes de alimento). Actualmente, se aprecia en el predio una vegetación de matorral costero distribuida de manera homogénea.

El mayor impacto en la ejecución del Proyecto corresponde a la preparación del sitio as razón del tipo de actividades a realizar y el personal involucrado. A continuación, se plantean 3 escenarios futuros con diferentes condiciones:

IV. 10.2. Sin la ejecución del proyecto

El escenario ambiental sin la ejecución del proyecto muestra una zona con una distribución de matorral costero que va empezando a sufrir las presiones de crecimiento urbano. La vegetación se mantiene en su mayoría, y solo se vería afectada en áreas puntuales dado que hay zonas que se utilizan como basureros clandestinos y en el caso de que fenómenos meteorológicos extremos como en el caso de los huracanes cuyo radio de afectación puede abarcar el predio.

IV.10.3. Con la ejecución del proyecto sin aplicar medidas de mitigación propuestas

El escenario hipotético con la ejecución del proyecto sin implementar las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI, se presentarían afectaciones significativas para el sitio; el uso de maquinaria en mal estado incrementaría considerablemente la contaminación en factores como el aire, el suelo, así como la disponibilidad del agua en cantidad y calidad. **Se presentarían 3 efectos categorizados como Severos, 11 impactos considerados Moderados y 6 efectos compatibles** con el ambiente del sitio del Proyecto "Casa – Habitación San Bruno" (Cuadro 1).

Aunado a lo anterior, los impactos presentados serían más significativos para el predio (Sitio del Proyecto) y de menor escala a nivel del Sistema. La remoción de vegetación sin una

planeación y ejecución apegada a la legislación ambiental en materia de biodiversidad y recursos forestales, afectaría gravemente al sitio.

Por otro lado, el uso de maquinaria en mal estado provocaría una considerable afectación; en este mismo sentido, al faltar dispositivos de contención preventiva de derrames y una bitácora correspondiente a su mantenimiento provocaría efectos negativos al suelo, subsuelo y acuífero. De igual manera, de faltar baños portátiles provistos por una empresa verificada para brindar adecuadamente dicho servicio se podría esperar contaminación directa al suelo y al acuífero.

Los impactos en la Estabilidad del Suelo pueden tornarse significativos al realizar mayores excavaciones que las necesarias (cimentación tradicional). Como conclusión, llevar a cabo la ejecución del proyecto sin las necesarias medidas de mitigación el Sistema Ambiental será seriamente impactado y fragmentado, incrementándose significativamente las posibilidades de contaminación específicamente para el sitio del proyecto y la recuperación de este.

Tomando en cuenta que, según la evaluación del Capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental, la etapa del proyecto con impactos más severos son las de Preparación del Sitio realizando una comparación entre esta etapa (Cuadro 5, Capítulo V) y la siguiente tabla (1) se puede observar que todos los indicadores alcanzan el nivel de moderados, pero con valores más altos.

Cuadro 31. Valoración numérica. Impactos generados por el proyecto en la etapa de Preparación del sitio (mayor impacto) sin medidas de Mitigación.

ID	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Impacto	Valor
Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	4	1	2	2	1	4	4	4	2	1	Moderado	**-34**
Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	4	1	2	2	1	4	4	4	2	1	Moderado	**-34**
Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	8	2	2	2	1	2	4	4	2	1	Moderado	**-46**
Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	8	2	2	4	1	4	4	8	2	4	**Severo**	**-57**
Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	4	1	1	1	1	4	1	4	4	1	Moderado	**-31**
Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	8	4	2	1	1	4	4	8	4	4	**Severo**	**-60**
Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	4	2	1	4	1	2	1	4	2	2	Moderado	**-33**
Impactos por la generación de emisiones sonoras.	4	2	1	2	1	4	4	4	1	2	Moderado	**-35**
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	4	2	1	4	1	4	4	8	2	4	Moderado	**-44**

Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos (refugio y emigración de especies hacia áreas aledañas)	4	2	2	4	1	4	1	8	4	2	Moderado	**-42**
Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	4	2	1	1	1	2	4	4	4	4	Compatible	**-37**
Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiarán la calidad visual de la zona.	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	Moderado	**-43**
Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	4	2	2	4	1	2	4	4	4	4	Moderado	**-41**
Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	8	4	4	4	1	4	4	4	1	4	**Severo**	**-58**
Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	Moderado	**-43**
Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	Compatible	**20**
Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	Compatible	**22**
Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	Compatible	**16**

Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	Compatible	**22**
Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	Compatible	**22**

IV.10.4. Con la ejecución del proyecto aplicando las medidas de mitigación propuestas

La prevención de impactos juega un papel muy importante en la ejecución de un proyecto. Si las medidas de mitigación se aplican correctamente, el panorama cambia satisfactoriamente y en cumplimiento con la legislación ambiental vigente aplicable.

En cuanto la calidad de aire todos los vehículos automotores, así como la maquinaria presentarían una bitácora de mantenimientos actualizada. Llevando a cabo este control, las emisiones a la atmósfera estarían dentro de los rangos aceptables, humedeciendo los focos de trabajo y las vías de acceso, el levantamiento de polvos es reducido considerablemente, verificando que no se utilicen superficies mayores a la establecida se disminuye al máximo las afectaciones por el uso de suelo.

Se reportan resultados favorables en cuanto a las mitigaciones correspondientes para la flora y fauna del sitio. Dado el porcentaje de terreno sin ocupar (se deja a conservación con la vegetación nativa igual a 205 metros cuadrados, es decir el 30% de la superficie total del predio), la fauna silvestre de la zona pudiera adaptarse y reintegrarse al nuevo ambiente.

Gracias a las recomendaciones hechas a los trabajadores y a los usuarios de la operación del predio, se ha evitado el maltrato o aprovechamiento no autorizado de todo tipo de flora y fauna del sitio.

Aunado a lo anterior, con la ejecución del proyecto se generan fuentes de empleo temporales en donde la prioridad son los habitantes de las comunidades circunvecinas.

Cuadro 32 . Valoración numérica. Impactos generados por el proyecto en la etapa de Preparación del sitio (mayor impacto) con medidas de Mitigación

No.	ID	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Resultado	Impacto
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	**Compatible**
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-17**	**Compatible**
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	2	4	1	1	1	**-24**	**Compatible**
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	2	2	1	1	4	4	4	1	1	**-25**	**Compatible**
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	4	1	**-27**	**Moderado**
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	-1	1	1	1	1	1	4	4	4	1	1	**-22**	**Compatible**
7	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitará el abastecimiento para su funcionamiento.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	**Compatible**
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	**-21**	**Compatible**
9	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	4	2	1	2	1	4	1	4	2	1	**-32**	**Moderado**
10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos (refugio y emigración de especies hacia áreas aledañas)	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	2	2	**-34**	**Moderado**

No.	ID	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Resultado	Impacto
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	4	2	2	2	1	4	4	4	1	1	**-35**	**Moderado**
12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	1	**-26**	**Moderado**
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	2	2	**-26**	**Moderado**
14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	2	2	1	1	4	4	2	1	1	**-23**	**Compatible**
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	**-19**	**Compatible**
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	**20**	**Compatible**
17	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**16**	**Compatible**
19	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	**22**	**Compatible**

	de vida de los pobladores cercanos al proyecto													

IV.11. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

Las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración relacionadas con las posibles afectaciones al ecosistema en general pueden consultarse en los Anexos siguientes:

ANEXO I. Programa de rescate de flora

ANEXO II. Programa de rescate y reubicación de fauna

ANEXO III. Programa de manejo de residuos