CAPÍTULO

I

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

CONTENIDO

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO....1

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO....1

I.2 PROMOVENTE....1

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL....1

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES o CURP DEL PROMOVENTE....1

I.2.3 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE....1

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....1

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL....1

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP....1

I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO....1

I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO....2

I.4 DATOS GENERALES DEL PROYECTO....3

I.4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO....3

I.4.2 DURACIÓN DEL PROYECTO....7

I.4.3 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL....7

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS....7

I.5.1 NATURALEZA DEL PROYECTO....8

I.5.2 SELECCIÓN DEL SITIO....10

I.5.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO....10

I.6 COSTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO....17

I.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS....18

I.8 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO....20

I.9 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO....21

I.9.1 PREPARACIÓN DEL SITIO....23

I.9.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN....24

I.9.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO....29

I.9.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS....30

I.9.5 CIERRE Y ABANDONO DEL SITIO....30

I.9.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS LIQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....30

I.9.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.....35

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Construcción y Operación de CASA JB.

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Juan Manuel Barboza Tamez

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES o CURP DEL PROMOVENTE

[redacted]

I.2.3 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE

[redacted]

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

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

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

SIC0706066UA

I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

Los trabajos de campo y de gabinete estuvieron a cargo del personal capacitado de la empresa Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental, con el equipo técnico siguiente:

[redacted]

[redacted]

I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Ing. Domingo Arias Estrella

[redacted]

I.4 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica al norte del estado de Yucatán, el cual se localiza en el tablaje catastral 45102 de la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, estado de Yucatán.

El municipio de Progreso se localiza en la zona norte del Estado de Yucatán y es su puerto más importante. Se encuentra aproximadamente a 34 km del centro de la Ciudad de Mérida, capital estatal. En 2020 poseía una población total de 66 mil 008 habitantes. Al norte, colinda con el Golfo de México; al sur, con Ucú y Mérida; al oriente, con Ixil y Chicxulub; y al poniente, con Hunucmá. La cabecera municipal se denomina Progreso de Castro en honor de Juan Miguel de Castro. Pertenece a la región VI de influencia metropolitana de Yucatán, integrada por 13 ayuntamientos que rodean el municipio de Mérida, sobresaliendo Umán, Kanasín y Progreso como mayores concentradores de población.

Además de la ciudad cabecera, dentro de la jurisdicción municipal quedan comprendidas cuatro localidades con carácter de comisarías municipales: Chicxulub, Chelem, Chuburná y San Ignacio de Loyola, y tres con la condición de subcomisarías: Campestre Flamboyanes, Playas del Este y Paraíso.

De acuerdo con la concentración y distribución de actividades económicas, es posible deducir que existen tres zonas principales. La primera corresponde a la cabecera municipal de Progreso y a la localidad de Chicxulub Puerto; ubicada al norte del municipio, en la zona portuaria, como centro urbano jerárquico y económico. Esta área agrupa el mayor número de unidades económicas que se especializan principalmente en comercio al por mayor y por menor; servicios especializados en actividades de hotelería y restaurantes; y educativas de corte público y privado, principalmente en la cabecera municipal; y en comercio al por menor, servicios de hotelería y restaurantes; y, en menor medida, actividades primarias correspondientes a la pesca en la localidad de Chicxulub.

La superficie total del municipio de Progreso es de 430.2 km^2, lo que representa una ocupación del suelo de 1.15% de la superficie del estado. El total de las áreas urbanas del municipio, (considerando la ciudad de Progreso y las localidades de Chelem, Chuburná, Chicxulub Puerto, Yucalpetén y Campestre Flamboyanes) constituía en 2015 una extensión de 2 mil 323.7 ha, que equivalen al 5.40% del total territorial. La distribución del resto del territorio se conforma por uso agrícola (1.42%), pastizales (0.59%), selva (45.78%), manglar (14.05%), pastizal halófilo (11.70%), áreas sin vegetación (3.03%), vegetación halófila (1.35%), tular (0.79%), vegetación de dunas costeras (0.26%) y no clasificado (3.27%).

La superficie topográfica del municipio carece de elevaciones significativas, por lo que la llanura costera plana es la que la caracteriza. La inexistencia de cuerpos superficiales de agua ofrece la oportunidad de que en temporada de lluvia el agua se filtre por las grietas del basamento calizo, alimentando el acuífero subterráneo de la región. De tal manera, la circulación del agua es subterránea y el agua aflora al mar en sitios localizados dentro del sistema de Ciénegas.

Se presentan a continuación, los planos con la ubicación general y local del sitio donde se establecerá el proyecto:

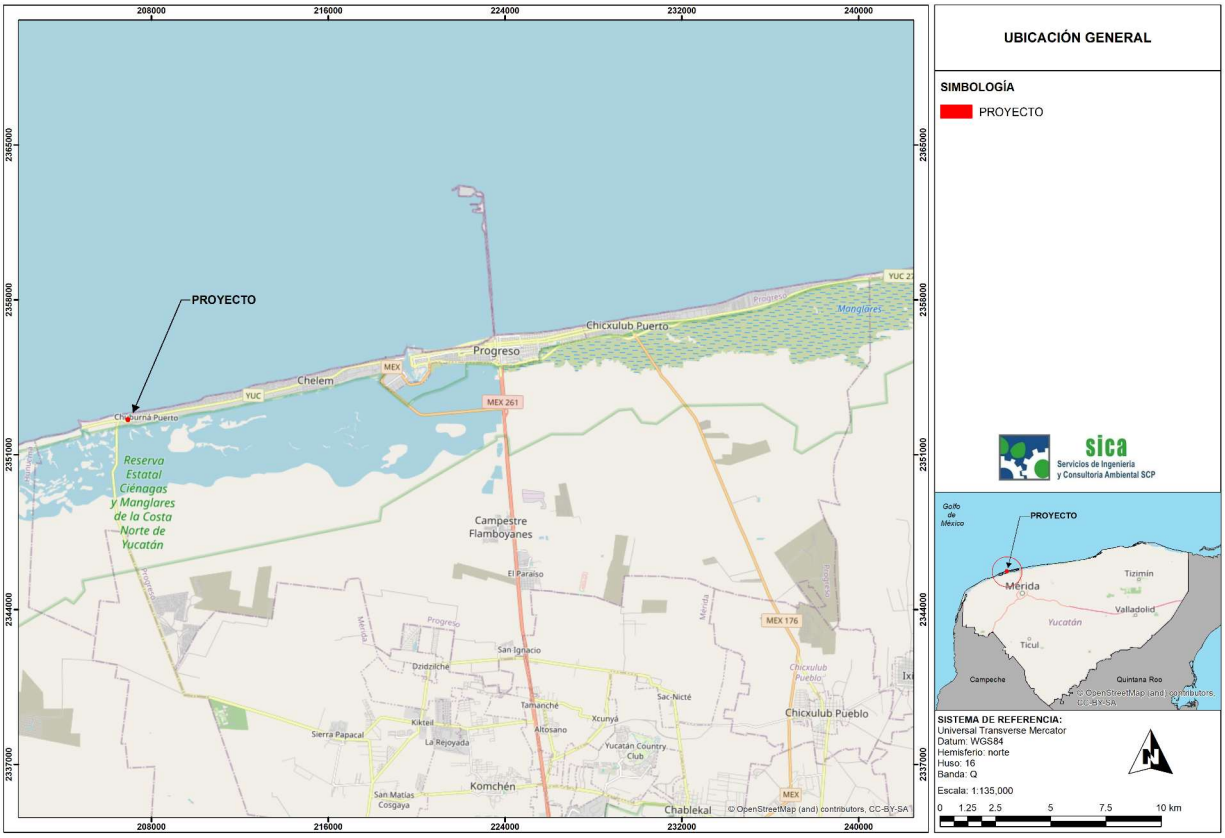


Figura I.1. Ubicación general del polígono del proyecto en el Estado de Yucatán.

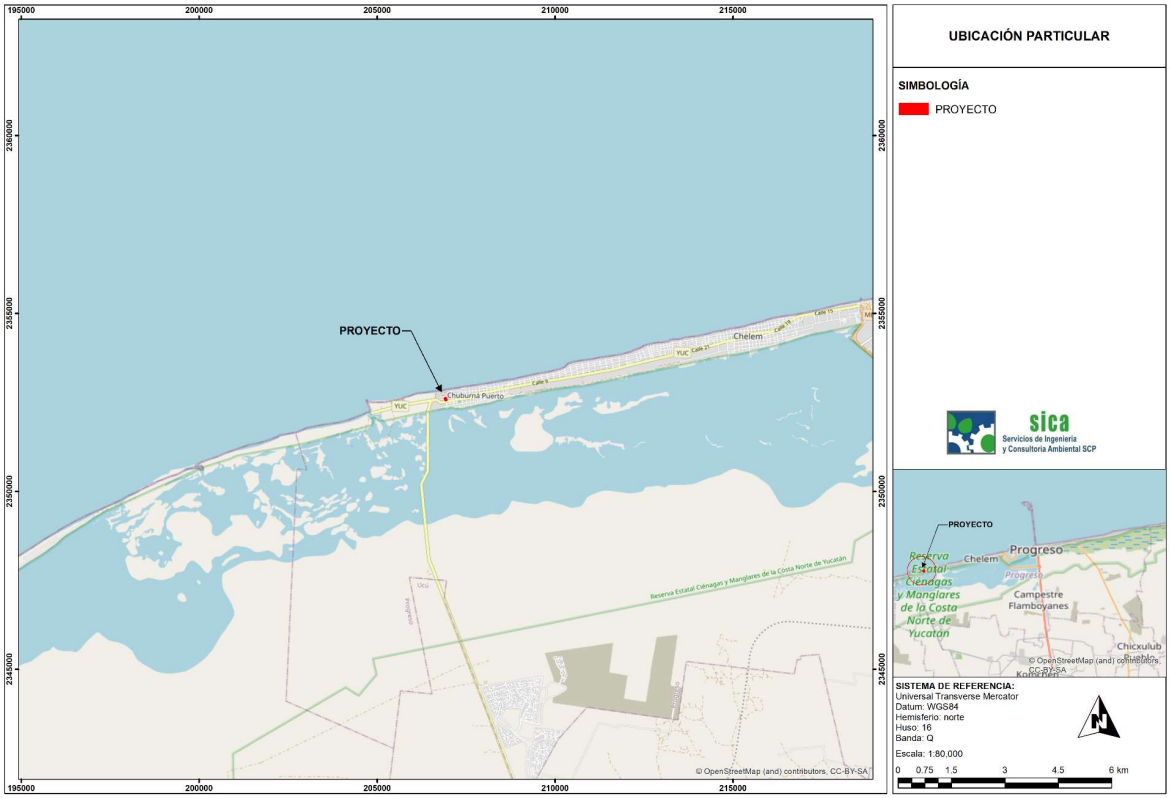


Figura I.2. Ubicación general del polígono del proyecto en el municipio de Progreso.

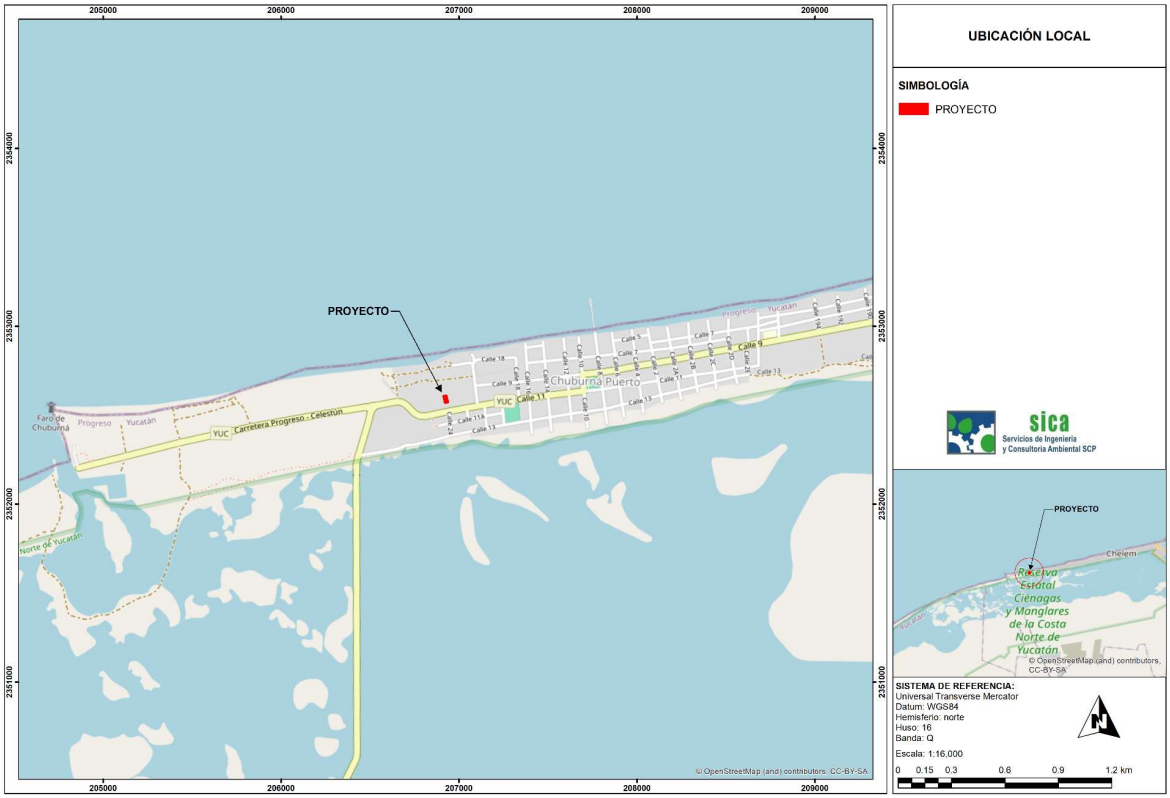


Figura I.3. Ubicación local del predio, en localidad de Chuburná Puerto.

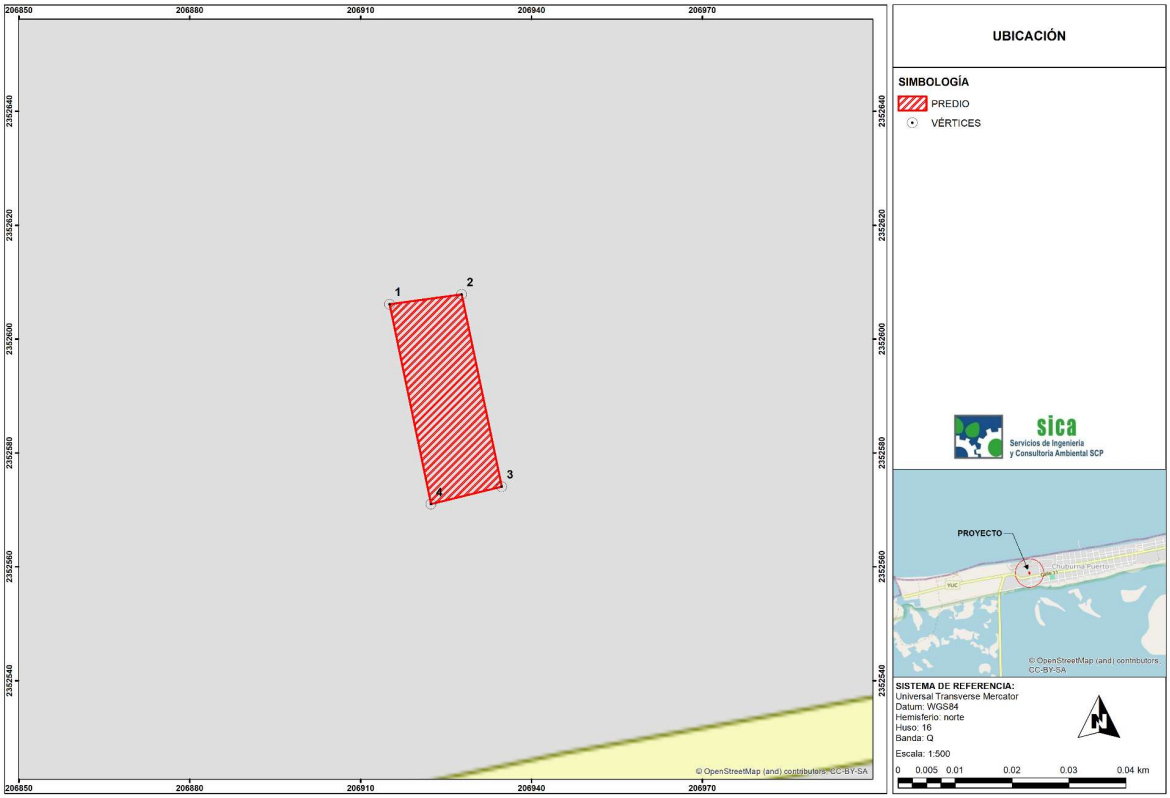


Figura I.4. Vértices y coordenadas del polígono del proyecto.

Además, es importante mencionar que el predio objeto no se encuentra en primera línea costera, por lo que este respetará los 20 m de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de los vértices que conforman al polígono del proyecto:

Tabla I.1. Coordenadas (UTM ZONA 16Q) del proyecto.

VÉRTICE	X	Y
1	206915.08	2352606.13
2	206927.76	2352607.86
3	206934.79	2352574.09
4	206922.36	2352571.02
1	206915.08	2352606.13
SUPERFICIE: 450.06 m^2		

Es importante mencionar que el predio no se ubica en una zona de riesgo, es decir, es nula de actividades sísmicas. No existen cuerpos de agua dulce inmediatamente adyacentes al sitio identificado para el proyecto. La superficie del territorio es plana como en casi toda la península, cuenta con playa la cual se extiende a lo largo de todo el municipio o barra de laderas tendidas, inundables y salinas con lomerío, con una altura aproximada de 2 metros sobre el nivel del mar en todo su territorio. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto traerá beneficios a la población, como empleos tanto temporales como permanentes generando un crecimiento económico local.

I.4.2 DURACIÓN DEL PROYECTO

Las obras constructivas y componentes que integran el proyecto se pretenden desarrollar en un periodo aproximado de **3 años (36 meses)**; sin embargo, la vida útil se considera **INDEFINIDO**, pues se pretende que la infraestructura sea utilizada a través de los años. De hecho, con un mantenimiento periódico y una inversión menor, se espera que dicha infraestructura permanezca por un largo periodo de tiempo, preservándolo como integrantes permanentes del paisaje local (Ver programa calendarizado en sección 1.5.).

I.4.3 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En el **Anexo 2** se integra el INE y RFC del solicitante.

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

En el presente apartado, se realiza la descripción del proyecto denominado **Construcción y operación de una vivienda de playa CASA JB**, que pretende la construcción de una edificación de 3 niveles en una superficie de **450.06 m²** ubicado en el litoral costero del estado de Yucatán, dentro del predio con tablaje catastral no. 45102 de la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, estado de Yucatán.

El proyecto es promovido por el **C. Juan Manuel Barboza Tamez**, quien se encargará de verificar el cumplimiento de las medidas expuestas del presente estudio, con el fin de evitar o disminuir los impactos que pudieran ocasionarse por la implementación del proyecto.

Esta obra pretende ofrecer a los particulares, las condiciones de una infraestructura innovadora, confortable y atractiva, con diseños arquitectónicos que permitan el aprovechamiento del paisaje natural, sin provocar una alteración grave al ecosistema, postulando un desarrollo habitacional sustentable para la conservación y preservación del ambiente. La obra, además, contará con los servicios básicos, así como espacios adecuados y ordenados que satisfagan las necesidades de los propietarios.

En los alrededores donde se pretende desarrollar el proyecto se observan viviendas veraniegas de segunda residencia, así como hoteles, departamentos, desarrollos, etc., por lo que contribuirá a la densificación habitacional de la franja costera, mayormente en los meses de verano y ocasionalmente

en otros periodos vacacionales. Así mismo, es importante mencionar que durante el desarrollo del proyecto no se realizarán actividades consideradas como riesgosas, ni se producirán residuos peligrosos o diferentes a los generados por un desarrollo habitacional.

Por otra parte, la construcción de obra civil tiene un alto nivel de encadenamientos con sectores productivos del Estado, por lo que contribuirá al desarrollo económico local, generando durante las diferentes etapas fuentes de ingreso y empleo, beneficiando a su vez a los pobladores de la zona.

I.5.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El presente estudio se refiere a la evaluación y mitigación de los impactos ambientales producidos por el proyecto denominado **Construcción y Operación de Casa JB** para la estancia del promovente y de sus familiares, en la localidad de Chuburná Puerto perteneciente al municipio de Progreso.

El proyecto tiene su fundamento legal en la **fracción IX** del **artículo 28** de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (LGEEPA), así como en el **artículo 5°** del Reglamento de la LGEEPA, que a la letra dice:

Q) ***DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:*** *Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales.*

De manera que la obra se considera bajo el rubro “construcción y operación de desarrollo habitacional en ecosistema costero”, por lo que, el objetivo del presente documento, es el de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para su desarrollo.

La obra habitacional consta de tres niveles con el fin de optimizar el uso del porcentaje de construcción permitido de acuerdo al POETCY. En su planta baja se encuentra el acceso peatonal, área de servicio, área permeable, área verde y barda perimetral (Huella). En su primer nivel se contará con sala, comedor, cocina, sanitarios, cuarto de servicio, área de alacena, recámara 1 y terraza; su segundo nivel cuenta con recámara 2 y 3, estancia y terraza y en el tercer nivel se encuentra la azotea y cuarto de servicios. Es importante mencionar que algunas de las obras no requerirán del sellamiento del suelo, manteniendo superficies permeables con suelo natural.

Así mismo el proyecto considera la permanencia de un área de conservación conformada por plantaciones con vegetación nativa, con el objetivo de dar continuidad a la prestación de servicios ambientales, así como la captación e infiltración del agua, captura de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo y conservación de la biodiversidad.

Algunos de los servicios básicos con los que actualmente cuenta la zona son: red eléctrica, servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y agua potable. Sin embargo, al no contar con una red de drenaje sanitario para el manejo de las aguas residuales se propone un sistema individual para darle

tratamiento a las aguas residuales (SITAR DLD14) que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas residuales para poder ser vertidas en un pozo de inyección (acorde con los lineamientos de la CONAGUA) y así, generar un menor impacto al manto acuífero (detalle en **Anexo 7**).

La construcción de este tipo de infraestructura, da la oportunidad a sus usuarios de disfrutar del paisaje de tipo costero, sin generar impactos significativos al mismo, ni al entorno, que, por otra parte, se encuentra alterado después de décadas de venir desarrollando múltiples construcciones a lo largo de la costa.

Durante las actividades no se permitirá el aprovechamiento de arena. El material sobrante que se obtenga de las actividades de excavación, será extendido en áreas de la misma propiedad. Así mismo, este tipo de proyecto no realizará actividades consideradas como riesgosas, y tampoco serán afectados cuerpos de agua, ni otras áreas de la zona costera que no estén expresamente solicitadas en este documento.

De acuerdo con Miranda (1978), la vegetación reportada para la zona en la cual se pretende establecer el proyecto, presenta un tipo de vegetación de Matorral de Dunas Costeras. Este tipo de vegetación se extiende a lo largo de la Costa del Estado de Yucatán, coincidiendo con actualmente la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, serie VII (2017) clasifica la zona como Duna Costera, debido a que esta se encuentra inmersa en un área ya urbanizada (Ver capítulo 4).

El desarrollo busca integrarse al medio ambiente natural, procurando impactar lo menos posible; situación que es definitiva y relevante para la conservación de las condiciones del litoral, por lo que su diseño será agradable a la vista y al entorno.

Con base a lo anterior, el proyecto en cuestión podrá calificarse como respetable a las condiciones del medio ambiente, dado que no conlleva una sobreexplotación de recursos naturales o incremento de la contaminación a la atmósfera, agua o suelo, por lo que se considera que la propuesta arquitectónica es funcional y no representa un nivel significativo de impactos adversos, ya que el mismo ha sido valorado en vinculación con una aptitud ambiental, económica y cultural de la zona.

I.5.2 SELECCIÓN DEL SITIO

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante mencionar como antecedente del área y de su área de influencia directa, el sitio se encuentra urbanizado y lotificado a través de la autorización del desarrollo Playa Xthul, con oficio no. 726.4/UGA-1758/002800, por lo que la zona presenta modificación de su cobertura vegetal, por lo que se trata de un área con afectación desde varios años atrás.
- De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Yucatán el predio donde se realizará el proyecto se ubicará en una zona donde los asentamientos humanos son compatibles.

- De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero de Yucatán el predio del proyecto se ubicará en una zona donde son compatibles las viviendas veraniegas, viviendas unifamiliares y desarrollos inmobiliarios.
- El terreno cuenta con caminos de acceso al sitio y vías de comunicación (calle 11 y carretera costera estatal Sierra Papacal- Chuburná).
- El sitio actualmente presenta servicios básicos de electricidad, agua potable y manejo de residuos, por lo que no requerirá de nuevas conexiones.
- De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII las obras se construirán sobre área clasificada como Vegetación de Dunas Costeras.

I.5.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto se pretende llevar a cabo en el predio con tablaje **45102** de la zona urbana ubicada en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, Yucatán. Tal como se muestra en la figura I.5., la obra pretende la construcción de una vivienda de segunda residencia con una planta baja y tres niveles adicionales. La vivienda estará equipada para cubrir con las necesidades básicas de la familia que lo habite, contempla una sala, comedor, cocina, área de alacena, sanitarios, recamaras, cuarto de servicios, baños, recamaras y terrazas.

Las superficies del primer, segundo y tercer nivel no se suman al área de ocupación por afectación del proyecto, ya que las obras del primer, segundo y tercer nivel serán construidas sobre la misma superficie de la planta baja la cual suma una superficie total de **450.06 m²**, de las cuales conservará **135.08 m²,** tal como se muestran en la tabla siguiente:

Tabla I.2. Superficies generales del proyecto.

OBRA	SUPERFICIES (M^2)	PORCENTAJE (%)
Acceso peatonal	10.89	2.42
Área de construcción (huella)	14.52	3.23
Área permeable	258.33	57.40
Cisterna	10.73	2.38
Sistema de tratamiento de aguas residuales	7.71	1.71
Barda perimetral (huella)	12.80	2.84
Área de conservación	**135.08**	**30.01**
SUPERFICIE DEL PREDIO	**450.06**	**100**

Se presentan a continuación los planos arquitectónicos del proyecto:

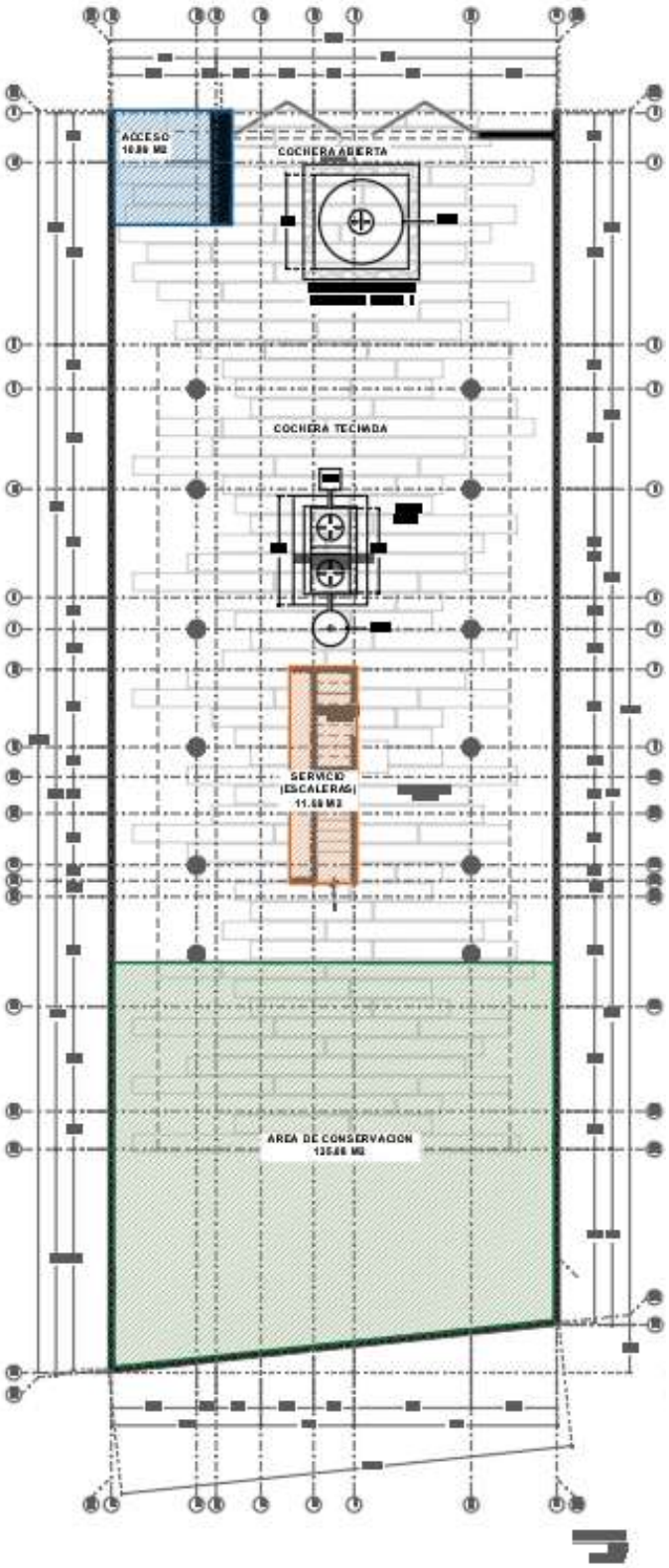


Figura I.5. Plano general del proyecto.

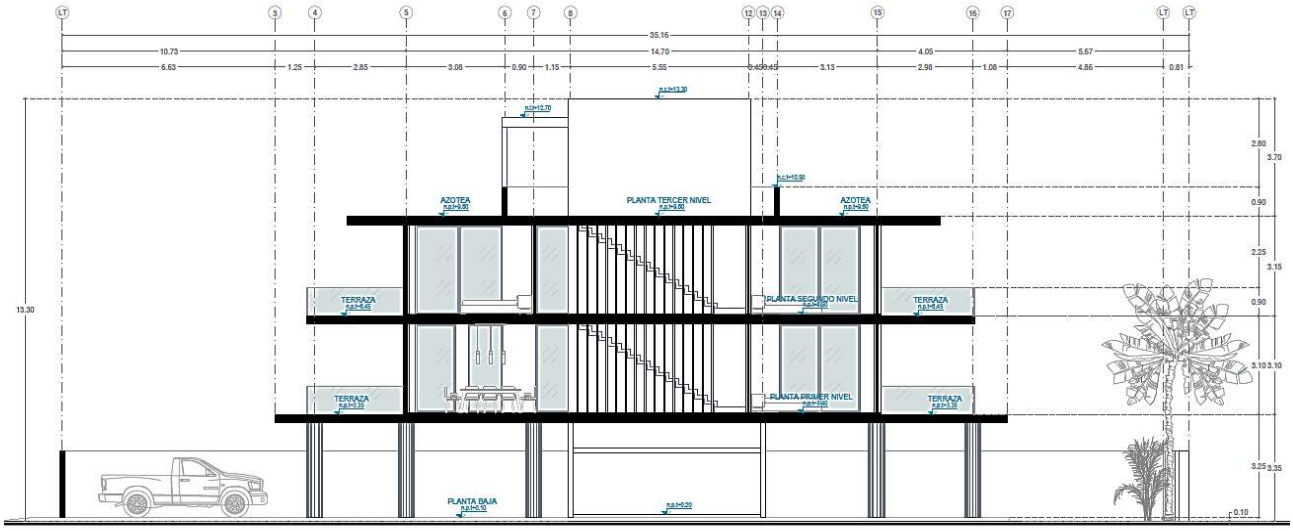


Figura I.6. Plano de corte de A-A' de la vivienda unifamiliar.

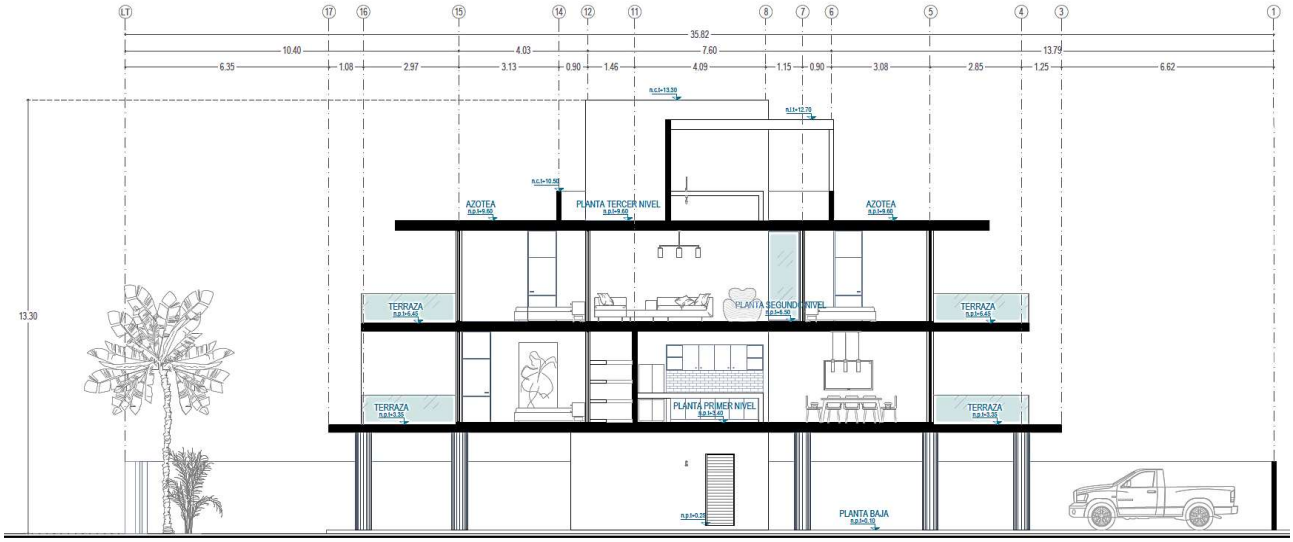


Figura I.7. Plano de corte de B-B' de la vivienda unifamiliar.

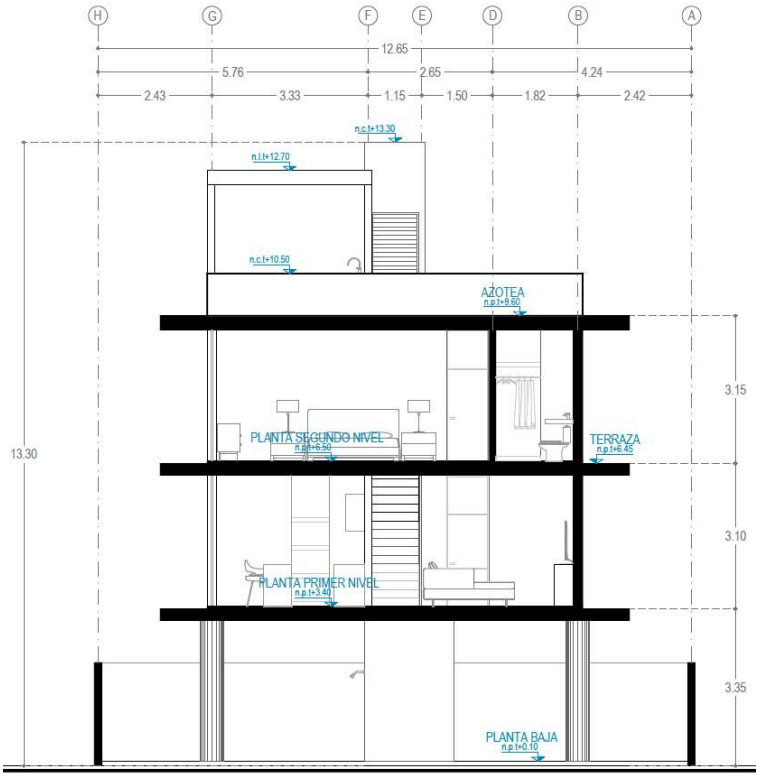


Figura I.8. Plano de corte de C-C' de la vivienda unifamiliar.

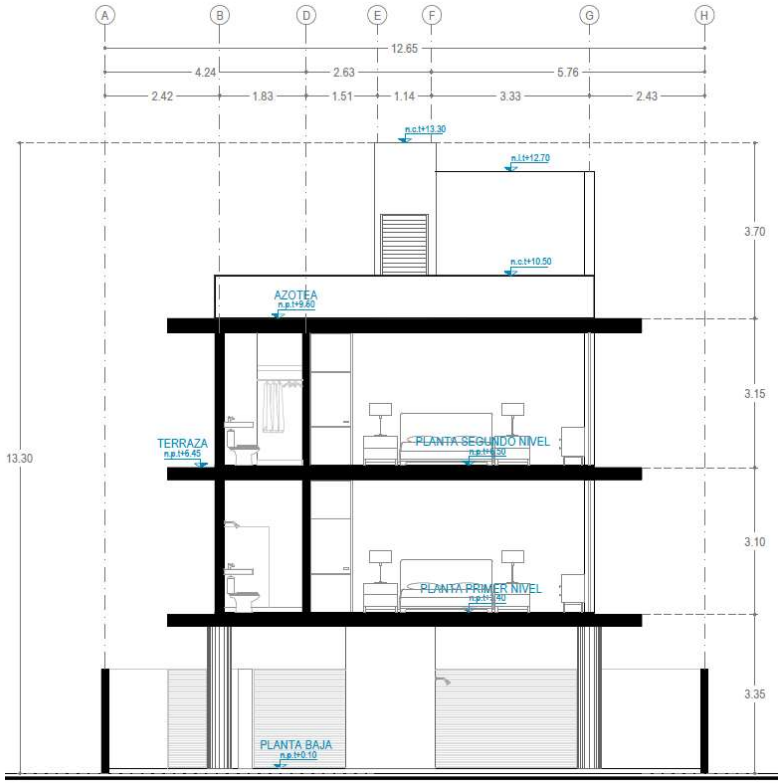


Figura I.9. Plano de corte de D-D' de la vivienda unifamiliar.

- **PLANTA BAJA**

El proyecto consiste en la construcción de un desarrollo de vivienda unifamiliar el cual estará conformado por una planta baja y tres niveles abarcando una superficie total de ocupación de **450.06 m²**. La construcción de la edificación en la planta baja ocupará una superficie de **228.50 m²** para el estacionamiento y superficie piloteada para sostener el primer nivel de la vivienda. Así mismo, la planta baja contará también con escalera hacia el segundo piso, área de servicios (escaleras), área de baños, camino de acceso, barda perimetral (12.80 m^2), cisterna de Rotoplas con capacidad de 10,000 litros y con su sistema de tratamiento de aguas residuales (SITAR DLD14) con una capacidad de 1,300 litros.

Tabla I.3. Superficies de la vivienda unifamiliar por nivel.

OBRA	SUPERFICIE CONSTRUCTIVA (m^2)
Planta Baja (SUPERFICIE DE AFECTACIÓN DIRECTA)	**228.50**
Planta Nivel 1	125.15
Planta Nivel 2	118.85
Planta Nivel 3	16.20
TOTAL	**488.70**

- Vialidad y estacionamiento

Como se menciona en el párrafo anterior, la planta baja contará con estacionamiento. Esta superficie será sellada y tendrá una capacidad máxima para 6 vehículos. Esta superficie contará con pilotes de concreto que servirán para la elevación de primer nivel de planta. Cabe señalar que en esta área será colocado el sistema de tratamiento de aguas residuales, así como la cisterna de Rotoplas con capacidad de 10,000 litros, por lo que no se ocupará un área adicional de afectación.

En cuanto al camino de acceso peatonal este contará con una longitud de 10.89 m^2. Esta obra no requerirá del sellamiento de suelo manteniendo la arena y suelo permeable, ya que este no será cimentado y en dado caso será rellenado con material de banco. Además, se contará con un área destinada al almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos (RSU) y área de servicios; este será un sitio techado para evitar que la lluvia llene de agua los contenedores, dicha obra tendrá una superficie de 11.69 m^2.

- **PLANTA NIVEL 1**

En cuanto a la construcción de planta en el 1er nivel ocupará una superficie de terreno de **125.15 m²**, elevado a 3 metros de altura de la planta baja. En esta primera planta se contará con terraza, sala, comedor, cocina, sanitario, servicios, alacena y 1 recámara.

- **PLANTA NIVEL 2**

La planta en el 2do nivel ocupará una superficie de **118.85 m²**, esta contará con terraza, recámara 2 y 3, cuarto de lavado y área social dotadas con equipamiento adecuado para poder descansar, comer, entretenerse y convivir (área de estancia). Además, cada nivel contará de igual forma con pasillos y escaleras.

- **CONSTRUCCIÓN EN PLANTA NIVEL 3**

Finalmente, en el tercer nivel, que pertenece a la azotea o techo se contará con áreas destinadas para la instalación de tanque estacionario, tinaco para almacenamiento de agua para el servicio de los propietarios, así como para la instalación de los equipos de los aires acondicionados. Tendrá una superficie de construcción **de 16.2 m², y** únicamente contará con área de servicios. Dejando el área de azotea libre de cualquier otra construcción.

- **ÁREA DE CONSERVACIÓN**

El proyecto contempla la permanencia de áreas de conservación con una superficie total de **135.08 m²**, la cual incluirán plantaciones con vegetación endémica y nativa, con el objetivo de dar continuidad a la prestación de servicios ambientales, así como la captación e infiltración del agua, captura de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo y conservación de la biodiversidad.

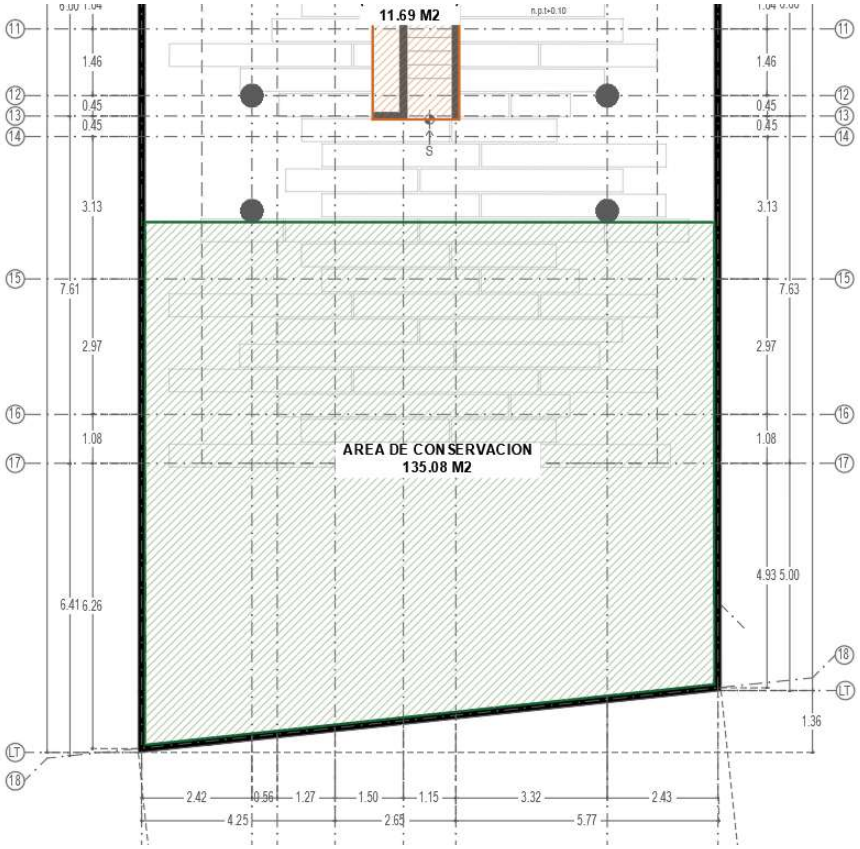


Figura I.10. Plano de área de conservación.

Al concluir las obras, se pretende la operación de las viviendas para uso particular del propietario, para más detalle de planos ver el anexo 1 de este estudio de forma electrónica, así como también en el **anexo 8** versión digital se presentan las coordenadas UTM de dicha área de conservación.

I.6 COSTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

Una vez obtenidos los permisos correspondientes para su desarrollo, este proyecto se pretende edificar en un trascurso de 36 meses, lo que conlleva a una inversión estimada de $6,300,000.00 (Seis millones trecientos mil pesos 00/100 M.N.). Dicha cantidad corresponde a los siguientes conceptos:

Tabla I.4. Inversión aproximada del proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Valor del inmueble	$ 350,000.00
Costos de licencias, permisos, anuencias, pago de derechos.	$ 120,000.00
Estudios ambientales, planos arquitectónicos, constructivos, etc.	$ 150,000.00
Costo por la construcción de obras del proyecto	$ 5’500,000.00
Costo total de inversión del proyecto	**$ 6,120,000.00**
Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración	**$180,000.00**
COSTO TOTAL	**$ 6,300,000.00**

Las actividades referidas al plan de manejo ambiental se refieren a las contempladas en el proyecto, tales como el rescate de vegetación, supervisión ambiental, control de desechos sólidos y peligrosos generados, cumplimiento de términos y condicionantes, así como las medidas preventivas y mitigables descritas en el presente estudio.

I.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El proyecto se encuentra ubicado dentro de una zona donde predominan viviendas de segunda residencia, hoteles y restaurantes, por lo que muestra bajos niveles de conservación, presentando una escasa vegetación dominada por especies del estrato herbáceo.

SERVICIOS REQUERIDOS

El predio seleccionado al ubicarse inmediato a la zona urbana del municipio de Progreso cuenta con disponibilidad de servicios básicos como energía eléctrica, red telefónica y servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y transporte. Así mismo cuenta con vialidades de acceso hacia el predio y calles pavimentadas, estaciones de servicio de gasolina y diésel, así como restaurantes y comercios cercanos. El aprovechamiento de agua para consumo doméstico será a través de pipas que almacenarán el agua para consumo en una cisterna de almacenamiento; de manera que el promovente

deberá obtener las autorizaciones correspondientes. El agua requerida en la etapa constructiva se obtendrá a través de pipas y será depositada en una cisterna de almacenamiento. Al no contar la zona con red de drenaje sanitario, las aguas residuales pasarán por un sistema de tratamiento de aguas residuales **SITAR DLD14** con capacidad de 1,300 litros, con el cual se pretende dar un tratamiento adecuado a las aguas que se generen durante la operación del proyecto.

Las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora autorizada. Los residuos sólidos no peligrosos que genere la construcción serán almacenados temporalmente y trasladados en vehículos de la empresa contratada al basurero municipal. La periodicidad con la que se lleva a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados por el personal en obra.

VÍAS DE ACCESO Y COLINDANCIAS

La principal vía de comunicación hacia el polígono del proyecto es a través de la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso, donde posteriormente se debe dirigir hacia el Este aproximadamente hasta el km 31.5 sobre la carretera estatal No. 27 de la costa norte del estado de Yucatán. A continuación, se mencionan las vías principales de acceso al predio:



Figura I.11. Vías principales de acceso al predio por calle 11, carretera s/n y carretera estatal Sierra Papacal -Chuburná.



Figura I.12. Colindancias del proyecto. **A)** Vista al Norte con departamentos privados, **B)** Vista del predio hacia el Sur con vivienda veraniega de segunda residencia. **C)** Vista al este con lote privado. **D)** Vista del predio con frente lotificado.

A continuación, se describen las colindancias inmediatas del predio:

- **Norte:** Colinda con departamentos y lotes privados.
- **Sur:** Colinda con viviendas veraniegas de segunda residencia.
- **Este:** Colinda con lotes privados.
- **Oeste:** Colinda con lotes privados.

I.8 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Esta es una obra nueva que contempla la construcción de infraestructura inmobiliaria para el establecimiento de una vivienda de segunda residencia. La estrategia en este ramo es de gran impacto ya que su promoción, además de mejorar la calidad de vida de la población, promueve la industria de

la construcción, que tiene un alto nivel de encadenamientos con sectores productivos del Estado, por lo que la activación de la construcción contribuirá al desarrollo económico local, generando durante las diferentes etapas del proyecto fuentes de ingreso y empleo, beneficiando a pobladores de la zona.

El proyecto consiste en la edificación de una vivienda unifamiliar de tres niveles y una planta baja, que contemplan entre sus obras, un estacionamiento, sala/comedor, cocina, cuarto de lavado, estancia, terrazas, alacena, recámaras y cuarto de servicios, así como baños en cada planta y bardas perimetrales. La vivienda contará con servicios urbanos, como es el suministro de energía eléctrica, internet, teléfono, recoja de residuos sólidos urbanos, etc.

Las obras constructivas abarcarán un área total de afectación de 314.98 m^2 (69.99%), y contarán con cimentación de mampostería entrañada a dos caras, cadena de cimentación, paredes de blocks, losa de vigueta y bovedilla, concreto para pisos y techo. Por su parte, las obras que seguirán siendo permeables como el área conservación ocupará una superficie de 135.08 m^2 (30.01 %), tal como se ha mencionado con anterioridad estas no serán selladas, por lo que seguirán prestando servicios ambientales.

Para el tratamiento de sus aguas residuales, el proyecto contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales modelo **SITAR DLD14**, con el cual se pretende dar un tratamiento adecuado a las aguas que se generen durante la operación del proyecto (ver ficha descriptiva en **Anexo 7**).

I.9 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO

El presente proyecto se pretende desarrollar en un periodo máximo de 36 meses (tres años), los cuales estarán divididos en tres diferentes etapas: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

En cuanto a la vida útil del proyecto se considera indefinido, puesto que se pretende que la infraestructura sea utilizada a través de los años. De hecho, con un mantenimiento periódico y una inversión menor del promovente, se espera que dicha infraestructura permanezca por un largo periodo de tiempo, preservándolo como integrantes permanentes del paisaje local.

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt con la calendarización de todo el proyecto, desglosado por etapas:

Tabla I.5. Programa general de trabajo.

PERIODO	AÑOS	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3											
	SEMESTRES	1						2						3						4						5						6					
	MESES	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
ETAPAS	ACTIVIDADES																																				
PREPARACIÓN DEL SITIO	Trámites legales con la autoridad																																				
	Capacitación al personal																																				
	Supervisión ambiental																																				
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre																																				
	Limpieza del terreno																																				
	Delimitación de áreas de conservación y áreas verdes																																				
	Instalación de almacén temporal																																				
CONSTRUCCIÓN	Excavación y relleno																																				
	Trazo y nivelación																																				
	Cimentación de vivienda																																				
	Instalación de pilotes en planta baja																																				
	Edificación de nivel en primera planta																																				
	Edificación de nivel en segunda planta																																				
	Edificación de nivel en tercera planta																																				
	Instalación hidráulica y sanitaria																																				
	Instalaciones eléctricas																																				
	Acabados																																				
	Instalación de obras de señalización y jardinería																																				
	Reforestación de áreas con especies nativas																																				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento general de instalaciones	Durante la vida útil del proyecto																																			
	Mantenimiento de áreas verdes Desmantelamiento de almacén temporal																																				
	Almacenamiento temporal y traslado de residuos al relleno sanitario																																				
	Limpieza final de obras																																				

*No se pretende realizar el desmantelamiento ni abandono del mismo.

Durante la etapa de construcción, no se prevé la ejecución de obras provisionales, considerando únicamente la posibilidad de renta de letrinas portátiles en tanto se habilita por completo los servicios sanitarios. Para el resguardo de la maquinaria, equipos, materiales y herramientas durante la construcción, se utilizará un almacén temporal.

Las actividades darán inicio una vez que se cuente con las autorizaciones correspondientes (para este caso, autorización en materia de impacto ambiental). Dichos trabajos serán progresivos conforme al avance de las actividades, facilitando de tal manera la consecución de recursos que permitan concluir sus etapas en el tiempo establecido.

Estudio de campo y gabinete

Debido a que es una obra que generará impactos al ambiente, es importante indicar que para el proyecto se aplicarán una serie de procedimientos que permitirán prevenir o minimizarlos (**Anexo 5**):

- Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.
- Procedimiento para el manejo de residuos peligrosos.
- Procedimiento de supervisión ambiental.

Para el presente proyecto se elaboraron distintos programas para su ejecución, en el **Anexo 6** se incluyen los siguientes programas:

- Programa de acción para la protección de la fauna silvestre.
- Programa de reforestación de duna costera con vegetación nativa.

I.9.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

Descripción de obras y actividades provisionales

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

Bodega. Se construirá una bodega con material fácilmente removible (madera y láminas de cartón), en la cual se almacenarán herramientas y materiales que serán utilizados durante las primeras dos etapas del proyecto. Se destinará un extremo de la bodega, con un volado de lámina de cartón, para la disposición temporal de los residuos. En este sitio se contará con los contenedores debidamente rotulados según la naturaleza de los residuos a almacenar.

Instalaciones sanitarias provisionales. Durante las primeras etapas del proyecto, preparación del sitio y construcción, se instalarán letrinas portátiles provisionales de acuerdo al número de empleados que se distribuyan en el área. La empresa proveedora del servicio será la responsable de darle el mantenimiento necesario y verter a un sitio adecuado las aguas generadas.

PERSONAL REQUERIDO

En esta etapa será necesaria la contratación de 10 personas para que lleven a cabo las primeras actividades de preparación del sitio (limpieza, poda y remoción de vegetación herbácea), así como las actividades de instalación de la bodega, trabajos de trazo y delimitación de áreas. El personal laborará en un horario de 8:00 a 16:00 horas de lunes a viernes, en tanto que los sábados tendrán un horario de 8:00 a 14:00 horas. Los domingos se prevé que no habrá labores en el sitio.

Tabla I.6. Requerimiento general de personal durante la preparación del sitio del proyecto.

PERSONAL	CANTIDAD	TIPO DE CONTRATACIÓN
Ingeniero	1	Temporal
Obrero de limpieza	7	Temporal
Operador de maquinaria	1	Temporal
Topógrafos	2	Temporal

Rescate selectivo de flora nativa

Para el presente apartado es importante indicar que actualmente el predio adquirido por el promovente se encuentra modificado por la urbanización de áreas a través del resolutivo con no. de oficio 726.4/UGA-1758/002800 (ver anexo 09), es decir, el propietario adquirió a través de compra-venta un lote de vivienda que presenta modificaciones como la remoción previa de vegetación natural y delimitación del lote. De manera que como parte de las medidas o acciones propuestas por el proyecto se pretende implementar un Programa de reforestación de duna costera con vegetación nativa.

Acciones para ahuyentar o rescatar la fauna silvestre

De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal se llevarán a cabo acciones para ahuyentar la fauna silvestre presente en las áreas a afectar, así como para rescatar aquella de lento desplazamiento incapaces de salir por sus propios medios de las áreas de intervención.

Las estrategias, métodos y técnicas para ahuyentar la fauna o rescatarla se encuentra descritas en la propuesta del programa de rescate y reubicación de especies de fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat (**anexo 6B**).

I.9.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

El proyecto contempla una vivienda unifamiliar de carácter residencial, diseñada para aprovechar las condiciones climáticas y ambientales propias de una zona costera. La solución arquitectónica deberá privilegiar la ventilación natural, iluminación, protección solar, vistas hacia el entorno y durabilidad de los materiales ante exposición a humedad, salinidad y vientos.

La descripción que se presenta a continuación de las obras civiles a realizar en este proyecto, es la que se usa en general en el proceso de construcción de casas habitación:

Excavación, relleno, nivelación y compactación

Se realizará una excavación en la arena para la colocación de los cimientos y zapatas necesarios para la construcción. Todo el resultado de la excavación será utilizado para la nivelación del terreno en el área destinada a la cimentación.

La nivelación se realizará en primera instancia con el trazo topográfico para calcular los niveles que serán dispuestos en el sitio, procediendo a la colocación del material de relleno que sea necesario para nivelar el terreno en las zonas que así lo requieran. Para concluir con la nivelación, será necesaria la compactación en algunas áreas del sitio de construcción, lo cual se ejecutará humedeciendo el terreno y adicionando el material sobrante de la excavación para la compactación, utilizando maquinaria especializada para compactar este material, formando un terraplén que incluye base y sub-base de grava controlada al 85% y 100% respectivamente.

Cimentación y edificación

Las cimentaciones y edificaciones se realizarán conforme a los planos arquitectónicos y considerando las características estratigráficas y físicas del subsuelo, en particular la existencia superficial de materiales de baja compresibilidad.

La planta baja se plantea elevada sobre pilotes de concreto armado, cuya cantidad, diámetro, profundidad, separación y capacidad de carga deberán determinarse mediante estudio de mecánica de suelos y cálculo estructural. Los pilotes deberán ejecutarse con concreto y acero de refuerzo especificados por el proyecto estructural, considerando particularmente las condiciones de suelo y exposición permanente o eventual a humedad y ambiente marino.

Sobre los pilotes se dispondrá un sistema de trabes de cimentación y/o cabezales de concreto armado, formando una estructura rígida capaz de recibir las cargas de las columnas y de los niveles superiores.

La cimentación de las plantas baja y segunda planta será realizada de mampostería entrañada a dos caras, cadena de cimentación, muros de blocks, losa de vigueta y bovedilla, concreto para pisos y techo. La cimentación, que estará basada en un sistema de mampostería, tendrá la función principal de transmitir las cargas de la estructura al terreno de manera uniforme y así evitar al máximo la posible ocurrencia de asentamientos diferenciales en el área de desplante, por otro lado las cadenas funcionarán como elementos rigidizantes y absorberán los momentos que se presenten en la base de las columnas ante cargas laterales, así como los muros de block, y losa de vigueta y bovedilla, concreto para pisos y techo. Los principales materiales que son requeridos para las cimentaciones y las edificaciones serán de concreto, cerámica comercial, concreto escobillado fino, pasta tipo Corev, y block de concreto.

La estructura para la conformación de la casa se establecerá por medio del levantamiento de muros cargadores y de relleno de block de concreto vibroprensado, con castillos de concreto armado con armex. Las puertas y ventanas tendrán cerramientos no cargadores y los muros serán enrasados en su corona con mortero cemento-arena. Los firmes de la construcción serán de concreto, mientras que

el recubrimiento de piso será de loseta de cerámica y el de muros interiores podrá ser de recubrimientos pétreos en zonas húmedas.

Los muros exteriores deberán recibir un sistema de acabado adecuado para ambientes costeros. Se utilizarán materiales resistentes a la humedad y salinidad, evitando soluciones excesivamente porosas o materiales metálicos sin protección adecuada.

Los muros interiores podrán recibir aplanado de mortero cemento-arena, acabado fino, pintura acrílica y recubrimientos específicamente formulados para alta humedad, radiación UV y ambiente salino.

La composición de las fachadas deberá considerar la incidencia solar y vientos dominantes y se incorporarán celosías, terrazas cubiertas, volados y otros elementos de sombra.

Instalación eléctrica

Toda la instalación eléctrica del proyecto se hará oculta por pisos, muros y plafones, instalada con el poliducto naranja cable de cobre tipo THW, así como con cajas y registros de plástico, placas, contactos y apagadores. La alimentación para el sistema eléctrico se solicitará a la Comisión Federal de Electricidad un voltaje de 220 voltios que será a base de una acomedida eléctrica bifásica la cual se transmitirá con tubería Conduit pesada hacia los tableros de la casa.

Instalación hidráulica

Todas las instalaciones hidrosanitarias serán ocultas. Incluirá la instalación en toda la residencia de la red de distribución desde la toma principal de aprovechamiento a todos los accesorios que utilicen agua. Estas se realizarán con PVC de alta densidad o HDPE.

Acabados

Los acabados de paredes se realizarán de manera manual y según las especificaciones de textura que el diseño arquitectónico indique, de tal manera que las paredes tanto internas como externas de la casa, estén listas para su acabado final. De igual manera se realizará la instalación de puertas, tanto internas como de exterior, mismas que serán reforzadas por protectores.

Ventanas y cancelería

La cancelería exterior deberá ser de aluminio con acabado de alta resistencia para ambiente marino, PVC u otro material apropiado.

Los vidrios deberán seleccionarse de acuerdo con las dimensiones de los claros, orientación solar, requerimientos térmicos y de seguridad.

En grandes ventanales y canceles hacia terrazas se recomienda considerar vidrio de seguridad y sistemas de protección adecuados.

Los herrajes, tornillería y accesorios expuestos al exterior serán resistentes a la corrosión, preferentemente de acero inoxidable de calidad apropiada para ambiente marino.

Impermeabilización

La impermeabilización será un elemento fundamental del proyecto debido a la exposición a humedad, lluvias y ambiente costero. Se deberán impermeabilizar, como mínimo: Azoteas, terrazas, balcones, áreas de regaderas, jardineras integradas a la construcción, elementos donde exista contacto permanente o eventual con agua.

Las superficies deberán contar con preparación adecuada, pendientes y bajantes antes de colocar el sistema impermeable.
A continuación, se presenta el listado de los materiales requeridos para la etapa de construcción y su aproximado a utilizar:

Tabla I.7. Materiales aproximados a utilizar en la construcción del proyecto.

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD
Cemento gris maya		Sco	2002
Cemento blanco 50 kgs.		Sco	34
Cal hidratada (saco de 25 kg)		Sco	1934
Agua.		M^3	106
Andamio normal de 2.00 mts		Dia	28
Polvo de piedra en bolsa de rafia		M^3	300
Grava 3/4".		M^3	200
Piedra de hilada (50 pzas x m3) aprox.		M^3	40
Varilla 3/8"		Ml	294
Varilla 1/2"		Pza	4
Varilla 3/4"		Ton	0.1442
Armex 15x15-4		Ml	553
Malla electrosoldada 6x6/10-10.		M^2	1438
Clavo de 1" normal		Kg	112
Clavo de 1 1/2" normal		Kg	10
Clavo de 2 1/2" normal		Kg	586
Alambron 1/4"		Kg	1082
Alambre recocido		Kg	316
Filo de segueta		Pza	162
Diesel		Lt	639
Block de 15 x 20 x 40 cm		Pza	13138
Bovedilla 15 x 25 x 56 cm		Pza	4367
Vigueta 12-5		Ml	1134
Alambre galvanizado no. 14.		Kg	26

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD
Tablas de madera		M^2	56

Instalación sanitaria

La instalación sanitaria conducirá las aguas residuales hacia el sistema autorizado para el predio conforme a la normatividad y condiciones locales. Se deberán prever registros sanitarios accesibles y ventilación de las bajadas. Los baños contarán con pendientes adecuadas, coladeras y sistemas de impermeabilización bajo los acabados.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Para el tratamiento de aguas residuales durante la etapa operativa, se utilizará un sistema de tratamiento SITAR DLD14 con capacidad de 1,300 L al día, el cual les dará un tratamiento a las aguas, a fin de que cumplan con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”. La instalación sanitaria será subterránea y se instalará con tuberías y accesorios de PVC sanitario, descargando al sistema.

PERSONAL REQUERIDO

Para llevar a cabo el proyecto se requerirá de personal diverso para el desarrollo de las distintas actividades. Por lo que este generará más de 16 empleos directos (personal que labora en obra) y aproximadamente 10 empleos indirectos (proveedores y contratistas). Los puestos que desempeñará el personal empleado directamente en la obra, son los siguientes:

Tabla I.8. Requerimiento general de personal durante la construcción del proyecto.

PERSONAL	CANTIDAD	TIPO DE CONTRATACIÓN
Ingeniero	1	Temporal
Superintendente de obra	1	Temporal
Encargado de seguridad y medio ambiente	1	Temporal
Guardia de seguridad	1	Temporal
Maestro albañil	1	Temporal
Ayudantes generales	5	Temporal
Electricistas	1	Temporal
Herrero	1	Temporal
Carpinteros	2	Temporal
Pintores	2	Temporal

Este personal laborará en un horario de 8:00 a 16:00 horas de lunes a viernes, en tanto que los sábados tendrán un horario de 8:00 a 14:00 horas. Los domingos se prevé que no habrá labores en el sitio.

Los contratistas y proveedores serán principalmente para instalaciones, traslado de materiales, etc.

I.9.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez que la casa haya sido habitada, las actividades de mantenimiento de la misma son responsabilidad del propietario de ésta, por lo que no se presenta un programa específico para el mantenimiento y estas instalaciones ya que se asume será suministrado cada vez que el propietario considere que lo requiera. Las principales actividades para la operación y mantenimiento propuestas por el propietario, se detallan a continuación:

Hospedaje y alimentación. Durante la temporada vacacional y durante todo el año, es posible que se efectúe la estancia de la promovente y su familia en esta zona costera, ya que el fin de este proyecto es que sea una casa habitación que sirva como sitio de descanso. Se contemplan igual actividades cotidianas, tales como preparación de alimentos, uso de sanitarios, uso de servicios de aseo, áreas de recreo y de descanso.
Limpieza. Periódicamente se realizará el servicio de limpieza de la casa y la limpieza de todas las áreas que conforman el proyecto.

Mantenimiento de las instalaciones. Se efectuarán mantenimientos periódicos del lugar, así como a todas las áreas de servicios en lo relativo a los servicios sanitarios y suministro de energía.

PERSONAL REQUERIDO

Se estima que durante la operación de la vivienda será necesaria la contratación de 4 personas para el mantenimiento preventivo, limpieza y vigilancia.

Tabla I.9. Requerimiento general de personal durante la operación del proyecto.

PERSONAL	CANTIDAD	TIPO DE CONTRATACIÓN
Limpieza de vivienda	1	Temporal
Jardinería	1	Temporal
Mantenimiento de la casa	2	Temporal

I.9.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS

El proyecto no contempla la implementación de obras asociadas con el mismo.

I.9.5 CIERRE Y ABANDONO DEL SITIO

No se presenta un **programa de cierre y abandono del sitio** debido a que, por su naturaleza, la vida útil del proyecto es indefinida. De hecho, la infraestructura con la que contará el proyecto, llevarán un mantenimiento adecuado y una inversión menor con los cuales el usuario podrá mantener por tiempo indefinido cada uno de estos.

I.9.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS LIQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

En cuanto a la generación y manejo de residuos, así como su disposición final, estos podrán almacenarse temporalmente en los sitios designados para ello. El área de almacenamiento deberá estar techada o cubierta para evitar el contacto directo con el agua de escorrentía superficial. Si se utilizan recipientes para el almacenamiento temporal, estos deberán poder cerrarse herméticamente para evitar el derrame, penetración de agua y proliferación de plagas.

En cuanto a la generación de **residuos sólidos no peligrosos** se tienen los siguientes datos:

Tabla I.10. Residuos sólidos no peligrosos y peligrosos generados durante las diferentes etapas del proyecto.

ETAPA	TIPO DE RESIDUO	MANEJO Y FORMA DE ALMACENAMIENTO	MÉTODOS DE DISPOSICIÓN FINAL
PREPARACIÓN DE SITIO	Material de limpieza del sitio, el cual estará conformado por hierbas, pasto, material edáfico.	Se utilizará parte del residuo para compensar aquellas áreas que así lo requieran para rellenar.	• Conformación de áreas (Áreas de conservación y áreas ajardinadas). • Disposición en sitio autorizado.
	Residuos sólidos urbanos, correspondientes a los desechos de comida y envolturas de alimentos o envases de plástico de las bebidas que ingieran los trabajadores.	Se colocarán en tambos que estarán correctamente identificados.	• Serán recolectados y llevados al sitio de disposición final por una empresa contratada para este fin.
CONSTRUCCIÓN	Residuos sólidos de manejo especial en pocas cantidades, como bolsas de papel, madera, alambre, varillas, etc.	Se colocarán en tambos que estarán debidamente identificados.	•Enviadas a empresas recicladoras dependiendo de los volúmenes generados. •El promovente podrá retirarlo y utilizarlo para otras obras. •Sitio de disposición final.
	Residuos sólidos urbanos, correspondientes a los desechos de comida y envolturas de alimentos o envases de debidas generadas por trabajadores.	Se colocarán en tambos que estarán debidamente identificados.	•Serán recolectados y llevados al sitio de disposición final por una empresa contratada para este fin.
	Los residuos sólidos urbanos generados durante la operación del complejo, son de carácter y de origen doméstico (restos de comida, papel, envases) derivada del	Se colocarán en contenedores de diferente capacidad en las instalaciones y se llevará a cabo la separación de los residuos orgánicos, inorgánicos y	•Serán recolectados y llevados al sitio de disposición final por una empresa contratada para este fin.

ETAPA	TIPO DE RESIDUO	MANEJO Y FORMA DE ALMACENAMIENTO	MÉTODOS DE DISPOSICIÓN FINAL
	consumo de productos alimenticios, limpieza e higiene; así como por el desarrollo de las actividades administrativas, cocina, comedor y de los sanitarios.	reciclables.	
	Residuos de manejo especial como: desperdicio de cartón, embalajes, maderas, etc.	Se colocarán en contenedores específicos para estos residuos.	• Para residuos como es el caso del cartón puede ser recolectados por empresas recicladoras o bien se pueden ser llevados al sitio d disposición final, dependiendo de los volúmenes generados.
	Residuos peligrosos que puedan generarse por los materiales, muestras, empaques impregnados, envases de aceite, trapos impregnados etc.	Se depositarán en tambos metálicos debidamente rotulados. Asimismo, se contará con un almacén de residuos peligrosos para almacenar dichos tambos hasta su recolección.	•Se entregarán mediante un manifestó de entrega y recepción de residuos peligrosos a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para la recolección y tratamiento de dichos residuos.

Como se ha mencionado durante la etapa de preparación de sitio y construcción, no se pretende generar residuos peligrosos. Sin embargo, en el caso de producirse este tipo de residuos por parte de la empresa promovente, se procederá conforme al Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Ver **Anexo 5** de este documento).

Residuos líquidos:

Tabla I.11. Generación de aguas residuales.

ETAPA	FUENTE EMISORA	CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS QUE SE GENERAN	CUERPO RECEPTOR FINAL
PREPARACIÓN	Proveniente de los	Sólidos	•Limpieza de los baños

DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	servicios sanitarios (letrinas) del personal que se empleará en la obra.	sedimentables	portátiles mediante una empresa autorizada que presta el servicio.
OPERACIÓN	Generación de aguas residuales provenientes de la cocina, lavandería y sanitarios de la casa.	Agua residual con alta de materia orgánica.	• Primeramente, se enviará a un sistema de tratamiento SITAR DLD14 que se establecerán en el predio. En cuanto a las aguas tratadas por el SITAR DLD14, debido a las condiciones del terreno se propone para la descarga del efluente en un pozo de infiltración, tal y como lo propone el distribuidor de dicho equipo.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera que se generarán durante la realización del proyecto se tienen las siguientes:

Tabla I.12. Generación de emisiones a la atmósfera.

ETAPA	TIPO DE EMISIÓN	FUENTE DE GENERACIÓN	NÚMERO DE HORAS DE EMISIÓN POR DÍA Y SU PERIODICIDAD.
PREPARACIÓN DE SITIOS Y CONSTRUCCIÓN	Sólidos suspendidos (polvo)	Producto de las actividades de limpieza y despalme del sitio; así como por el tránsito de vehículos y maquinaria y por el acarreo de materiales granulares en camiones de volteo.	6 hrs / día de manera periódica
	Gases de combustión	Generados por la combustión de gasolina y diésel utilizados por la maquinaria y equipo: así como también provenientes de los escapes de los vehículos del contratista, etc.	8 hrs /día de manera continua
	Ruido	Producido tanto por la maquinaria y el equipo de construcción, así como por los camiones transportadores de material	6 hrs / día de manera periódica|

Generación de energía para el desarrollo

Energía eléctrica

La alimentación para el sistema eléctrico se solicitará a la Comisión Federal de Electricidad un voltaje de 220 voltios que será a base de una acomedida eléctrica bifásica la cual se transmitirá con tubería Conduit pesada hacia los tableros de la casa.

Las luminarias tanto de exteriores como dentro de la casa deberán ser eficientes energéticamente, ya sea de tecnología LED, plasma o similar, y su diseño y distribución evitará la contaminación lumínica procurando el confort tanto de los usuarios como del hábitat que se interviene.

Combustibles

Los vehículos cargarán directamente en la estación de servicio. Este traslado se realizará en camiones o camionetas propiedad de las compañías constructoras conforme se requiera, ya que no se

almacenará combustible en el área del proyecto. Los combustibles requeridos son particularmente diésel para maquinaria pesada y gasolina sin plomo para vehículos ligeros.

Tabla I.13. Consumo de combustibles previstos durante el proyecto.

MAQUINARIA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (l/hr)	CONSUMO DIARIO * (l/hr)
Camión de volteo	18	144
Aplanadora (compactador)	3	24
Motoconformadora	17	136
Camioneta	4	32

*En ocho horas continuas de trabajo.

No se proyecta el almacenaje de aceites y lubricantes en obra, ya que serán adquiridos conforme se requieran. El mantenimiento de la maquinaria se realizará en talleres particulares fuera del sitio de operación. En casos de fuerza mayor, las reparaciones en campo considerarán las medidas necesarias para evitar derrames y la consecuente contaminación del suelo.

I.9.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

A continuación, se describe la infraestructura con la que se contará para el manejo y disposición de los residuos:

Tabla I.14. Infraestructura y control de las generaciones que se realizarán por el proyecto.

ETAPA	INFRAESTRUCTURA/CONTROL REQUERIDO
Manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos	
Preparación de sitio y construcción	Los residuos producto de las actividades de limpieza y despalme durante la preparación del sitio; se utilizarán para la conformación de otras áreas de la obra; el sobrante se llevará a un sitio de disposición final. Los restos de material de banco (polvo y grava, piedras del sitio) serán utilizados para relleno en las áreas del terreno que lo ameriten. Estos residuos se mantendrán temporalmente en contenedores o sacos y se dispondrán en un área específica en que no afecte los trabajos. Previo a la entrega y ocupación de la infraestructura, se retirarán todas las instalaciones provisionales, se realizará la limpieza y se retirarán todos los materiales sobrantes. Los residuos urbanos generados; serán transportados y dispuestos por empresas autorizadas y contratadas para dichos fines.

ETAPA	INFRAESTRUCTURA/CONTROL REQUERIDO
	En el caso de los residuos de manejo especial que se generarán durante la construcción, se utilizarán como rellenos de la obra, y en caso de que sobren se llevará a empresas recicladoras o en el sitio de disposición final autorizando, dependiendo de los volúmenes generados.
Operación	Los residuos sólidos urbanos generados, se entregarán a una empresa autorizada para la recolección de estos residuos, y su disposición final será al sitio donde indique la autoridad correspondiente. En el caso de los residuos de manejo especial que se generarán en cantidades bajas, cuando se generé una cantidad considerable serán llevados a empresas recicladoras o al sitio de disposición final.
Manejo y disposición de residuos sólidos peligrosos	
Preparación de sitio y construcción	Si se llegarán a generar por las maquinarias y equipos, dichos residuos serán responsabilidad de la empresa arrendadora del servicio; sin embargo, en caso de que se generen por parte del promovente del proyecto se contará con contenedores únicamente para este tipo de residuos y serán resguardados en un almacén temporal hasta la recolección de una empresa autorizada para este tipo de residuos.
Operación	Durante la operación no se manejarán o harán uso de residuos peligrosos. Las pinturas, solventes o cualquier sustancia que se requiera para el mantenimiento serán manejada únicamente por el personal contratado para llevar dichas acciones.
Manejo y disposición de aguas residuales	
Preparación de sitio y construcción	Se contará con baños portátiles; los cuales contarán con el servicio de mantenimiento por parte de una empresa autorizada que presta el servicio de los baños portátiles.
Operación	Las aguas residuales generadas durante la etapa de operación se irán a un sistema de tratamiento SITAR DLD14.
Control para la minimización de emisiones a la atmósfera	
Preparación de sitio y construcción	En el caso de los sólidos suspendidos por maquinaria; así como por el tránsito de vehículos y por el acarreo de materiales en los camiones de volteo; se deberá mantener húmedo el suelo, mediante el riego con pipas, además de que se cubrirán con lonas las cajas de los camiones, siempre y cuando transiten materiales, esto para evitar la emisión de partículas suspendidas. Se verificará previo al contrato de servicios, que los equipos y maquinarias estén en condiciones adecuadas, y se verifique su estado de manera frecuente.

CAPÍTULO

II

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

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.....1

II.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS..1

II.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETGT).....1

II.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMyRGMyMC).....9

II.1.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DE YUCATÁN (POETY, DECRETO 692/2023).....26

II.1.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DE YUCATÁN (POETCY).....43

II.2 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES O DEL CENTRO DE POBLACIÓN.....44

II.2.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.....44

II.2.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE YUCATÁN.....45

II.2.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....47

II.3 LEYES Y REGLAMENTOS.....48

II.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).....48

II.3.2. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....54

II.3.3. LEY DE AGUAS NACIONALES.....55

II.3.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.....56

II.3.5. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 57

II.3.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....59

II.3.7. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.....60

II.3.8. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA.....61

II.3.9. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.....62

II.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS......64
II.4.1. EN MATERIA DE AGUA.....64
II.4.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....64
II.4.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.....65
II.4.4. EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA.....66
II.5. DECRETOS REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....66
II.5.1. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP´s).....66
II.5.2. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP´s).....67
II.5.3. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP´s)......69
II.5.4. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)....70
II.5.5. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM)......71

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

A continuación, se realiza una identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto con la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez legal y establecer su correspondencia y vinculación con los mismos.

En virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con los Programas de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, así como las Leyes y Normas aplicables de competencia federal, estatal y municipal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental de la propuesta.

De esta manera, se prevé que, a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

II.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS

II.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Tal y como se señala en su texto, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el viernes 7 de septiembre de 2012, esté instrumento; no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

El POEGT está integrado por una regionalización ecológica, en la cual se identifican las áreas de atención prioritaria y así como las de aptitud sectorial; además de los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a cada regionalización.

El proyecto denominado **Construcción y operación de una vivienda de playa CASA JB**, se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) específicamente en la UGA denominada UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo de la Región Ecológica 17.33, tal como se puede observar en la siguiente figura:

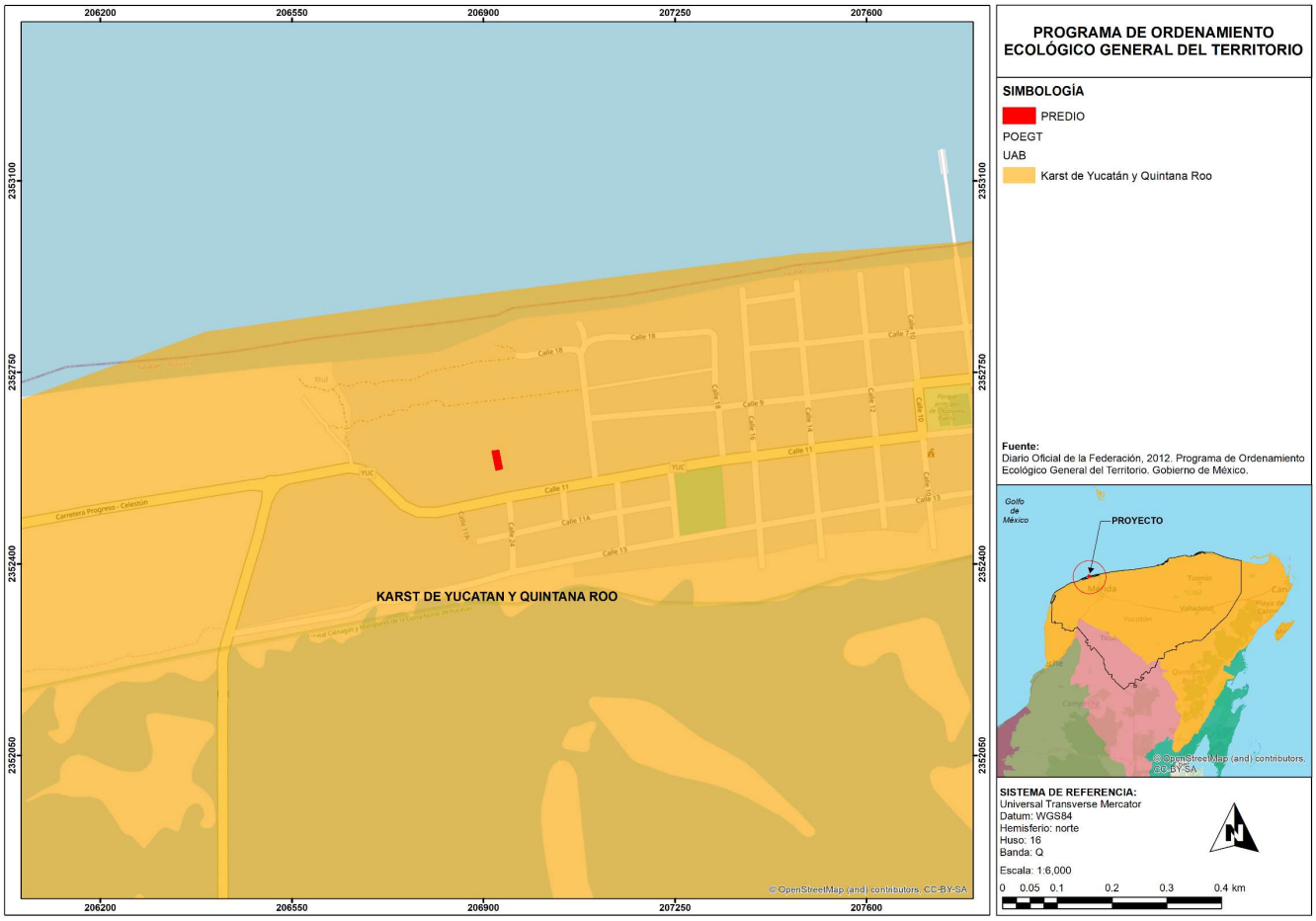


Figura II.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla II.1. Características de la Región Ecológica.

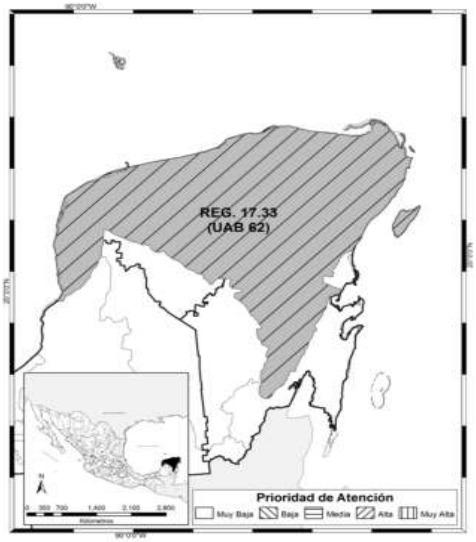
<table>
<tr><td rowspan="2">
</td><td colspan="3">REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:
62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.</td></tr>
<tr><td></td><td>Superficie en Km²:
59,542.35 Km²</td><td>Población Total:
2,982,494 hab</td><td>Población indígena: Maya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP' s. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab / km²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Escenario al 2033: Inestable a crítico.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Política ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Prioridad de atención: Alta.</td></tr>
</table>

Tabla II.2. Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
62	Preservación de Flora y Fauna- Turismo	Desarrollo Social-Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

Tabla II.3. Estrategias sectoriales de la **UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo**.

ESTRATEGIA. UAB 62	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.	
A) PRESERVACIÓN	
Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. ***Vinculación:*** *El proyecto denominado* ***Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB****, promueve la conservación de ecosistemas y su biodiversidad a través de la permanencia de áreas de conservación, las cuales mantendrá suelo natural y vegetación nativa; así mismo a través del proyecto se implementará un Programa de acción para la Protección de la Fauna Silvestre (****Anexo 6****) por lo que se seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia para la región.* **Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.** ***Vinculación:*** *A pesar de que en el área de estudio se registran especies catalogadas en la* ***NOM-059-SEMARNAT-2010*** *bajo alguna categoría de riesgo; dichas especies no se verán afectadas ya que se llevará a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados por dicha obra, como son el diseño y aplicación de programas de acción para la protección de la protección de la fauna silvestre (Ver* ***Anexo 6*** *de este estudio) en cuanto a las especies de flora no se obtuvo registro de alguna especie catalogada en la NOM.* **Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad**. ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio se revelan datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida, impulsando al conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.*	
B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. ***Vinculación:*** *No aplica la presente estrategia; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí, pretende llevar a cabo la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB.* **Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.** ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto; ya que <u>NO</u> se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto.* **Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB, el cual NO consiste ni pretende el establecimiento de obras hidroagrícolas, así como tampoco pretende emplear superficies para riego.* **Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.**	

ESTRATEGIA. UAB 62
Vinculación: *No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de los recursos forestales, se refiere a la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB.* **Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.** ***Vinculación:*** *Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por el establecimiento del proyecto. Como producto del análisis anterior se puede afirmar que las afectaciones de los servicios ambientales por el proyecto serán mínimos. Por otra parte, el proyecto mantendrá un porcentaje del 30% como área de conservación; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.*
C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. ***Vinculación:*** *El proyecto, resaltando la importancia de la captación de agua en cantidad y calidad promueve la permanencia del 30% de la totalidad del predio como área de conservación, las cuales contribuirán a la captación del agua y la purificación de la misma, coadyuvando a su vez al equilibrio dinámico dentro del acuífero en donde se encuentra inmerso el proyecto. Asimismo, aplicará una serie de medidas de mitigación para proteger y conservar el acuífero en la región, tales como actividades de rescate y reubicación de especies vegetales, construcción de terrazas y cunetas para minimizar los efectos de escurrimientos temporales, promoviendo la captación de agua y minimizando la erosión del suelo en la región.* **Estrategia 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB.* **Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.** ***Vinculación:*** *No aplica, la ubicación del proyecto y la zona donde pretende realizarse no cuenta con presas.* **Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.** ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta; ya que el proyecto se implementará en una zona donde actualmente se ha realizado la modificación del paisaje natural, sin embargo, para dar cumplimiento a los objetivos de dicha estrategia, se pretenden mantener superficies con vegetación nativa (30% de la totalidad del terreno como área de conservación) que contribuyan a la protección de los ecosistemas de la región.* **Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB, donde NO se llevarán a cabo actividades de tipo agrícolas que*

ESTRATEGIA. UAB 62	
impliquen el uso de agroquímicos.	
D) Restauración	
Estrategia 14. **Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.** ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta; sin embargo, se llevará a cabo la labranza de conservación que consistirá en dispersar residuos vegetales picados y triturados en las áreas expuestas y en donde se llevará a cabo la reubicación con plantas rescatadas con la finalidad de proteger y conservar el suelo y agua de la región.*	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	
Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. ***Vinculación:*** *Aunque no es objetivo del proyecto rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo, se fomenta el turismo residencial, pues el objetivo de construir viviendas de segunda residencia es la prestación del servicio de alojamiento exclusivo de los particulares y familiares principalmente en épocas vacacionales creando un aumento en el turismo y demanda de servicios cercanos.* **Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.** ***Vinculación:*** *El proyecto pretende fomentar el turismo residencial a través de los servicios de calidad que ofrecerá a visitantes (particulares y familiares) en épocas vacacionales, favoreciendo al desarrollo en la zona y a nivel regional, mediante el consumo de alimentos y requerimiento de servicios adicionales durante la estancia de los particulares.* **Estrategia 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).** ***Vinculación:*** *Aunque no es de su competencia el realizar dichas estrategias para sostener y diversificar la demanda turística, se cumple con lo antes referido, pues a través de la estancia de los particulares, se contará con mejores relaciones de consumo-beneficio, además de que se ofrecerán servicios de calidad a los particulares, también se ofrecerán empleos temporales al momento de construir la vivienda y empleos permanentes una vez que este comience con su operación, pues se requerirá de personal doméstico para mantenimiento de la casa, generando una derrama económica local.*	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.	
A) Suelo urbano y vivienda	
Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	

ESTRATEGIA. UAB 62
Vinculación: *Mediante la construcción de la obra se pretende mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de la zona, de manera que la población local tenga la posibilidad de adquirir un terreno con servicios básicos que le permitan mejorar sus condiciones de vida.*
C) Agua y saneamiento
Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
Vinculación: *El proyecto pretende contar con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales previo a su descarga, por lo que no requerirá de nuevos servicios de alcantarillado; en cuanto al agua potable esta será adquirida a través de pipas y reservada en una cisterna para su uso doméstico, generando un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*
E) Desarrollo social
Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica, ya que no se pretende implementar un proyecto agroalimentario. El proyecto corresponde a la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB que pretenden fomentar el turismo residencial a través de los servicios de calidad que ofrecerá exclusivamente a los particulares y sus familiares.* **Estrategia 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.** ***Vinculación:*** *No aplica debido a que no es un proyecto agrícola; este corresponde a la Construcción y Operación de una Vivienda de Playa Casa JB.* **Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.** ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta, sin embargo, el proyecto generará fuentes de empleo temporal y permanente en beneficio de los habitantes locales, contribuyendo a la mejora en la economía y a la calidad de vida de la población.* **Estrategia 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.** ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto. Sin embargo, los empleos que pudieran generarse promoverán hacia los trabajadores el uso de los servicios de salud.* **Estrategia 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.** ***Vinculación:*** *No aplica, ya que el proyecto se refiere a la construcción de una vivienda veraniega*

ESTRATEGIA. UAB 62	
de segunda residencia denominada Casa JB. **Estrategia 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.** ***Vinculación:*** *No aplica, ya que el proyecto se refiere a la construcción de una vivienda veraniega de segunda residencia denominada Casa JB.*	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
Estrategia 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. ***Vinculación:*** *El presente proyecto asegurará el respeto a los derechos de propiedad rural, al desarrollarse en predios que son propiedad privada.*	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
Estrategia 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. ***Vinculación:*** *No es objetivo del proyecto el realizar acciones relacionadas con la agricultura, sin embargo, pretende impulsar las actividades turísticas al construir una obra de viviendas veraniegas para uso en épocas vacacionales.* **Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.** ***Vinculación:*** *No es competencia del proyecto dar cumplimiento a tales acciones. Sin embargo, cabe señalar que el área que ocupa el proyecto ha sido objeto de ordenamiento territorial estatal (POETY y POETCY), por lo que se puede revisar la vinculación del proyecto con los programas de ordenamiento estatal y municipal.*	

II.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMyRGMyMC).

El POEMyRGMyMC, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la

marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El proyecto se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC), específicamente se encuentra inmerso dentro de la **UGA # 96 PROGRESO**. A continuación, se presentan las características de las UGA, las políticas y los criterios ambientales aplicables al proyecto:

Tabla II.4. Estrategias sectoriales de la UAB 96. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL # 106	
Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Progreso
Municipio:	Progreso
Estado:	Yucatán
Población:	77,558 habitantes
Superficie:	99,177.142 ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán.
Islas:	
Puerto Turístico:	Presente
Puerto Comercial:	Presente
Puerto Pesquero:	Presente
Nota	

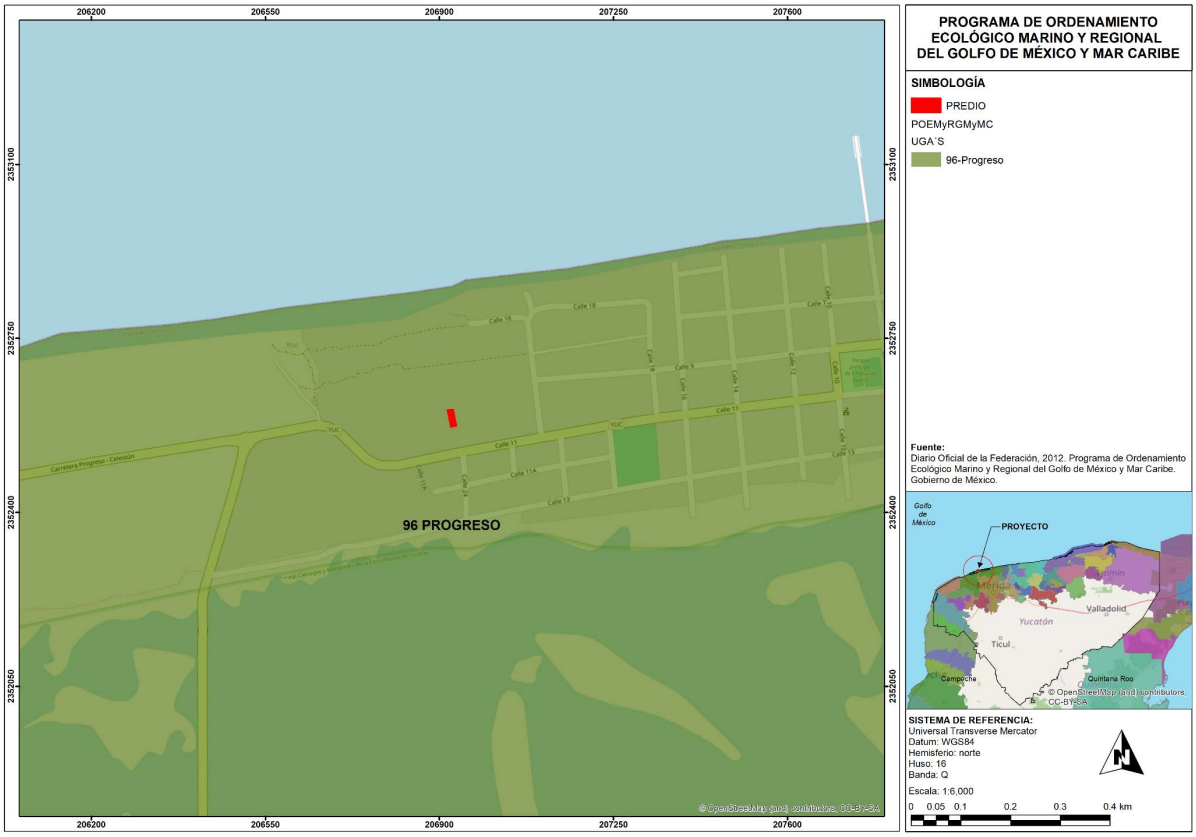


Figura II.2. Proyecto ubicado en UGA 96. Progreso del POEMRGMMC.

A estas UGA le aplican únicamente las Acciones Generales de este programa, debido a que en el área del proyecto se cuentan con el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa.

A continuación, se describen las Acciones Generales:

Tabla II.5. Criterios de Regulación Ecológica del POEMyRGMyMC.

CLAVE	ACCIONES GENERALES
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.**
	Vinculación: *El proyecto contará con equipos y dispositivos ahorradores o economizadores de agua para su etapa operativa. Para el caso de los sanitarios se contará con un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentra la no corrosión, no fugas, una válvula de descarga y una válvula de llenado. Además, se utilizará grifería ahorradora, así como regaderas y llaves ahorradoras. Todos estos equipos permitirán el ahorro de agua hasta del 40% de su consumo total.*
G002	**Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.**
	Vinculación: *La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (CONAGUA), Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y los Estados, figuran como los responsables de instrumentar esta acción, de acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, por lo que dicho criterio NO APLICA al proyecto.*
G003	**Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SADER, Secretaria de Bienestar (SEBIEN), y los Estados, pues tienen las atribuciones para impulsar y autorizar el establecimiento de UMA´s. De igual forma debido a que el presente proyecto trata sobre la construcción y operación de una vivienda veraniega de segunda residencia, el presente criterio no le aplica.*
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).**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa Marino, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SADER, Secretaría de Marina (SEMAR) y los Estados, pues son sectores que cuentan con las atribuciones necesarias para instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	*y fauna silvestre, particularmente la SEMARNAT a través de la PROFEPA, así como la SEMAR. Sin embargo, para el proyecto se contempla la aplicación de un **Programa de acción para la protección de fauna silvestre** susceptible de afectación, así como un **Programa de reforestación en el predio**. Del mismo modo, se implementará un **Programa de Supervisión Ambiental** durante las diferentes etapas del proyecto, para dar el debido cumplimiento a cada una de las medidas planteadas para disminuir o mitigar cualquier impacto al medio ambiente.*
G005	**Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.**
	***Vinculación:** De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SADER, pues cuentan con los recursos y atribuciones necesarios para su instrumentación. Un banco de germoplasma es un sitio de conservación de material biológico por excelencia, cuyo objeto es la conservación de la biodiversidad, por lo que son recintos clave para evitar que se pierda la diversidad genética por la presión de factores ambientales, físicos y biológicos, y las actividades humanas. De acuerdo a lo anterior un banco de germoplasma, rebasa los objetivos y la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación, pues este consiste en la construcción y operación de una vivienda veraniega de segunda residencia.*
G006	**Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.**
	***Vinculación:** De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SADER. En su caso, el proyecto generará este tipo de emisiones durante sus diferentes etapas, sin embargo, la generación será en bajas cantidades y de manera temporal, principalmente de fuentes móviles, por el flujo vehicular y maquinaria que sea empleada durante la construcción del proyecto. Se supervisará que previo a su empleo, todos los vehículos y maquinarias se encuentre en buenas condiciones mecánicas, llevando a cabo sus mantenimientos periódicos.*
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.**
	***Vinculación:** De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SADER, pues son los sectores que cuentan con los recursos y medios adecuados para llevar a cabo dichas acciones; de manera que este criterio NO APLICA.*
G008	**El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.**
	***Vinculación:** La responsable de realizar esta acción es la SEMARNAT, pues es el sector encargado de regular estas actividades. Así mismo, el proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados, por lo que este criterio NO APLICA.*
G009	**Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.**
	***Vinculación:** De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), SEBIEN, los Estados y los Municipios; pues son los sectores que cuentan con los recursos y medios para la construcción y operación de este tipo de infraestructura, por*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	lo que el criterio NO APLICA. El proyecto a pesar de no ser un área de importancia para la conservación contempla el establecimiento de áreas de conservación con vegetación nativa, lo que seguirá permitiendo la permeabilidad y la conexión de la vegetación con predios colindantes, reduciendo la fragmentación del hábitat.
G010	**Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.**
	Vinculación: *Los responsables de realizar esta acción son la SADER, SEBIEN, SEMARNAT, los Estados y los Municipios; nunca empresas privadas o particulares. Dicho lo anterior, el presente proyecto no pretende instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias, el proyecto corresponde a construcción y operación de una vivienda veraniega de segunda residencia.*
G011	**Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SEBIEN, SADER, la Secretaria de turismo (SECTUR), los Estados y los Municipios, por lo tanto, son los encargados de instrumentar las medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas. Sin embargo, el presente proyecto contempla medidas de mitigación y compensación (ver anexo 5 y 6) para disminuir o reducir los impactos que pudieran generarse durante la construcción de obras del proyecto.*
G012	**Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.**
	Vinculación: *Los responsables de realizar esta acción son la SADER, SEBIEN, SEMARNAT, los Estados y los Municipios. Por lo que el presente criterio NO APLICA; además el proyecto no pertenece al sector industrial; se refiere a la construcción y operación de una vivienda veraniega de segunda residencia, ofreciendo servicios a diferentes usuarios que lo requieran.*
G013	**Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.**
	Vinculación: *El proyecto en ningún momento realizará la introducción de especies invasoras o exóticas; ésta consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar de segunda residencia, que tiene entre sus objetivos establecer áreas de conservación con especies nativas.*
G014	**Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.**
	Vinculación: *No aplica ya que compete a la SEMARNAT, SADER, a los Estados y los Municipios, promover dicha acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC); además el área de estudio NO se encuentra sobre márgenes de algún río. Sin embargo, es importante mencionar que el proyecto contempla la siembra de especies nativas a través de un Programa de reforestación (anexo 6), en las áreas de conservación del proyecto.*
G015	**Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.**
	Vinculación: *Compete a la SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, los Estados y los Municipios, evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos. Por lo que dicho criterio NO APLICA. Además, el proyecto no se encuentra a la orilla de un cuerpo de agua, ni en una zona inmediata a los cauces naturales de algún río; los usos que pretende prestar el proyecto son compatibles con la zona, ya que este se ubica en zona costera con uso urbano.
G016	**Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.**
	Vinculación: *No aplica ya que compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región (Anexo 6 del POEMyRGMyMC), inclusive el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto es una región plana nula de montañas.*
G017	**Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.**
	Vinculación: *El presente criterio NO APLICA ya que compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50% (Anexo 6 del POEMyRGMyMC); además el proyecto no contempla realizar actividades agrícolas, este se refiere a la construcción y operación de una vivienda unifamiliar veraniega de segunda residencia.*
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.**
	Vinculación: *Compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
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 cambio climático en los asentamientos humanos.**
	Vinculación: *De acuerdo al Programa Marino le compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento para la elaboración de los planes o programas de desarrollo urbano que correspondan, siendo el proyecto viable para su desarrollo de acuerdo al POETY, POETCY y el PMDU de Progreso.*
G020	**Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.**
	Vinculación: *No aplica; ya que en esta región no hay ríos. Inclusive de acuerdo al Programa Marino esta actividad le compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.*
G021	**Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.**
	Vinculación: *No aplica. Compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G022	**Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	extensivas.
	Vinculación: *Compete a la SEMARNAT, SADER y los Estados, el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G023	**Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.**
	Vinculación: *No aplica ya que le compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios la implementación de campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas. Sin embargo, se prohíbe utilizar especies exóticas para su plantación dentro del polígono del proyecto.*
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.**
	Vinculación: *De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios el 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. Sin embargo, es importante mencionar que el proyecto contempla la siembra de plantas nativas en las áreas de conservación del proyecto a través de un Programa de Reforestación. De acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede indicar que el proyecto cumple con este criterio de regulación.*
G025	**Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.**
	Vinculación: *No aplica ya que el proyecto no pretende realizar actividades productivas. Sin embargo, las especies que se utilicen en la reforestación dentro de las áreas de conservación deberán ser especies nativas propias, prohibiendo la colocación de especies introducidas en el sitio.*
G026	**Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).**
	Vinculación: *No aplica, ya que en el sitio y su área de influencia no se identificaron áreas útiles para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales, pues es un área urbana.*
G027	**Promover el uso de combustibles de no origen fósil.**
	Vinculación: *Compete a la Secretaria de Energía (SENER), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G028	**Promover el uso de energías renovables.**
	Vinculación: *La promoción del uso de estas nuevas tecnologías no compete al presente proyecto, pues esto es el deber de la SENER, CFE, los Estados y los Municipios. Sin embargo, a pesar de que el proyecto no pertenece al sector energético, podrá contemplar en un futuro la instalación y uso de paneles solares para la generación de energías limpias (sólo en caso de contar con la inversión y recursos suficientes).*
G029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	Vinculación: *Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC). Sin embargo, se promoverá un aprovechamiento sustentable de la energía a través del uso de aparatos eléctricos certificados por su eficiencia energética.*
G030	**Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.**
	Vinculación: *Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC). Sin embargo, se contempla la instalación de la siguiente tecnología para el ahorro del consumo energético:* • *Instalación de lámparas de bajo consumo tipo led.* • *Instalación de controles de encendido y apagado en cuartos, además del encendido y apagado del alumbrado.* • *Instalación de interruptores de tarjeta o botonera de corte y activación de energía.* • *Uso de aparatos eléctricos certificados por su eficiencia energética.*
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.**
	Vinculación: *Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G032	**Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.**
	Vinculación: *No aplica. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. Además, el suministro de energía eléctrica se realizará a través de una conexión con la línea de distribución de la CFE.*
G033	**Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.**
	Vinculación: *El proyecto tiene como objetivo la construcción y operación de una vivienda unifamiliar veraniega de segunda residencia, misma que no pretende promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias, de manera que no le aplica dicha acción.*
G034	**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.**
	Vinculación: *No aplica el cumplimiento de este criterio, debido a que no es un proyecto de tipo agrícola.*
G035	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.**
	Vinculación: *No aplica. Sin embargo, se promoverá el uso de aparatos eléctricos que incrementen la eficiencia energética por el empleo de diferentes tecnologías ahorradoras.*
G036	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.**
	Vinculación: *No aplica, pues se trata de la construcción de un desarrollo inmobiliario,*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	la cual NO pretende llevar a cabo la construcción de infraestructura de tipo industrial. Dicha acción le corresponde a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.
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.**
	Vinculación: *No aplica el cumplimiento de este criterio, debido a que no es un proyecto de tipo agrícola; el proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar veraniega de segunda residencia. Le compete a la SEMARNAT y la SADER el realizar dicha acción.*
G038	**Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEMARNAT y la SADER el cumplimiento de esta acción, ya que el proyecto NO pretende evaluar el potencial del suelo para la captura de carbono por lo que no le aplica dicha acción.*
G039	**Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.**
	Vinculación: *No aplica; le compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios el llevar a cabo dichas acciones, ya que son los encargados de realizar los ordenamientos ecológicos.*
G040	**Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEMARNAT y los Estados el cumplimiento de esta acción.*
G041	**Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción. Por lo que el proyecto se apegará a los criterios y restricciones que este contenga en otros programas de ordenamiento aplicables.*
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.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, le compete a la SEMARNAT y los Estados el cumplimiento de esta acción.*
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 especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.**
	Vinculación: *El proyecto no pretende realizar actividades pesqueras ni acuícolas, por*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	lo que no le aplica dicha acción.
G044	**Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, compete a la SADER, el Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura Sustentables (IMIPAS) y la Secretaria de Economía (SE), el cumplimiento de llevar a cabo esta acción.*
G045	**Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.**
	Vinculación: *Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento del presente criterio, pues hace referencia al servicio de transporte público.*
G046	**Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto de infraestructura vial, por lo que el criterio no le aplica; además, en la zona existe accesibilidad con carreteras en buen estado. De igual forma (de acuerdo al Programa marino), le compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios el cumplimiento de dicha acción.*
G047	**Impulsar la diversificación de actividades productivas.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SADER, el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), SEMARNAT, SEBIEN, SE, SECTUR, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción.*
G048	**Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.**
	Vinculación: *Debido a que la zona del proyecto es susceptible al paso de fenómenos hidrometeorológicos, en caso de su eventualidad, se deberán suspender todas las actividades, adoptando las medidas dictadas por la dirección de protección civil, quienes son los responsables de instrumentar y apoyar dichas campañas de prevención.*
G049	**Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEBIEN, Secretaria de Gobernación (SEGOB), los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción.*
G050	**Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.**
	Vinculación: *Los materiales con los que se pretende construir el proyecto, serán resistentes a las adversidades meteorológicas, dando cumplimiento a lo referido en esta acción.*
G051	**Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.**
	Vinculación: *Se impartirá una plática ambiental a los trabajadores de la obra, en las que se considera la concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos (en caso de generarse); además se ejecutarán procedimientos para el manejo de residuos sólidos (anexo 5) que promoverá la separación de la basura a través de la instalación de contenedores rotulados y cerrados.*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G052	**Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el cumplimiento de esta acción compete a la Secretaria de Salud (SSA) y el Municipio. Sin embargo, dentro del polígono del proyecto se contempla la limpieza periódica del sitio, con el objeto de mantener en óptimas condiciones todas las instalaciones, evitando el mal manejo de los residuos sólidos urbanos que sean generados por el personal en obra.*
G053	**Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.**
	Vinculación: *Será obligatorio el uso de sanitarios portátiles durante la preparación de sitio y construcción del proyecto, cuyo mantenimiento corre a cargo de la misma empresa arrendadora, la cual se encargará de su disposición final. Para la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan a un sistema de tratamiento de aguas residuales* ***SITAR DLD14*** *con capacidad de 1,300 litros, con el cual se pretende dar un tratamiento adecuado a las aguas que se generen durante la operación del proyecto.*
G054	**Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios. Así mismo no aplica, ya que el presente proyecto no pertenece al sector Industrial. Sin embargo, para la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia un sistema de tratamiento SITAR DLD14 con capacidad de 1,300 L al día, el cual les dará un tratamiento a las aguas, a fin de que cumplan con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales". La instalación sanitaria será subterránea y se instalará con tuberías y accesorios de PVC sanitario, descargando al sistema.*
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.**
	Vinculación: *No aplica, debido a que el proyecto no se pretende realizar en un terreno forestal de acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*
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.**
	Vinculación: *No aplica este criterio, ya que el proyecto no pretende la construcción y operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial.*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G057	**Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del Programa Marino, el cumplimiento de este criterio le compete a la SSA y los Estados.*
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.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. Sin embargo, se deberá tomar en cuenta la legislación ambiental vigente para un mejor manejo, minimización y gestión de residuos. Así mismo deberá realizar cada una de las actividades propuestas en sus procedimientos de manejo de residuos.*
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.**
	Vinculación: *No se pretende desarrollar infraestructura dentro de alguna ANP, por lo que este criterio no le aplica.*
G060	**Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que implique la construcción de infraestructura costera sobre vegetación acuática sumergida, de manera que este criterio no le aplica al proyecto.*
G061	**La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.**
	Vinculación: *No se realizarán obras que contaminen el ambiente marino. Para esto se proponen medidas con el fin de prevenir o mitigar impactos al medio, como el adecuado tratamiento de las aguas residuales, buen manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso, etc. Todas estas acciones serán llevadas a cabo a través del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, el Procedimiento de manejo de residuos peligrosos, Procedimiento de supervisión ambiental y el Procedimiento de desmonte direccionado.*
G062	**Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que implique actividades agropecuarias por lo que este criterio no es aplicable. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, el cumplimiento de esta acción compete a la SADER.*
G063	**Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que implique actividades pesqueras y/o acuícolas por lo que este criterio no es aplicable. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la IMIPAS y la SADER.*
G064	**La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.
	Vinculación: *No se trata de un proyecto de infraestructura carretera, por lo que el criterio no le aplica, en la zona existe vialidades de acceso al predio que se encuentran en buen estado.*
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.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP, sin embargo, se encuentra cercano a la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, por lo que el proyecto mantendrá un área de conservación de 30% con suelo y vegetación natural, con el fin de no modificar o afectar el suelo, vegetación y fauna del área.*

Tabla II.6. Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	
ZCY-01	**Criterio**	**Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.**
	Vinculación	*El proyecto no pretende la afectación de áreas marinas, el proyecto no se encuentra en primera línea costera ni la afectación de áreas marinas, por lo que los pastos marinos no serán afectados por la implementación del proyecto.*
ZCY-02	**Criterio**	**Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	Vinculación	*No es el objetivo del presente proyecto la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación. Sin embargo, tal y como lo menciona para el presente proyecto, únicamente se considera un Programa de acción para la protección de fauna silvestre (**anexo 6**) que establece acciones de rescate y reubicación de especies hacia sitios más conservados.*
ZCY-03	**Criterio**	**La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos como las praderas de pastos marinos, para fines científicos de conservación y preservación, sólo se podrán llevar**

CLAVE		CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
		a cabo en términos de lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	Vinculación	*No aplica, no es objetivo del proyecto la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales, además de que el proyecto no presenta este tipo de ecosistemas.*
ZCY-04	**Criterio**	**La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.**
	Vinculación	*El proyecto no requiere de estructuras promotoras de playas, por lo que no se contempla su construcción.*
ZCY-05	**Criterio**	**Como una medida preventiva para evitar la contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos a los cuerpos de agua.**
	Vinculación	*El proyecto no contempla el uso de hidrocarburos, sin embargo, se contempla el uso adecuado de todo tipo de residuos (incluyendo los peligrosos), por lo que en el **Anexo 5** se presenta procedimiento para ello.*
ZCY-06	**Criterio**	**Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.**
	Vinculación	*El proyecto no pretende llevar a cabo actividades recreativas marinas que pudieran afectar a las especies de tortugas, pues en el sitio no se observan incidencias del albergue de esta especie durante la temporada de anidación. No obstante, se informará al promovente de no realizar actividades que pudieran ocasionar daño o afectación a estos organismos.*
ZCY-07	**Criterio**	**Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.**
	Vinculación	*No aplica este criterio, ya que el proyecto no realizará actividades en zona marina, por lo que no afectará a las comunidades arrecifales.*
ZCY-08	**Criterio**	**Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.**
	Vinculación	*La difusión de normas ambientales náuticas corresponde a las*

CLAVE		CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
		autoridades. Sin embargo, a pesar de que el proyecto no pretende realizar algún tipo de actividades náuticas, pretende prevenir la contaminación o deterioro de las zonas marinas a través de diferentes medidas preventivas y de mitigación las cuales se describen en el capítulo IV.
ZCY-09	**Criterio**	**Se requerirá para las actividades relacionadas con canalizaciones o dragados, debidamente autorizadas, que se usen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.**
	Vinculación	*El proyecto corresponde a la construcción y operación de una vivienda unifamiliar de segunda residencia, por lo que no le aplica el presente criterio. Corresponde a las autoridades el fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas.*
ZCY-10	**Criterio**	**Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500 TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.**
	Vinculación	*Este criterio no le aplica al proyecto, ya que no es un proyecto relacionado con la construcción de muelles. Este tiene como objetivo la construcción y operación de una vivienda unifamiliar de segunda residencia denominada Casa JB.*
ZCY-11	**Criterio**	**Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.**
	Vinculación	*No aplica, el proyecto pretende llevar a cabo la construcción y operación de una vivienda unifamiliar de segunda residencia, no requerirá de embarcaciones ni realizará actividades de pesca comercial.*
ZCY-12	**Criterio**	**Por las características de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona norte de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno, se recomienda en las UGA Regionales correspondientes (UGA:96, UGA:101, UGA:108, UGA:106, UGA:113, y UGA:116) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP**

CLAVE		CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
		federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.
	Vinculación	*Corresponde a las autoridades el cumplimiento de este criterio, no obstante, el proyecto se vincula más adelante el POETCY, que es el instrumento que regula la zona costera del estado de Yucatán.*

II.1.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DE YUCATÁN (POETY, DECRETO 692/2023).

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis El Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán (POETY), es un instrumento de planeación, cuyo objetivo es el de "regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales". El decreto de este ordenamiento Estatal fue publicado en el mes de julio de 2007 actualización a través del decreto 692/2023. Dicho programa es un instrumento de planeación jurídico, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis geográfico, integración de información y evaluación ambiental, proceso que requiere del desarrollo de nuevas capacidades de gestión y evaluación ambiental en los tres órdenes de gobierno.

En otras palabras, el POETY, establece el "Modelo de Desarrollo Territorial" o "Modelo de Ocupación del Territorio" para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Es indispensable señalar que la zona no representa un corredor biológico de interés o relevante, ya que la disminución de cobertura vegetal o sitios de probable ocupación por fauna silvestre han sido impactadas por las actividades agrícolas de la zona (cultivo de henequén en décadas anteriores) y por actividades de pastoreo de ganado, conformando una discontinuidad importante en la estructura del suelo, la remoción de la cobertura vegetal, la distinta conformación del terreno natural de la zona, así como que esta zona está dentro de una área urbanizada.

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento del mismo en donde ubican las unidades de gestión territorial.

Cada una de las unidades de gestión territorial reconocidas para el estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo. Las políticas asignadas son las siguientes:

I. Protección (P)
II. Preservación (Pres)
III. Restauración (Rest)
IV. Aprovechamiento sustentable (Aprov)

De acuerdo al POETY, el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA017-APROV-PRO**. Dicha unidad busca propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.225 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada y en superficies que ya cuenten con los servicios básicos municipales y la infraestructura necesaria para su desarrollo y de movilidad sustentable.

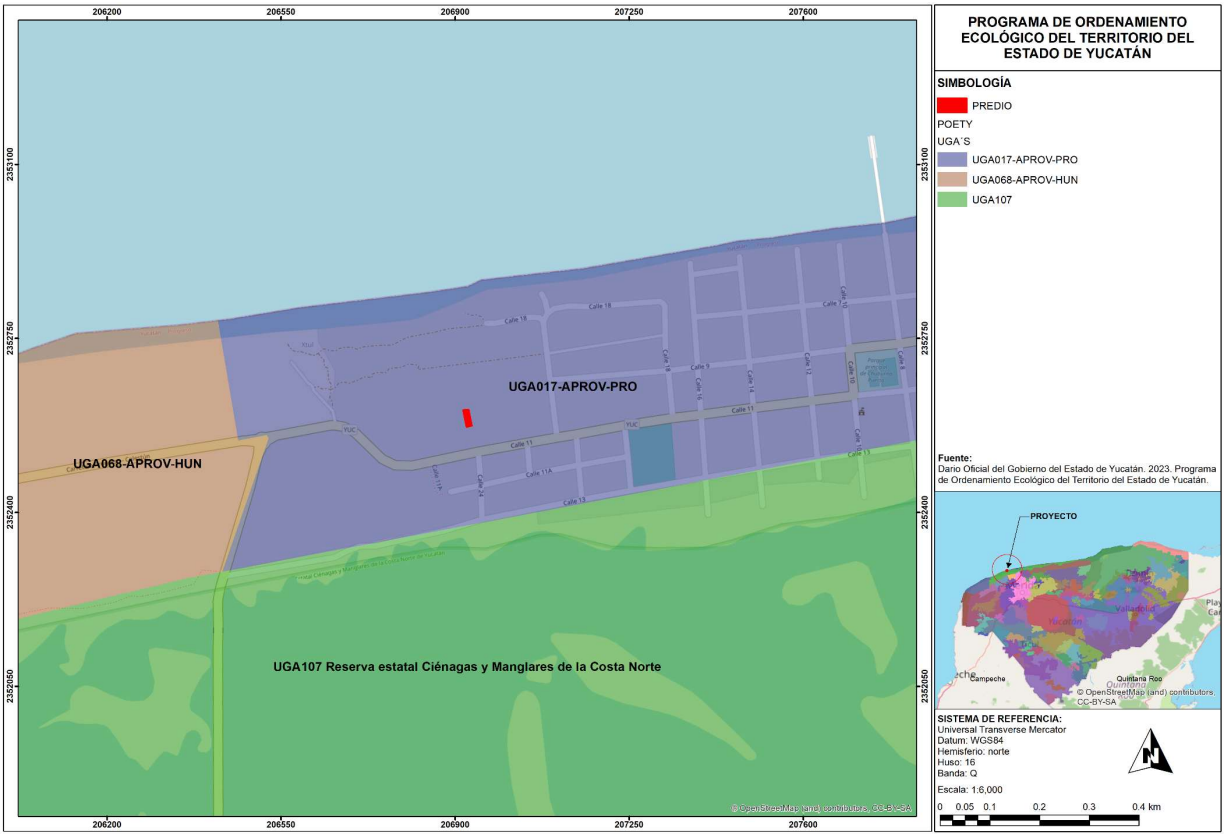
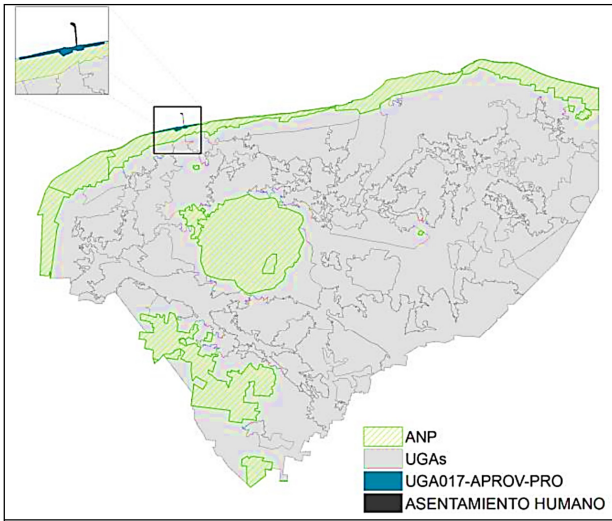
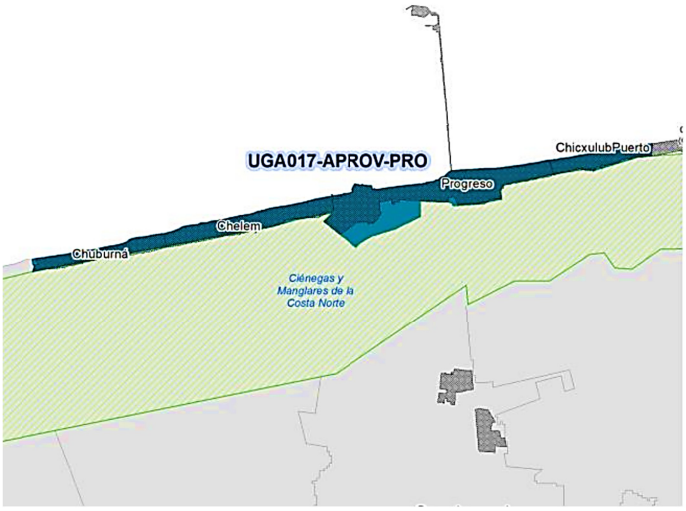


Figura II.3. Ubicación del proyecto respecto a las UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán.

La unidad de gestión ambiental la cual corresponde a la zona bajo estudio presenta las siguientes características:

Tabla II.7. Política y uso principal en las UGA's donde se ubica el proyecto.

<table>
<tr><td colspan="3">
</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">CLAVE UGA</td><td colspan="4">UGA 017</td></tr>
<tr><td colspan="2">NOMBRE</td><td colspan="4">UGA017-APROV-PRO</td></tr>
<tr><td colspan="2">POLÍTICA</td><td colspan="4">Aprovechamiento Sustentable</td></tr>
<tr><td colspan="2">SÍNTESIS (EXTENSIÓN DE LA UGA)</td><td colspan="4">21.6 km^2</td></tr>
<tr><td colspan="6">LINEAMIENTOS AMBIENTALES</td></tr>
<tr><td colspan="6">Propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.225 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada y en superficies que ya cuenten con los servicios básicos municipales y la infraestructura necesaria para su desarrollo y de movilidad sustentable.</td></tr>
<tr><td colspan="6">CRITERIOS GENERALES</td></tr>
<tr><td colspan="6">1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15</td></tr>
<tr><td colspan="6">CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">ASENTAMIENTOS HUMANOS</td><td>C</td><td colspan="3">1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13</td></tr>
<tr><td colspan="6">Se refiere al establecimiento de nuevos centros de población en zonas donde sea factible el aprovechamiento de la infraestructura y servicios actuales, y se contenga la expansión urbana desordenada.</td></tr>
</table>

La política de la UGA en la que recae el proyecto es de **"Aprovechamiento Sustentable".** Esta política se asigna a espacios que no forman parte de un ANP, y se encuentra en unidades de gestión ambiental con cobertura vegetal modificada y/o impactada, así como aquellas donde se desarrolla actualmente actividades sectoriales, y por lo tanto se consideran zonas apropiadas para el aprovechamiento de los recursos naturales que no resulten en impactos negativos al medio ambiente.

A continuación, se realiza el análisis de cada uno de los criterios generales contenidos para las UGA´s en las que recae el proyecto:

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL

La información descriptiva de las unidades de gestión ambiental, respecto a las condiciones actuales de su tipo de vegetación, condiciones ambientales, así como la política, lineamientos, estrategias y criterios aplicables, se presentan en forma de fichas. Cada UGA cuenta con su propia ficha, las cuales se encuentran en el documento Anexo al presente decreto.

Tabla II.8. Usos de suelo de la **UGA017-APROV-PRO** donde recae el proyecto.

CLAVE_UGA	NOMBRE_UGA	POLÍTICA	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
UGA017	UGA017-APROV- PRO	Aprovechamiento sustentable	1, 2**, 6,** 11, 13, 18, 19, 20.	17	3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16

Como se observa en la tabla anterior, entre las actividades compatibles del proyecto se describen las siguientes:

Tabla II.9. Usos compatibles de la UGA017-APROV-PRO.

No.	Actividad	Clave	Definición
1	Acuacultura de agua dulce	ACUA_D	Comprende a la infraestructura y servicios requeridos por la actividad para la cría y engorda de especies de agua dulce que se realicen en tierra firme.
2	Acuacultura salobre	ACUA_S	Comprende a la infraestructura y servicios requeridos por la actividad para la cría y engorda de especies de agua salobre que se realicen en tierra firme.
6	Asentamientos humanos	AH	Se refiere al establecimiento de nuevos centros poblacional en zonas donde sea factible el aprovechamiento de la infraestructura y servicios actuales, y se contenga la expansión urbana desordenada.
11	Infraestructura	INFRA	Se refiere a las obras e instalaciones que proveen de servicios a centros poblacionales o sectores productivos, como puede ser el suministro de agua potable, sistemas de tratamiento de agua municipales, vías de comunicación y estaciones de servicio, generación y transmisión de energía eléctrica, y cualquier otra necesaria acorde al crecimiento poblacional del país, del estado o el municipio.
13	Minería no metálica	MIN-NOM	Comprende la extracción de sustancias no reservadas para la federación para su comercialización, como son la extracción de material pétreo y sal.

No.	Actividad	Clave	Definición
18	Turismo convencional	TUR_CONV	Es aquel que por lo general se realiza de forma masiva y tiene por finalidad el descanso o placer. Sus principales destinos pueden ser ciudades, playas turísticas, zonas arqueológicas, sitios religiosos, museos y sitios icónicos. Puede incluir la construcción y operación de hoteles, villas, servicios, e obras asociadas para la actividad.
19	Turismo de naturaleza	TUR_NAT	Considera aquellas actividades recreativas de bajo impacto ya sea por el menor requerimiento de obra y servicios para su realización respecto al turismo convencional, así como el menor número de visitantes. Incluye actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza, turismo de aventura, ecoturismo, aviturismo, turismo comunitario.
20	Turismo de sol y playa	TUR_SOL	Turismo relacionado con el uso de zonas de playa para el esparcimiento y recreación, que no requieren obras o instalaciones para pernocta.

Vinculación: *De acuerdo a los usos de suelos compatibles, condicionados e incompatibles en esta UGA, la actividad de este proyecto relacionada con la Construcción y operación de una vivienda (Casa JB) unifamiliar de segunda residencia está considerada como un proyecto totalmente* ***COMPATIBLE*** *ya que entre los objetivos principales de dicha UGA está el propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada, por lo que la ejecución del proyecto no se contrapone con los usos del POETY.*

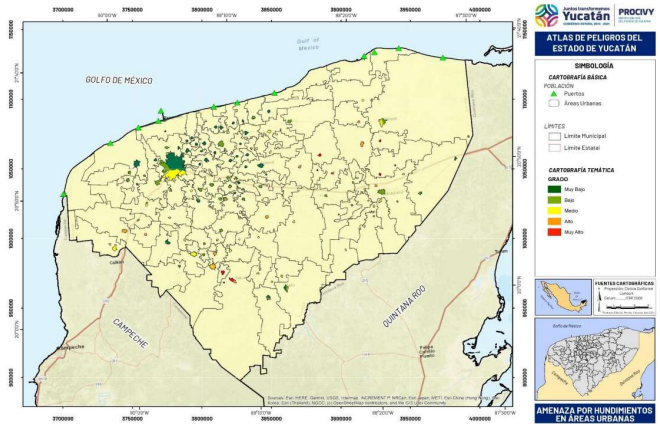
El proyecto que nos ocupa adicionalmente propondrá acciones ambientales que conlleven a la conservación y a la protección de ecosistemas a través de la permanencia de biodiversidad representativa (rescate y reubicación de flora y fauna silvestre) y áreas sin proyecto (áreas de conservación con suelo natural y cubierta vegetal típico de la región) que permitirán la continuidad en los servicios ambientales que se prestan en la región.

A continuación, se realiza un análisis de cada uno de los criterios ecológicos generales, así como los criterios específicos por sector contenidas para la ***UGA-017-APROV-PRO.***

Tabla II.10. Vinculación con los criterios de regulación ecológica generales.

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.	*El proyecto pretende cumplir con este criterio a través del establecimiento de una red de tuberías que dirijan las aguas negras hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales; por lo que en la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia una SITAR DLD14 de 1300 litros, proponiendo un sistema terciario de cloración previo a su descarga (acorde con los lineamientos de la CONAGUA) y así, generar un menor impacto al manto acuífero (detalle en Anexo 7).* *Dando cumplimiento con los parámetros de descarga estipulados dentro de la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.* *Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales.*
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 no dará disposición final a ningún tipo de residuos dentro del área; se contará con un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos para verificar su adecuada gestión, esto como parte de las medidas de mitigación para evitar la contaminación del suelo y del agua de la región (Ver **Anexo 5** de este manifiesto de impacto ambiental). Todos los residuos que sean generados durante las diferentes etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente rotulados, para que posteriormente una empresa se encargue de su recolección y disposición final. De no ser el caso la empresa encargada de la obra o los responsables del proyecto deberán trasladar dichos residuos a un sitio autorizado para disposición final. Para verificar esta actividad se deberá contar con los recibos, facturas o notas correspondientes que se expiden al llevar los residuos a un sitio autorizado.*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
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 caso de generar residuos de manejo especial procedentes de los excedentes de la construcción, este deberá realizar el trámite de Evaluación y Resolución de Licencia Ambiental Única como de generador de residuos de manejo especial ante la secretaria de Desarrollo Sustentable.*
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.	*Para la etapa constructiva el agua será suministrada por una empresa particular que transportará a través de pipas dicho recurso, almacenándolas en bidones o en tanques de almacenamiento, dicho lo anterior, este criterio no le aplica al proyecto. El abastecimiento del agua en la etapa operativa será mediante la interconexión con la red municipal por lo que se realizaran los trámites correspondientes con las autoridades del municipio, sin embargo, de ser necesario se realizarán los estudios necesarios para conocer la disponibilidad en cantidad y calidad de este recurso para evitar que se merme el abastecimiento a las comunidades y localidades cercanas a este. en caso contrario se pretende contratación de pipas para la compra del recurso que será almacenado en cisterna para uso doméstico.*
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.	*En el sitio no se encuentra la presencia de oquedades que sean vulnerables a derrumbes, por lo que no le aplica el presente criterio.*
6	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.	*De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio (PROCIVY), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una zona Media a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes. Es por esto que el proyecto tomara las medidas necesarias para que las*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		construcciones sean realizadas con las mejores técnicas y materiales resistentes para cual emergencia climática.  **Figura II.4.** Atlas de peligros del estado de Yucatán (Amenaza por hundimientos en áreas urbanas).
7	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	*El proyecto mantendrá el área de caminos con terreno natural para favorecer la infiltración de agua. De igual forma cabe señalar que el proyecto promoverá la permanencia de área de conservación, que fungirá como sitio para que el agua se infiltre de manera natural al manto acuífero.*
8	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	*El proyecto promoverá la permanencia de áreas de conservación, las cuales fungirán como corredores de vegetación indispensables tanto para la conservación de la biodiversidad vegetal, así como de la fauna silvestre que en su momento pueda hacer uso de estas áreas.*
9	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 material producto de la demolición y las excavaciones para la construcción de cimentaciones, será utilizado para la nivelación de las obras que así lo requieran, en dado caso que haya material sobrante este será dispuesto en un sitio autorizado o donde las autoridades competentes lo determinen.*
10	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa	*El proyecto será construido en un predio urbano el cual no cuenta con vegetación forestal, el área ha sido afectada mucho tiempo atrás modificando la composición vegetal a un sitio dominado por*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
	autorización de la autoridad competente.	*especies herbáceas, por lo tanto, presenta bajo grado de conservación.*
11	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.	*Dentro del polígono no fueron encontrados cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros que tuvieran que delimitarse para su conservación. El área de humedales más cercano se ubica a aproximadamente 300 m de distancia, por lo cual se puede decir que no se verá afectado por las obras del proyecto.*
12	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.	*El proyecto en ningún momento pretende instalar equipos desaladores para extraer agua salobre, por lo que el presente criterio no le aplica.*
13	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 pretende cumplir con este criterio a través del establecimiento de una red de tuberías que dirijan las aguas negras hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales; por lo que en la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia una SITAR DLD14 con capacidad de 1300 litros, proponiendo un sistema terciario de cloración previo a su descarga (acorde con los lineamientos de la CONAGUA) y así, generar un menor impacto al manto acuífero (detalle en Anexo 7).* *Esto con el fin de cumplir con los parámetros de descarga estipulados dentro de la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		nacionales. *Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales.*
14	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.	*De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una zona Media-Alta a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes. Es por esto por lo que el proyecto tomará las medidas necesarias para que las construcciones sean realizadas con las mejores técnicas y materiales resistentes para cual emergencia climática.*
15	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 implementará las medidas necesarias para que el acuífero se siga recuperando, ya que el proyecto promueve la conservación de ecosistemas y su biodiversidad a través de la permanencia de áreas de conservación, las cuales mantendrán vegetación nativa; así mismo a través del proyecto se implementará un Programa de Reforestación (**Anexo 6A**) por lo que se*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia para la región.

Tabla II.11. Vinculación con los criterios de regulación ecológica específicas para el uso de suelo de **ASENTAMIENTO HUMANOS.**

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
1	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a: a) Minimizar la expansión urbana desordenada. b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero. c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales. d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.	*El proyecto que se solicita se ubica en una zona urbana donde se observan desarrollos inmobiliarios similares, por lo que el área que actualmente cuenta con diversos servicios, por lo cual se puede decir que el proyecto se pretende construir de manera ordenada, lo cual minimiza la fragmentación del hábitat al realizarse en una zona que cuenta con caminos, vialidad de acceso y servicios necesarios para una correcta operación.*
2	Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en: a) Vacíos urbanos de las áreas urbanas actuales. b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.	*El polígono del proyecto se encuentra en un área urbana por lo cual se cumple cabalmente con lo estipulado en dicho criterio. Ya que este se proyecta para ocupar un predio el cual de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) es viable. De igual forma este se encuentra en un área que ya cuenta con los servicios necesarios para tener una correcta operación.*
3	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.	*El proyecto no trata de un proyecto de planta desalinizadora, más bien trata sobre la construcción de una construcción de un desarrollo inmobiliario.*
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	*El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso. Por lo que para el caso de los sanitarios se contara con un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	agua de lluvia, reúso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.	*de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentran la no corrosión, no fugas, una válvula de descarga y una válvula de llenado. regaderas y llaves ahorradoras de agua (monomandos). Este sistema permitirá el ahorro de agua.*
5	Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc.) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales.	*El proyecto se ubica dentro del área urbanizada, los humedales se encuentran a más de 200 metros por lo que estos no se verán afectados por las obras del proyecto.*
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.	*El polígono no se encuentra dentro de la primera línea de costa donde se ubican las dunas costeras, por lo que no es una zona incipiente o embrionaria. Por lo que este criterio no le aplica.*
7	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirán a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos 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 será construido de la manera tradicional en la región con cimientos de mampostería piloteando el primer nivel con columnas de concreto para un área de estacionamiento donde se mantendrá el libre cruce de las especies. Además, el proyecto contempla la permanencia de un área de conservación, que permitirá la permanencia de especies de flora comunes de las dunas costeras de la región, lo que de igual forma contribuirá a la creación de hábitats y refugios adecuados y refugios para la fauna.*
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	*Dentro del área del proyecto no se cuenta con registros de anidación de tortugas marinas. Sin embargo, se tomarán las medidas precautorias necesarias, así como las recomendadas en el presente criterio, con la finalidad de contribuir a la conservación de estas y las demás especies que pudieran hacer uso del área del proyecto.*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa. f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación. g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías. h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma. i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.	
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	*El proyecto se ubica en una zona urbana, donde en diferentes tiempos se han realizado modificaciones y actividades en el área. Sin embargo, como se ha mencionado con anterioridad el proyecto contempla la permanencia de un área de conservación, donde se plantarán especies comunes de la*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.	*duna costera lo que promoverá a la consolidación de dicho tipo de vegetación.*
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.	*El proyecto trata sobre la construcción de una vivienda veraniega de segunda residencia, por lo cual no realizará actividades de dragado. Sin embargo, la arena o material resultante de las excavaciones será reutilizado para la nivelación de las áreas donde se pretende construir, en dado caso de tener excedentes estos serán enviados a un sitio de disposición final autorizado por las autoridades competentes, por lo que en ningún momento serán depositados en la playa o duna costera aledañas al polígono del proyecto.*
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 estará conectado al suministro de energía de la CFE. Sin embargo, el presente proyecto podrá contemplar en la medida de lo posible la instalación y uso de paneles solares para la generación de energías limpias (si se contara con la inversión necesaria).*
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.	*El polígono del proyecto cuenta con caminos de acceso a la playa, los cuales serán mantenidos, así como también cabe mencionar que el proyecto se ubica a más de 40 metros de la pleamar máxima por lo cual esta no afectará o pretende realizar obras o actividades dentro de la zona federal marítima terrestre.*
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	*De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen: a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales. b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos. c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios. d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas. e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.	*de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una zona Media a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes. Es por esto por lo que el proyecto tomará las medidas necesarias para que las construcciones sean realizadas con las mejores técnicas y materiales resistentes para cual emergencia climática.*
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.	*El proyecto será construido en un predio con vegetación diferente a la forestal de acuerdo con el levantamiento de campo (ver capítulo III), por lo que la obra de construcción de una vivienda unifamiliar es factible para su desarrollo.*
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.	*El presente proyecto no es asentamiento rural, sin embargo, este se encuentra en un área urbanizada fuera de riesgo, con los servicios necesarios para su desarrollo.*

El proyecto, se desarrollará dando cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables a la UGA en cuestión y aplicando medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, con las cuales se garantizará la regeneración del sitio, la permanencia de las especies de flora y fauna presentes, el equilibrio de los ecosistemas y la funcionalidad del paisaje.

Por lo que, de acuerdo a los argumentos expuestos en cada uno de los criterios aplicables, podemos concluir que el proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY).

II.1.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DE YUCATÁN (POETCY).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), considera el ordenamiento ecológico marino como una modalidad de ordenamiento que tiene como objetivo regular e inducir el uso más racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales del mar, de las zonas costeras, aguas nacionales y zonas contiguas a estas últimas. En este sentido, el POETCY, decretado en Julio de 2007, es en la actualidad el principal instrumento rector de los lineamientos a seguir para el desarrollo de las zonas costeras del estado de Yucatán.

La clave de las UGA´s se ha divido en dos partes: un identificador formado con las tres primeras letras del nombre del municipio más un número de dos dígitos en orden consecutivo para cada municipio, un guion corto, más tres letras que indican el paisaje natural: Isla de Barrera (BAR); Cuerpos lagunares (LAG); Manglares, Petenes y blanquizales (MAN); Sabana (SAB) o Selva (SEL). La política está expresada por dos a cuatro caracteres: C1, C2, C3, AP1, AP2, URB (Urbano), PORT (Portuario) más una letra R que indica restauración y que únicamente se aplica para indicar aquellas UGA´s que lo requieren.

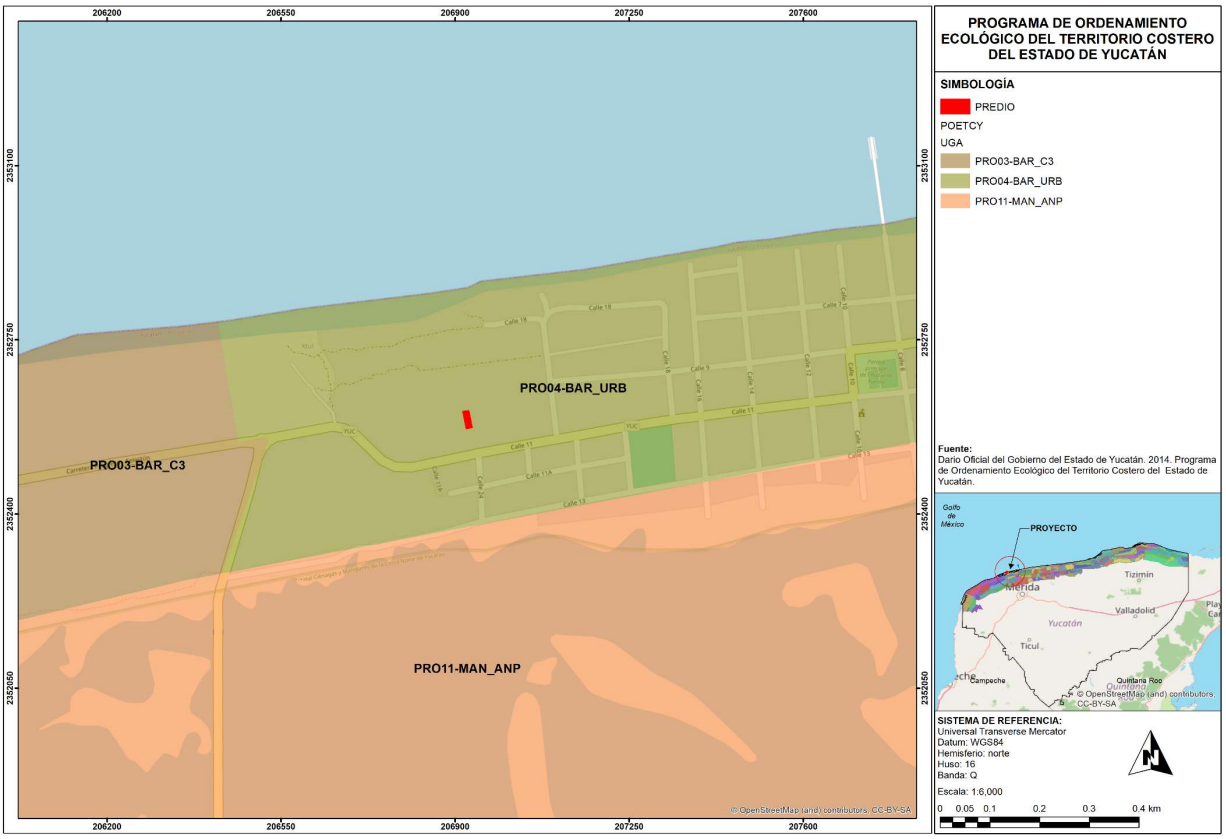


Figura II.5. Localización del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) del POETCY en las que se asentará el proyecto.

Por lo que este proyecto evaluado en este estudio se encuentra localizado dentro del plan de ordenamiento ecológico territorial costero de Yucatán y se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental denominada: ***PRO04-BAR_URB.***

Tabla II.12. Actividades y Usos del Suelo de la UGA DZE01-BAR_C3-R.

CLAVE	POLÍTICA	ACTUALES	COMPATIBLES	NO COMPATIBLES	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
PRO04-BAR_URB.	BAR_URB	No compete a este ordenamiento			

CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo establecido en la UGA del POETCY, no existen criterios o regulaciones que hagan incompatible el desarrollo del proyecto, ya que esta UGA es regulada por el programa de desarrollo urbano del municipio.

Cabe señalar que la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Progreso emitió para el predio con tablaje catastral 45102, una licencia de construcción con ***no. LC0/119/26*** *(ver anexo 02 de este estudio), siendo completamente viable de acuerdo con lo planificado o proyectado para la zona.*

II.2 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES O DEL CENTRO DE POBLACIÓN.

II.2.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

México establece dentro de la Agenda Nacional las prioridades en la conservación y protección de los recursos naturales, esta política ambiental que preside el ejecutivo federal por conducto de la Secretaria en llevar a cabo la estrategia nacional en la protección del ambiente que dará el eje en la agenda nacional del Plan Nacional de Desarrollo, en donde las prioridades es la protección del medio ambiente y que los recursos naturales inducir un desarrollo sustentable, acción que debe ser compartida con todos los sectores y con los niveles gobierno. El mismo Plan establece que se deben emplear los ordenamientos jurídicos y que den la seguridad en la protección de los recursos, acciones orientadas en una política en armonía con un desarrollo equilibrado y sustentable.

Entre sus ejes, dicho plan establece que se debe de promover un desarrollo sustentable que sea compatible con los usos del suelo, asumiendo que la prioridad es la protección y conservación de la biodiversidad, y que se alcanzar un equilibrio entre el desarrollo y los recursos naturales que permita el funcionamiento del medio ambiente; el Plan indica que se debe estimular a las actividades productivas o inversionistas para la que generen empleos que beneficien a los habitantes de zona.

Vinculación: *Con el propósito de que exista concurrencia entre el proyecto y las condiciones ambientales que existen en la zona y las contiguas donde se pretende desarrollar se deberán de observar lo que indica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiente y otros instrumentos jurídicos en la protección del medio ambiente; así como la compatibilidad de uso del suelo que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, por lo que, la actividad a desarrollarse se deberá de establecer de acuerdo a los lineamientos y disposiciones que se integran en los ordenamientos, las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas sobre la sobre la protección de los recursos naturales cumpliendo con cada uno de ellos.*

El proyecto será efectuado bajo un esquema de protección al medio ambiente, aplicando medidas preventivas y mitigables que logren reducir los efectos adversos hacia los elementos naturales que aún existen en la zona donde se pretende desarrollar.

Al mismo tiempo, con la ejecución de este proyecto se incentivará al desarrollo de empleos, trayendo consigo beneficios sobre la población (local), logrando de tal manera contribuir a una mejor economía del país.

II.2.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE YUCATÁN

El **Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Yucatán**, es el instrumento que guiará los objetivos y estrategias para el desarrollo del estado, de un crecimiento equilibrado, fomento económico; inversión en capital humano y legalidad, entre otros; estos aspectos enmarcan las políticas sociales que son los pilares del desarrollo de la región.

Para lograr que el Plan sea verdaderamente el instrumento rector del estado y la guía que defina las principales acciones para Yucatán durante los próximos años, se requiere establecer de manera muy clara y ordenada las prioridades plasmadas en objetivos y estrategias de largo alcance, que de forma directa impacten los sectores con mayor relevancia para la población.

Los ejes del desarrollo (sectores) son el apartado sustantivo que precisamente ordena y sistematiza el PDE y son los siguientes:

1. **El Sector Economía para lograr un Yucatán Competitivo.**
2. El Sector Social en la búsqueda de un Yucatán Incluyente.
3. El Sector Educación con la finalidad de lograr un Yucatán con Educación de Calidad.
4. **El Sector Territorio que desarrolle un Yucatán con Crecimiento Ordenado.**
5. El Sector Seguridad para preservar un Yucatán Seguro.

El objetivo que envuelve a los cincos ejes de desarrollo es encontrar para el estado las alternativas de crecimiento sostenible en el mediano y largo plazo, para lograr un impacto positivo sobre el ingreso y la calidad del empleo, con el enfoque en la igualdad de oportunidades y la formación educativa integral, en un territorio con servicios sustentables donde se conserve la paz y tranquilidad que lo caracteriza.

Por otra parte, es importante mencionar que la expansión de las zonas urbanas sin una adecuada planeación contribuye a un deterioro ambiental. El uso de suelo y vegetación presenta un proceso altamente cambiante y constante a lo largo de los años, este proceso pone en riesgo la biodiversidad existente en los ecosistemas característicos del estado; una amenaza actual es el alto peligro de deforestación, derivado del incremento de la frontera agrícola y pecuaria, el crecimiento urbano descontrolado que acelera la pérdida de hábitat de especies prioritarias de la región.

Es por ello que uno de los objetivos del plan estatal es disminuir la degradación ambiental del territorio haciendo énfasis en el manejo integral de residuos sólidos y el incremento de aguas residuales tratadas, recuperando así los espacios contaminados.

En el Plan Estatal de Desarrollo, específicamente en el cuerpo del documento, se establece una serie de estrategias de los cuales se vinculan al proyecto establecido en este documento como es el apartado que indica lo siguiente:

"Incrementar la conservación del capital natural y sus servicios ambientales"

Ahora bien, dentro de esta estrategia se plantean diversas acciones, y que son de interés por la ejecución del proyecto, a continuación, se menciona:

- Promover la conservación y aprovechamiento sustentable de los sitios prioritarios para la preservación de la riqueza biológica terrestre y acuática.
- Llevar a cabo la recuperación de las especies de flora, fauna y hábitat endémicos.
- Impulsar esquemas para el manejo sustentable de la diversidad biológica.
- Impulsar la participación comunitaria en torno a la conservación de la biodiversidad.

Vinculación: *Respecto a lo anterior, este proyecto pretende disminuir en gran medida los efectos ocasionados por la obra, llevando a cabo acciones tales como un Programa de acción para la protección de fauna silvestre y un programa de reforestación, con el fin de proteger y conservar las especies que se encuentran en el predio. Cumpliendo los objetivos de este apartado ambiental del plan estatal de desarrollo de Yucatán.*

II.2.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP's). El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico.

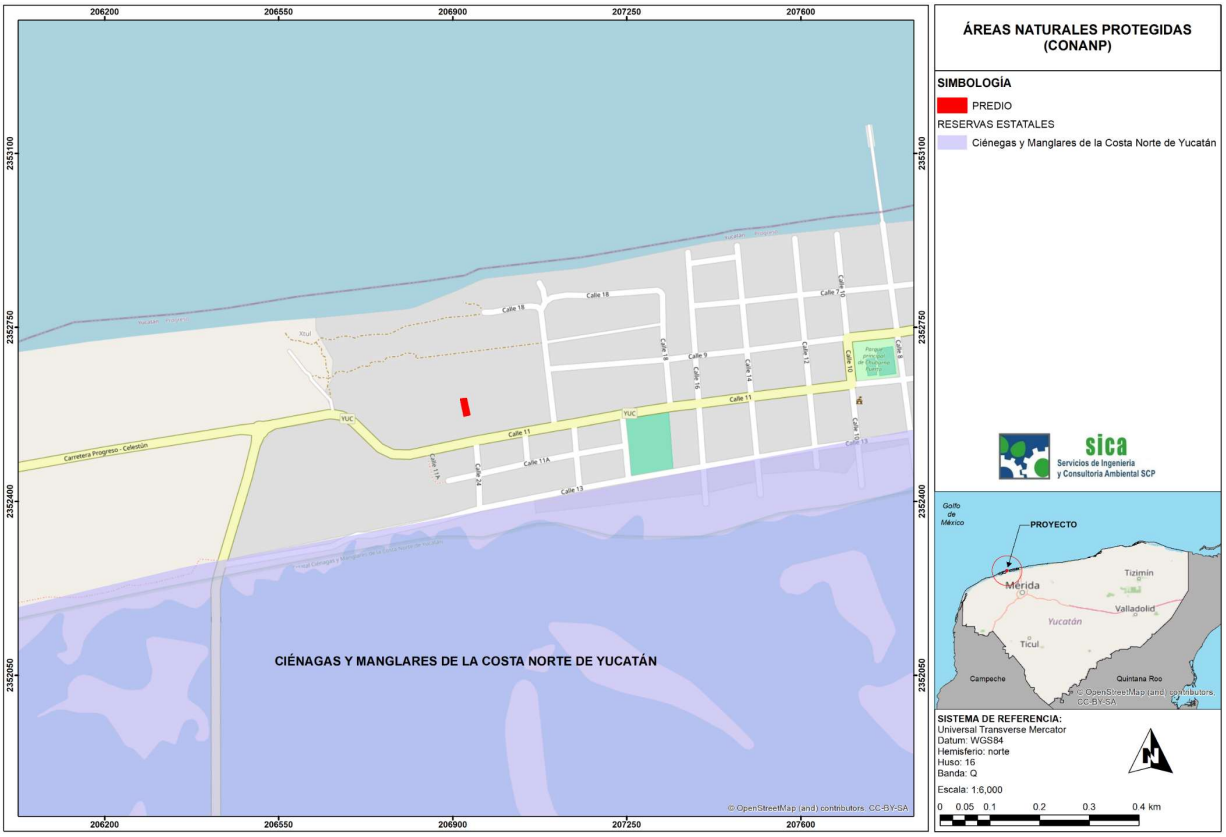


Figura II.6. Áreas naturales protegidas en el estado de Yucatán (fuente: SEDUMA-Bitácora Ambiental).

Vinculación: *El predio de interés no se ubica al interior de algún área natural protegida, no obstante, el ANP más cercana al área del proyecto es la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán ubicada aproximadamente a 1.5 Km de distancia del polígono del proyecto.*

A pesar de que el proyecto no afectará ninguna ANP, se consideran ciertas medidas para evitar la afectación a la flora y fauna, además las actividades a realizar por la implementación del proyecto no afectarán a las lagunas costeras; entre las medidas a implementar está el tratamiento de aguas residuales la contratación de empresas recolectoras certificadas para llevar a cabo este tipo de actividades. Durante la operación el proyecto contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14. Con base a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las áreas naturales protegidas federales o estatales declaradas en el estado de Yucatán.

II.3 LEYES Y REGLAMENTOS

II.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

Esta ley fue expedida en el año 1988 y reformado sustancialmente en el 2018; tiene por objeto el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los

demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas, así como garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. A continuación, se analizan los artículos de la LGEEPA aplicables al 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 alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Fracción IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

Así mismo, el **Artículo 30** de la LGEEPA señala que se deberá presentar a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Vinculación: *De acuerdo a lo señalado en el artículo anterior, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental es el mecanismo que se debe aplicar de manera precautoria para identificar los posibles impactos ambientales que se puedan generar por el desarrollo del proyecto, por ello y en conformidad a lo establecido en dichos artículos, se cumple de manera evidente al presentar el manifiesto de impacto ambiental en su modalidad particular, que por ser una obra que se pretende desarrollar en un ecosistema costero, resulta ser regulada mediante esta ley. De manera que el proyecto se somete a evaluación por las actividades y fracciones mencionadas.*

Artículo 35. Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Vinculación. *El artículo en comento establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET's), de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas (D-ANP's), así como sus programas de manejo y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto.*

Toda vez, que se ha satisfecho la parte de vinculación con las leyes, normas ambientales y ordenamientos jurídicos aplicables, posteriormente se analiza la parte de impactos al ambiente, o lo que comúnmente se denomina la parte técnica de la evaluación.

De lo anterior, el proyecto da cumplimiento al presente artículo ante la presentación de la Manifestación de Impacto ambiental ante la autoridad de la SEMARNAT para su evaluación correspondiente.

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

Vinculación: *Al respecto se anexa una carta bajo protesta de decir la verdad, así mismo, se implementarán los mejores métodos y técnicas para la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, dando por cumplido el artículo anterior.*

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;
II.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
III.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.

Vinculación: *Se aplicará un programa de acciones para la protección de la fauna (Anexo 6) que pudiese encontrarse previo y durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto para cada una de las etapas propuestas. Dichas medidas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.*

Artículo 83. El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Vinculación: *El proyecto se ubica dentro de un área urbanizada, por lo que este es compatible con los usos de la región.*

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;
IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Vinculación: *El proyecto en comento es compatible con la vocación natural del suelo, así como con los usos compatibles y actuales establecidos en los Ordenamientos Territoriales analizados en este estudio, cumpliendo los criterios de las UGA correspondientes.*

El proyecto asignará áreas de conservación, que mantendrán el suelo natural y donde se sembrarán plantas nativas; mismas que seguirán proporcionando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.

Artículo 110. Fracción 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.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

Vinculación: *Se verificarán los niveles de emisión de los equipos empleados, conforme a la disposición estatal; así mismo se pretenden minimizar las emisiones a la atmósfera a partir de los mantenimientos periódicos realizados a cada uno de los equipos o maquinaras que sean empleadas.*

Artículo 117. Para la prevención de la contaminación del agua se considera 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.
- **II.** Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
- **III.** El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarlas en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas.
- **IV.** Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuentas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
- **V.** La participación y corresponsabilidad de la sociedad en condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Vinculación: *Con el objeto de mantener las emisiones contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2017. El proyecto minimizará las emisiones a la atmósfera a partir de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos utilizados en las actividades de la empresa; así como para los automotores utilizados durante las etapas de preparación y construcción garantizando su correcto funcionamiento.*

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se llevará a cabo la contratación del servicio de letrinas portátiles (una para cada 15 trabajadores), por lo que la limpieza y mantenimiento de las mismas, correrá a cargo de la empresa contratada; esto con el fin de evitar descargar las aguas residuales al subsuelo y con ello minimizar impactos generados por la obra.

Para la etapa de operación las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR® (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

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

Artículo 122. Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir.

I. Contaminación de los cuerpos receptores.
II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas.
III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

Vinculación: *Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción del proyecto se empleará letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias que sean generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al manto freático. Para la etapa de operación las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR® (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

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

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

Vinculación: *Los residuos generados son depositados en contenedores y posteriormente serán enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano fuera de esta área.*

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

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

Vinculación: *Los residuos sólidos urbanos no peligrosos que serán generados dentro del predio se manejarán en contenedores y serán dispuestos en un sitio de disposición final adecuado, siendo en este caso, el relleno sanitario del municipio.*

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

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

Vinculación: *Durante la etapa de preparación de sitio y construcción no se contempla generar residuos peligrosos, sin embargo, en caso de que estos sean generados por los equipos y maquinarias que se encuentren operando, se ejecutarán acciones establecidas mediante un procedimiento para el manejo de los mismos. Durante la etapa de operación, se podrían generar residuos peligrosos en bajas cantidades, no obstante, se establecerá un almacén adecuado para este tipo de residuos, y se contratará a una empresa autorizada ante la SEMARNAT para su recolección y disposición final.*

II.3.2. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

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

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

Vinculación: *En los procedimientos de manejo de residuos que se implementarán para el proyecto (anexo 5) se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Para su disposición final se contará con un contrato de colecta por parte del municipio de Progreso.*

Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

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

Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.
Vinculación: *En los procedimientos de manejo de residuos que se muestran en el anexo 5 se indican que se implementará para el proyecto la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite y residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias; se

implementará un almacén temporal para resguardo y manejo adecuado de éstos por empresas autorizadas. Además, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.

Durante la etapa operativa, no se prevé la generación de residuos sólidos urbanos o de manejo especial, ya que no se contará con personal en el área, no obstante, se contará con dispositivos para su acopio temporal, y se dispondrán en un sitio autorizado para su confinamiento archivando los documentos probatorios resultantes.

II.3.3. LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta Ley se encarga de reglamentar el control de la extracción, así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, inclusive las que hayan sido libremente alumbradas y las superficiales, por lo anterior se deberá atender la presente Ley, en particular los siguientes artículos regulatorios:

Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Artículo 21. Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas.

Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

Vinculación: *Para la obtención del agua durante la construcción esta será obtenida mediante pipas, por su parte durante la operación el abastecimiento del agua será obtenida mediante el suministro de la red municipal. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán letrinas portátiles cuya disposición de residuos quedará a cargo de empresa proveedora del servicio. Así mismo, durante la etapa de operación Para la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR DLD14® (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

II.3.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

ARTICULO 4. Establece que es deber de todos los habitantes del país cuidar y preservar la fauna silvestre.

ARTÍCULO 18. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat…

ARTICULO 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre.

ARTICULO 106. Toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente ley o en la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, estará obligado a repararlos en los términos del código civil para el distrito federal en materia del fuero común y para toda la república en materia del fuero común federal, así como en lo particularmente previsto en la presente ley y el reglamento.

Vinculación: *El proyecto se ubica en una zona urbanizada por lo que no se fragmentará la flora, ni se afectará a la fauna silvestre por la construcción de obras de infraestructura y edificaciones, sin embargo, el proyecto contempla medidas para prevenir, minimizar y compensar por las afectaciones. De manera que se contempla la permanencia de áreas de conservación y áreas ajardinadas además durante las actividades constructivas del proyecto se contará con la supervisión permanente con personal capacitado que evite la afectación de áreas no autorizadas, además se contempla que el retiro de vegetación sea gradual para permitir la dispersión de la fauna.*
Se aplicará un programa de acciones para la protección de la fauna, que pudiese encontrarse previo y durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto para cada una de las etapas propuestas. Dichas medidas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.

II.3.5. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

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

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

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

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

Vinculación. *Con la presentación de la presente manifestación de impacto ambiental, modalidad particular para evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado a dichos artículos.*

En el proyecto se pretende realizar la construcción de un desarrollo de inmobiliario (viviendas unifamiliares) vinculándose al inciso Q de este artículo.

De manera que el presente estudio de impacto ambiental se presenta con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto de la construcción de vivienda unifamiliar en zona costera, acuerdo a lo que se establece en el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

CAPÍTULO III. Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

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

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

1.- Regional o
2.- Particular

Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el Cambio de Uso del Suelo de Áreas Forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

Artículo 17. El promovente deberá presentar a la secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I.- La manifestación de impacto ambiental.
II.- Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete.
III.- Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Artículo 19. La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro impresos de su contenido.

Vinculación: *El proyecto se somete a evaluación a través de la Manifestación de Impacto Ambiental para la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia de Impacto Ambiental, en virtud de que se incluye en el inciso Q referente a: Afectación de Desarrollo Inmobiliario que Afecte Los Ecosistemas Costeros.*

Es decir, el proyecto requerirá de autorización en Materia de Impacto Ambiental debido a lo siguiente:

- *El proyecto se encuentra en el municipio de Progreso, considerando el área como ecosistema costero según lo referido en el artículo 3°, fracción XIII Bis de la LGEEPA y artículo 4° del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.*

II.3.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el Art. 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y
b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad,

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechado.

Artículo 39. Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Artículo 40. La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:
II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Artículo 82. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones de este Art., además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

Artículo 129. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas

acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

Vinculación: *Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, es probable que se generen algunos residuos de manejo especial, tales como los excedentes de tierra, los cuales serán reutilizados para la conformación de terracerías. Los residuos que pudieran generarse serán almacenados y trasladados a un centro de acopio para su reciclaje o confinamiento según el caso. En la obra se contará con un área especializada para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y estará construida de acuerdo a las especificaciones del reglamento.*

Durante la operación en el caso de algún derrame o accidente, los suelos impregnados con residuos peligrosos serán considerados como tal, se retirarán del sitio y recibirán el mismo manejo.

Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas.

II.3.7. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.

Artículo 134. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 152. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diésel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.

Artículo 155. Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, deberán ser sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.
Vinculación: *Se promoverá que los vehículos que se empleen para la construcción del proyecto se les realicen el mantenimiento apropiado en talleres autorizados y fuera del área del proyecto (Afinaciones, cambios de aceite,) para el control de las emisiones generada.*

Artículo 151. Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.

Vinculación: *Durante la construcción del proyecto se emplearán letrinas móviles para los trabajadores, de acuerdo al avance del proyecto. Las aguas sanitarias generadas de esta forma, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea. Además, se implementará una supervisión para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales de los sanitarios portátiles. Para la etapa de operación, las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR DLD14® (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para en su caso, ser vertidas a un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente (anexo 7).*

II.3.8. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA.

Artículo 13. Para 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.
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.

Artículo 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

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

Vinculación: *Se promoverá la verificación de los vehículos que se empleen durante la construcción del proyecto para el control de las emisiones generadas; de igual manera se realizarán mantenimientos a los sistemas de la unidad. Se contará con una bitácora de supervisión para el control de dicho punto.*

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

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

II.3.9. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.

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

Artículo 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:

- **I.** Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento.
- **II.** Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente.
- **III.** Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales.
- **IV.** Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga.
- **V.** Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente.
- **VI.** Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado.
- **VII.** Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;
- **VIII.** Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento".
- **IX.** Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;
- **X.** Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y

XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y mediante un simple aviso.

Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores, basura, materiales, y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos.

Vinculación: *Durante la construcción del proyecto se emplearán letrinas móviles para los trabajadores, de acuerdo al avance del proyecto. Las aguas sanitarias generadas de esta forma, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea. Además, se implementará una supervisión para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales de los sanitarios portátiles. Para la etapa de operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR® DLD14 (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente (ver anexo 7).*

II.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas que regulan las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de los recursos naturales.

Aunado a lo anterior, se deberá recomendar a los diferentes contratistas que realicen el servicio en las diferentes obras que le den el mantenimiento de sus vehículos automotores y maquinaria en general para dar cabal cumplimiento a las normas oficiales mexicanas que se citan en la siguiente tabla.

Por lo que a continuación se realiza un análisis de la normatividad ambiental que incide directamente sobre el proyecto; también se indica las actividades de prevención y atenuación según lo especificado por la norma:

II.4.1. EN MATERIA DE AGUA

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

Vinculación. *Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción del proyecto se empleará letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias que sean generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al manto freático. Para la etapa de operación las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR® (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

II.4.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

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

Vinculación: *Para dar cumplimiento a la normatividad expuesta, durante el desarrollo del proyecto se supervisará que todos los vehículos empleados presenten buenas condiciones mecánicas; esto con el fin de minimizar las emisiones de gases a la atmósfera. Por lo que los vehículos utilizados contarán con mantenimientos periódicos.*

NOM-045-SEMARNAT-2017. Esta Norma que establece Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Y los niveles máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (D.O.F. 08/Marzo/2018).

Vinculación: *Los vehículos utilizados durante la preparación del sitio y operación, deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad por humo. Aunque esta norma no es aplicable a la maquinaria, y el uso de esta será en un lapso corto de tiempo, se verificará que estos cuenten con un mantenimiento periódico.*

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (D.O.F. 13/enero/1995).

Vinculación: *Los vehículos que sean empleados durante la obra serán objeto de mantenimiento periódico que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para construcción, sin embargo, la generación de ruido por vehículos automotores no rebasará los 68 dB permitidos durante el día.*

II.4.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

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

Vinculación: *Durante las diferentes etapas del proyecto se podrían generar este tipo de residuos, de manera que se solicitará que las unidades empleadas reciban mantenimiento previo a su incorporación hacia el área del proyecto para evitar el derrame de residuos peligrosos. En caso de que durante la construcción se generen cantidades pequeñas de residuos peligrosos, su manejo deberá ser de manera independiente a los residuos domésticos. Los residuos que se generen serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del reglamento de la LGPGIR. Se aplicará el procedimiento de manejo de residuos peligrosos, el cual se puede observar en el* ***Anexo 5*** *del estudio en cuestión.*

II.4.4. EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA

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

Vinculación: *Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de flora y fauna del* ***Capítulo IV****. En el área delimitada no se tuvo registro de alguna especie de flora enlistada en la presente NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, si se diera el caso de observar especies para el caso de fauna silvestre durante alguna etapa del proyecto se llevarán a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados por dicha obra, mediante la implementación del Programa acción para la protección de la fauna silvestre (Ver* ***Anexo 6*** *de este estudio). Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.*

De igual forma el proyecto contempla el establecimiento de áreas de conservación (superficies donde se plantarán especies de flora nativa) que propiciará la permanencia de vegetación que proveerá de áreas de refugio y alimentación de especies de importancia en algún estatus de riesgo.

II.5. DECRETOS REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

II.5.1. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP´s)

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

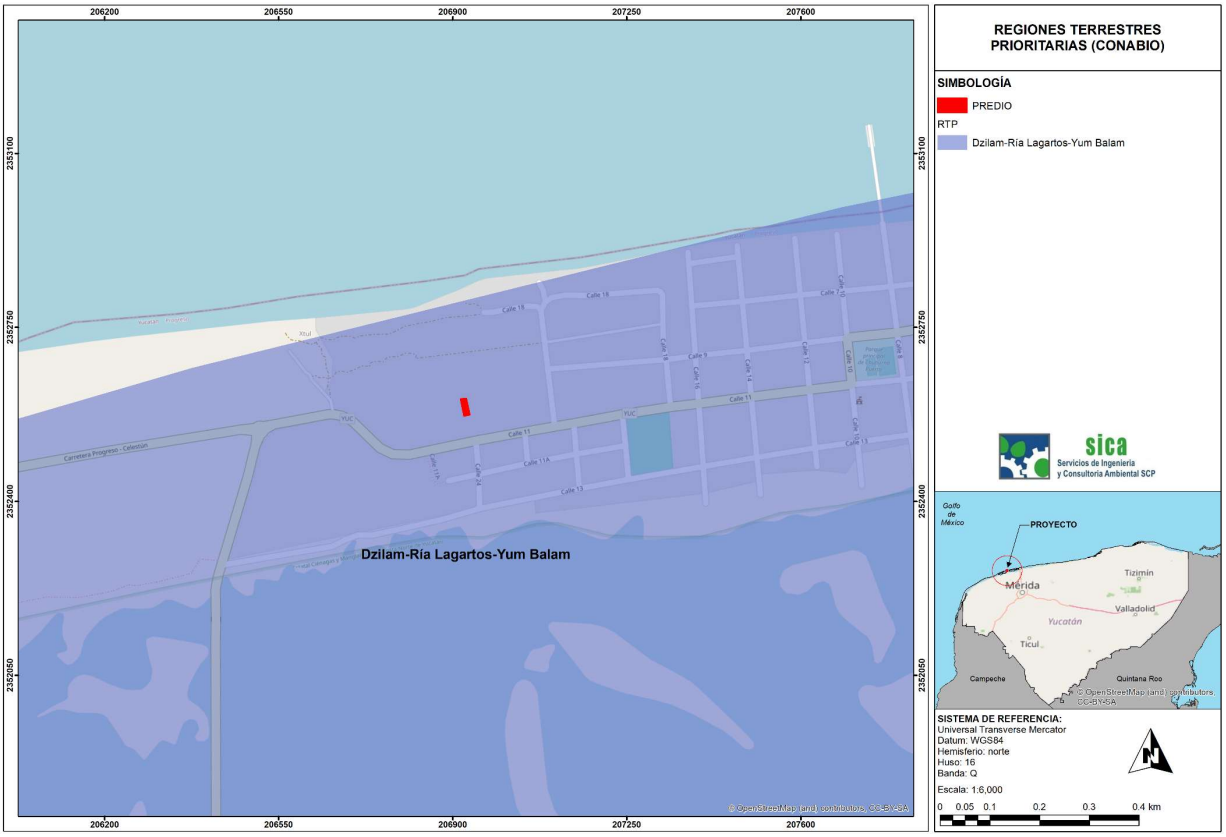


Figura II.7. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Vinculación: *Como se observa en la figura siguiente, el proyecto se encuentra fuera de alguna RTP, sin embargo, se encuentra cercano a la* ***RTP DZILAM- RIA LAGARTOS- YUM BALAM.*** *No obstante, a lo planteado con anterioridad, previo al inicio de obra se llevará a cabo un Programa de acción para la protección fauna silvestre. Así mismo, dentro del predio se mantendrán áreas de conservación y áreas ajardinadas que contribuirán para una mayor conectividad en la región. Con todo lo anterior, se puede indicar que el presente proyecto contempla la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de la región, y por ende de los servicios ambientales que se prestan en la zona.*

II.5.2. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP´s)

Las RHP se refieren a la parte alta, media o baja de una cuenca o subcuenca o de un cuerpo de agua individual, significativa por sus recursos hídricos y biológicos, los cuales son factibles de ser conservados y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos resultado de las actividades de uso y explotación de los mismos por parte de los sectores público o privado, tal como se señala en la siguiente figura del proyecto en cuestión que se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Anillo de Cenotes.

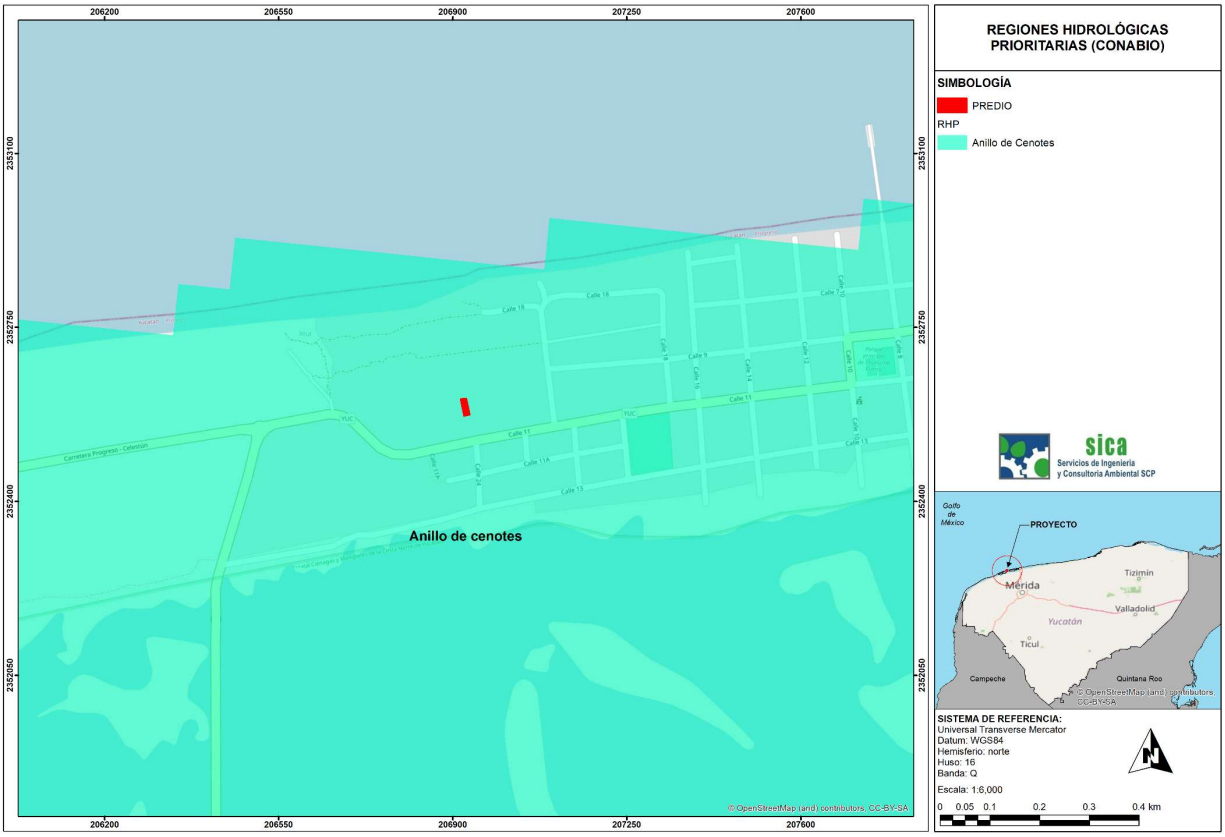


Figura II.8. Ubicación del proyecto en relación a las Hidrológicas Terrestres Prioritarias.

Vinculación: *El predio bajo estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria* ***102. ANILLO DE CENOTES,*** *que abarca una superficie de 16,214.82 m^2 (Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N-Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W. Esta región posee un el clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 oC. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.*

A pesar de que el predio se encuentra inmerso en esta región donde abundan los cenotes, en el área y en sus colindancias inmediatas, no se encontró ningún cuerpo de agua natural que pudiera afectarse por la implementación de las obras de este proyecto. Sin embargo, se tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales de origen sanitario; para la etapa de preparación de sitio y construcción de obras, se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo que serán de uso obligatorio. Para la etapa de operación las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el SITAR® (capacidad de 1,300 L/día), que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados le dará tratamiento primario y secundario, para posteriormente darle el tratamiento terciario pasando el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

Con base a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las Regiones Hidrológicas Prioritarias declaradas en el estado de Yucatán.

II.5.3. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP´s).

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

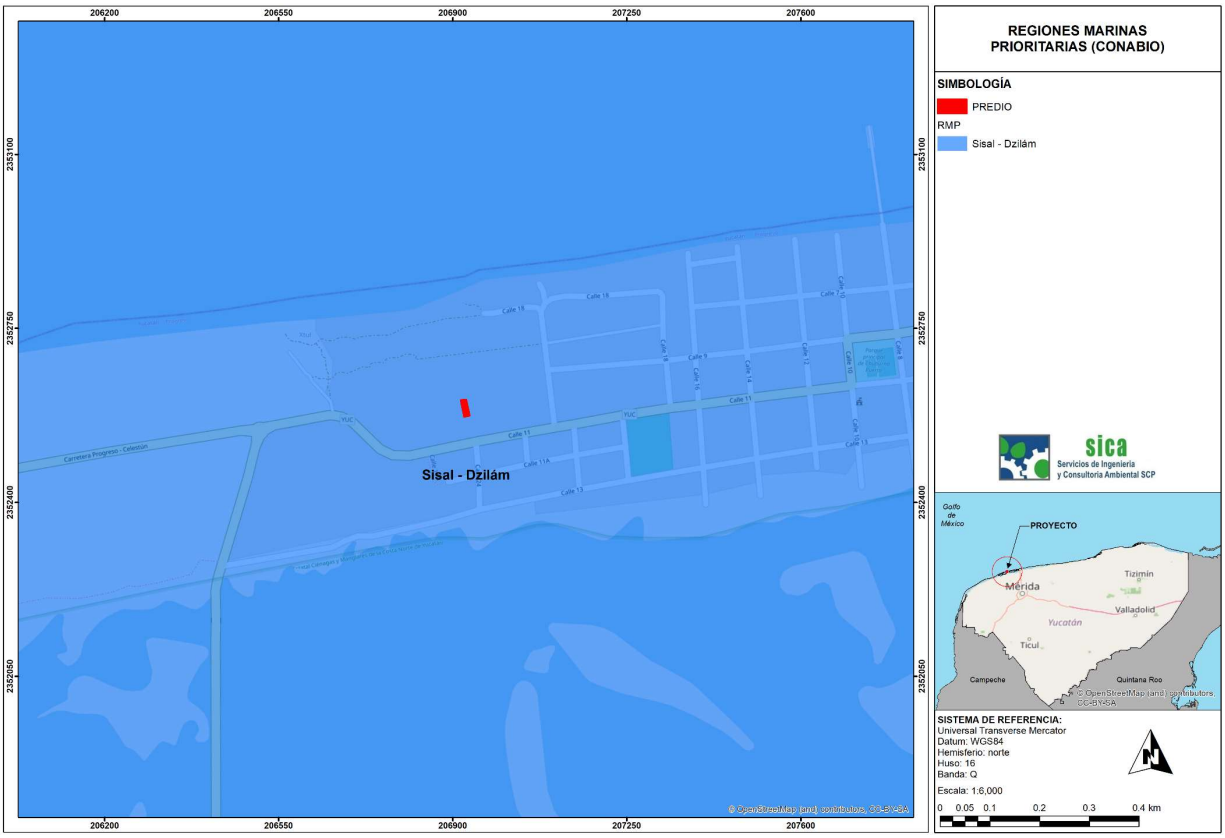


Figura II.9. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Vinculación: *El proyecto se ubica dentro de la **RMP 61. SISAL-DZILAM**, la cual tiene un clima cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes. Esta región es una zona costera con dunas y petenes y abarca una extensión de 10,646 km^2 (coordenadas: Latitud. 21°40'48" a 20°28'12", Longitud. 90°21' a 88°26'24' y aunque no se encuentra en la primera línea de costa ni se afectará algún ecosistema costero durante la realización de esta obra, se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del acuífero. Entre las medidas se señala el uso obligatorio de letrinas móviles para los trabajadores durante la preparación de sitio y construcción. Así como el tratamiento de las aguas sanitarias durante la etapa operativa. Con base a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las Regiones Marinas Prioritarias declaradas en el estado de Yucatán.*

II.5.4. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisionomía de la vegetación.

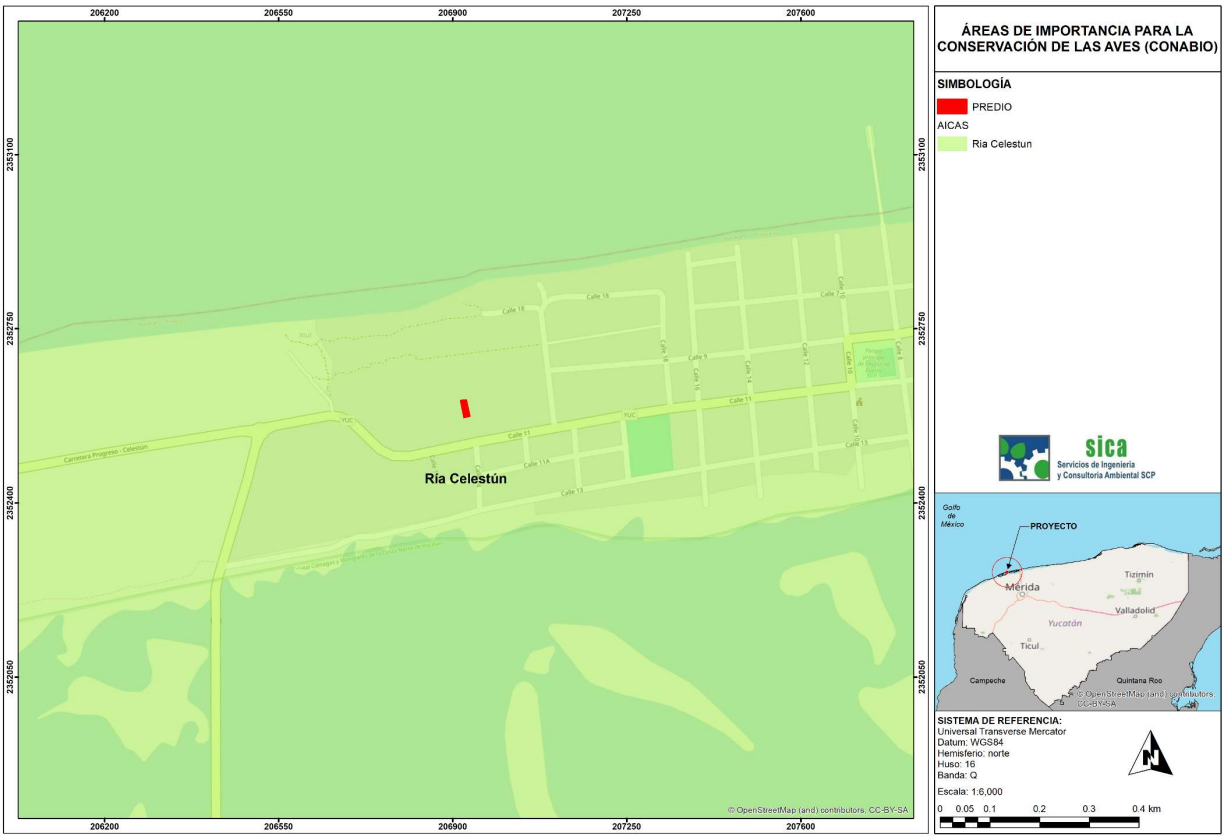


Figura II.10. Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Vinculación: *Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso en el AICA denominado* ***ICHKA' ANSIJO****. Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto se prevé que los impactos a la avifauna sean mínimos, tomando en consideración las medidas pertinentes establecidas en el Capítulo IV. Además, en el predio se establecerán áreas de conservación las cuales contarán con vegetación nativa que favorecerá al percheo de las aves. Con base en lo anterior se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es congruente con el ambiente.*

II.5.5. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM).

El proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) procura la unión de los ecosistemas de Norteamérica con los de Sudamérica a través del Istmo Centroamericano, uniendo ecosistemas naturales y poco alterados, así como, áreas con uso sustentable de los recursos naturales. El Corredor involucra a México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá, y tiene su sede en la ciudad de Managua, Nicaragua.

En México, el proyecto contempla 5 corredores biológicos entre los que figuran: Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas), Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas), Calakmul – Bala'an K'aax (Campeche), Sian Ka'an - Bala'an K'aax (Quintana Roo) y Costa Norte de Yucatán (Yucatán).

El objetivo del CBM en México es fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos. También, el objetivo del proyecto es servir como instrumento para que los recursos del gobierno apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad.

Vinculación: *El proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, con respecto al uso sustentable de los recursos, promoviendo su conservación para las generaciones futuras. Debido a que el proyecto busca la sustentabilidad al realizar una conversión productiva del área a un proyecto el cual traerá fuentes de empleo temporales y permanentes para los habitantes de los municipios cercanos y por ende mejora en la calidad de vida. Una vez expuesto lo anterior es importante concluir que el proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México.*

CAPÍTULO III

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

CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA....1

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA....1

III.2 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA....2

III.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS....3

III.2.1.1 CLIMA....3

III.2.1.2 GEOLOGÍA....11

III.2.1.3 SUELOS....17

III.2.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA....19

III.2.2 FACTORES BIÓTICOS....23

III.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE....23

III.2.2.2. FAUNA SILVESTRE....74

III.2.3 PAISAJE....105

III.2.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS....107

III.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL....111

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

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

El proyecto se ubica en la Región II Noroeste del estado de Yucatán en un predio urbano perteneciente a la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso.

Con el propósito de precisar los límites del área de estudio e influencia del proyecto, así como el de identificar las condiciones físico-bióticas que prevalecen en ellas, se realizó un análisis de las regionalizaciones establecidas por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) de los ordenamientos ecológicos territoriales, así como también basado en la vegetación más representativa de la zona y la zona urbana o de asentamientos humanos, tomando como base los datos obtenidos del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VII, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Por lo que, de acuerdo a lo anterior se generó una Región Ecológica el cual cuenta con una superficie de **7,956,256.36 m²**. A continuación, se puede observar dicho sistema:

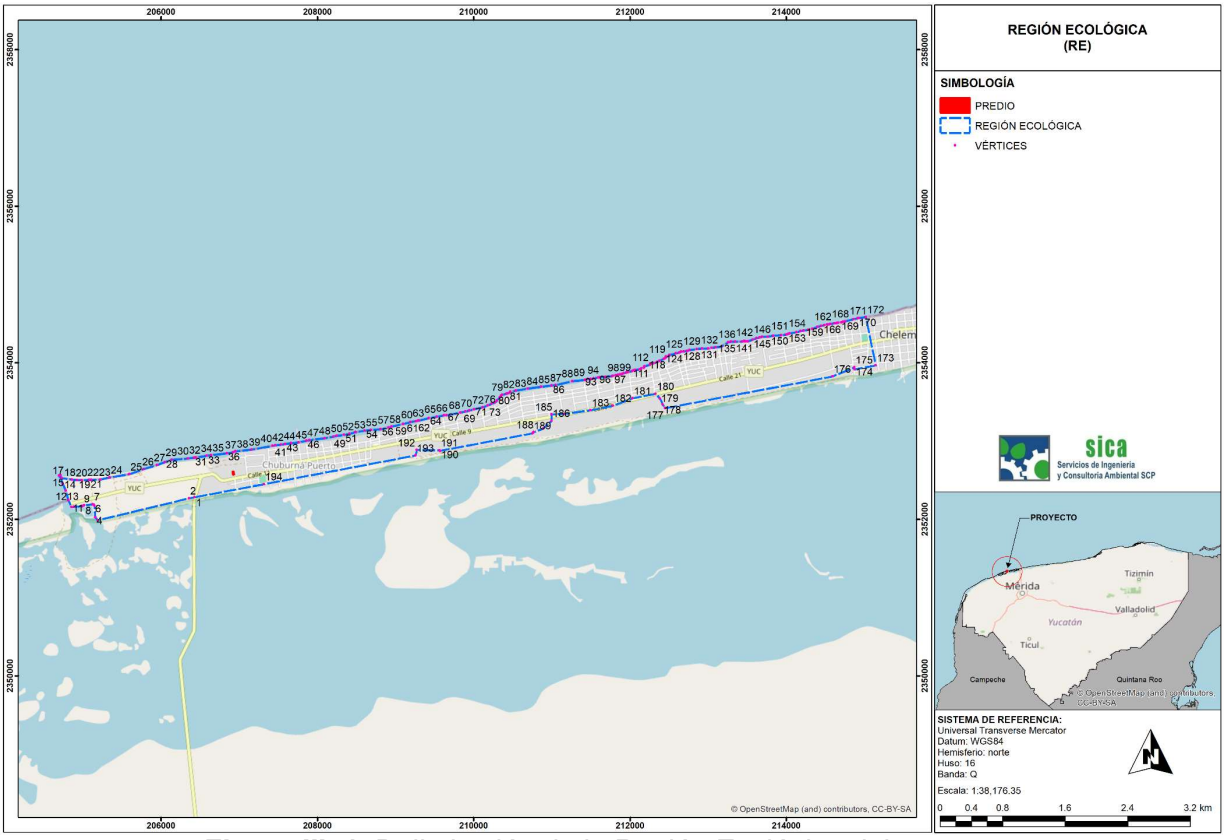


Figura III. 1. Delimitación de la Región Ecológica del proyecto.

Como referencia para la descripción de la Región Ecológica y de los elementos físicos y biológicos que forman parte de dicha región, también se llevó a cabo un análisis de los componentes ambientales basados en las prospecciones del monitoreo de flora y fauna en el área donde se llevará a cabo el proyecto. De igual forma se tomó en cuenta la información bibliográfica conocida de la zona; por último, para el apartado socioeconómico se analizaron datos del municipio de Progreso, dependiendo directamente de la disposición de información.

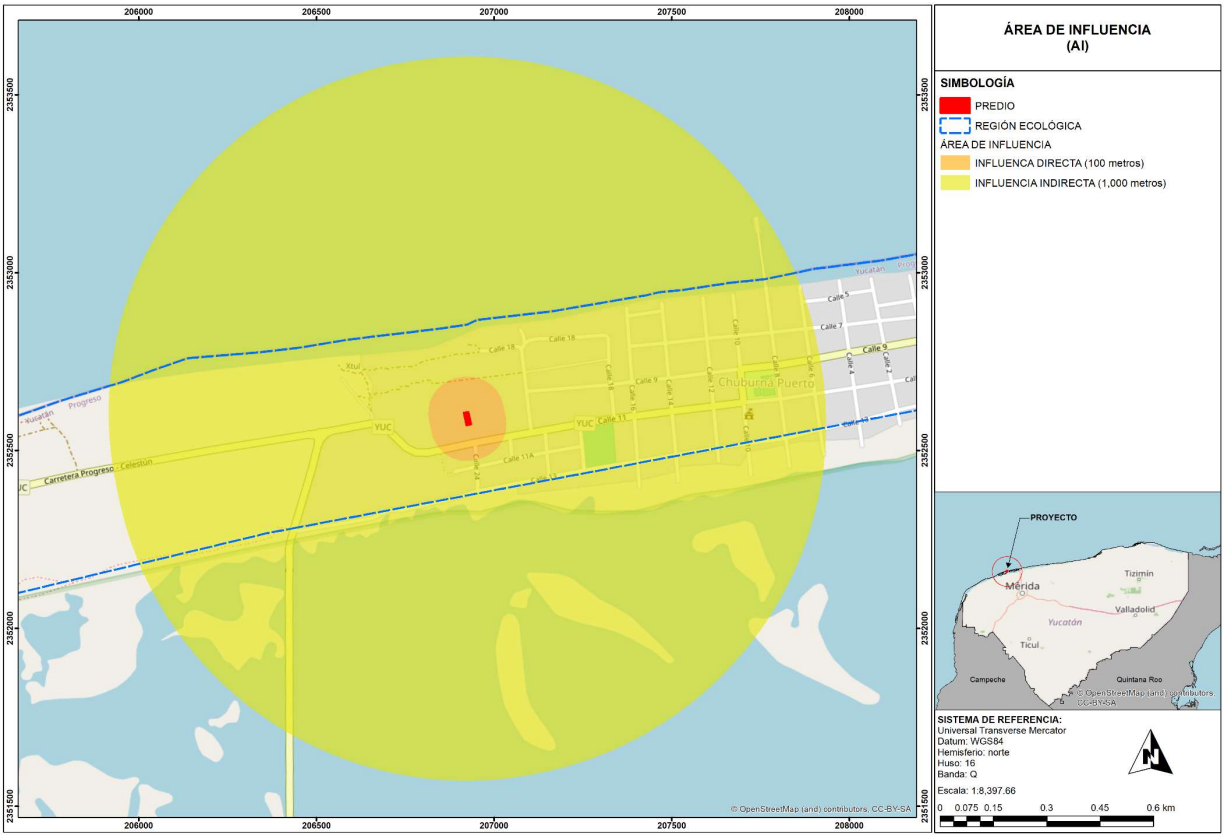


Figura III. 2. Delimitación del Área de Influencia

III.2 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

Como referencia para la descripción de la Región Ecológica y los elementos físicos y biológicos que forman parte de dicha región, también se llevó a cabo un análisis de componentes ambientales basados en las prospecciones del monitoreo de flora y fauna en el área donde se llevará a cabo el proyecto. De igual forma se tomó en cuenta la información bibliográfica conocida de la zona y, por último, para el apartado socioeconómico se analizaron datos del municipio de Progreso, dependiendo directamente de la disposición de información.

III.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

III.2.1.1 CLIMA

De acuerdo a Köppen, el clima identificado para la zona de Yucatán se clasifica entre Bs y Aw esto se comprende entre los muy áridos (BW) y los húmedos (A o C). El símbolo S indica que el cociente de precipitación-temperatura (P/T), es de 23.6, por lo que se considera que este es el menos seco entre los climas secos (semisecos). El símbolo (h), indica que es un tipo climático cálido. El símbolo w señala que el tipo climático cuenta con un régimen de lluvias de verano, en donde el mes más lluvioso es por lo menos 10 veces mayor que el mes más seco y el porcentaje de lluvia invernal es de más de 11 veces.

En la parte norte de la península, especialmente en el estado de Yucatán, existe una franja Climática del tipo Bs (seco estepario), con algunas variantes, la cual se caracteriza por tener escasas lluvias y altas temperaturas; dicha franja se extiende desde Celestún hasta El Cuyo, alcanzando su parte amplia en la zona de Progreso. Este tipo de clima es intermedio entre el clima árido (Bw) y los húmedos (A o C). Los subtipos de clima registrados son el Bs0 (h') w (x'), Bs0 (h') (e), BS0 (h') W'' i y Bs1 (h') W''i.

Este tipo de clima presenta características en costas occidentales que bordean los anticiclones subtropicales oceánicos, las masas de aire tropical marítimo (mTs) subsidentes son estables y secas. En estrechos cinturones costeros prevalecen climas de desierto extremadamente secos, pero relativamente frescos y con niebla. La oscilación anual de la temperatura es pequeña.

En este clima se distribuyen los tipos de vegetación xerófilos y halófitos, así como selva baja caducifolia espinosa. También se distribuyen otros tipos de vegetación tales como dunas costeras y manglar.

De acuerdo a lo anterior y a las modificaciones hechas por García a la clasificación Köppen, de la región ecológica del proyecto, así como el predio se ubican en una franja climática del subtipo de **clima BS_0 (h') w(x')** (ver figura III.3.)**,** la cual ocupa una pequeña extensión, colindante con la línea de costa, de la porción noroccidental de la entidad, entre las localidades de Sisal y Telchac Puerto.

Este subtipo de **clima BS_0 (h') w(x')** se distingue por ser el más seco de ellos, condición que se refleja en el cociente p/t que varía entre 17.4 y 22.4, muy abajo del límite de 22.9 que lo separa del subtipo BS1 (h') w(x') relativamente menos seco.

Tabla III.1. Símbolos climáticos en la Península de Yucatán.

GRUPO DE CLIMA	DESCRIPCIÓN
A	Grupo de climas cálido – húmedos Temperatura media del mes más frio mayor de 18ºC.
B	**Grupo de climas secos**

Tabla III.2. Símbolos climáticos en la Península de Yucatán.

TIPO / SUBTIPO	DESCRIPCIÓN
BW	Muy seco o desértico, el límite con los **BS** está dado por una formulación entre régimen y cantidad de lluvias y condiciones de temperatura.
BS	Es el tipo semiárido que se subdivide en dos subtipos de acuerdo a su grado de humedad.
BS_0	El más seco de los semiáridos, con un cociente P/T menor de 22.9
BS_1	El menos seco de los semiáridos, con un cociente P/T mayor de 22.9
	w. régimen de lluvias en verano; por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco. Porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.
	w(x´) Régimen de lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 respecto a la anual.
	(x') w. Régimen de lluvias uniformemente repartido o intermedio, con un porcentaje de lluvia invernal entre 10.2 y 18.
	(h´). Muy cálido, temperatura media anual mayor de 22ºC y la del mes más frio mayor a 18 ºC.
	w´´. Presenta sequía intraestival o canícula.
	i. Isotermal, oscilación de la temperatura menor de 5 ºC.
	(i´). Con poca oscilación entre 5 y 7 ºC.
	g. Marcha de la temperatura tipo Ganges. Lo que significa que el mes más cálido se presenta antes del Solsticio de Verano.

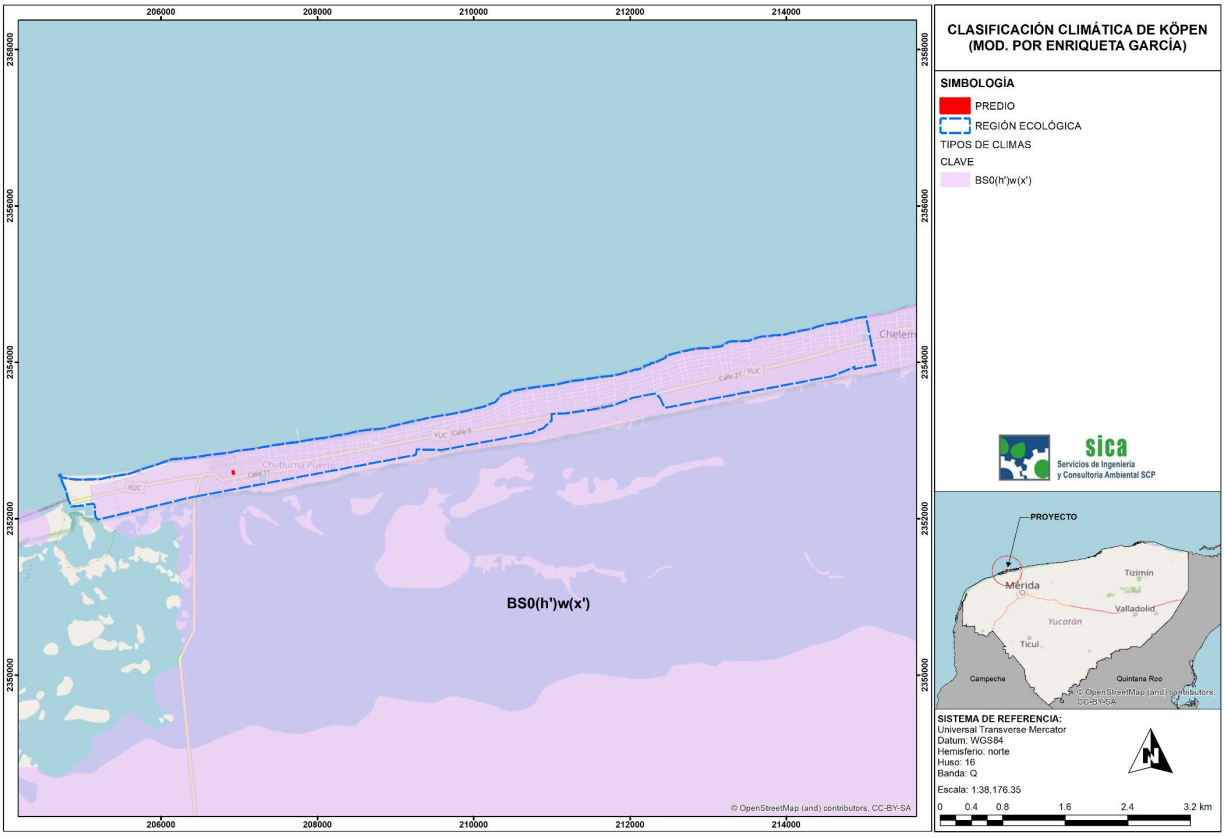


Figura III. 3. Tipo de clima de la Región Ecológica del proyecto.

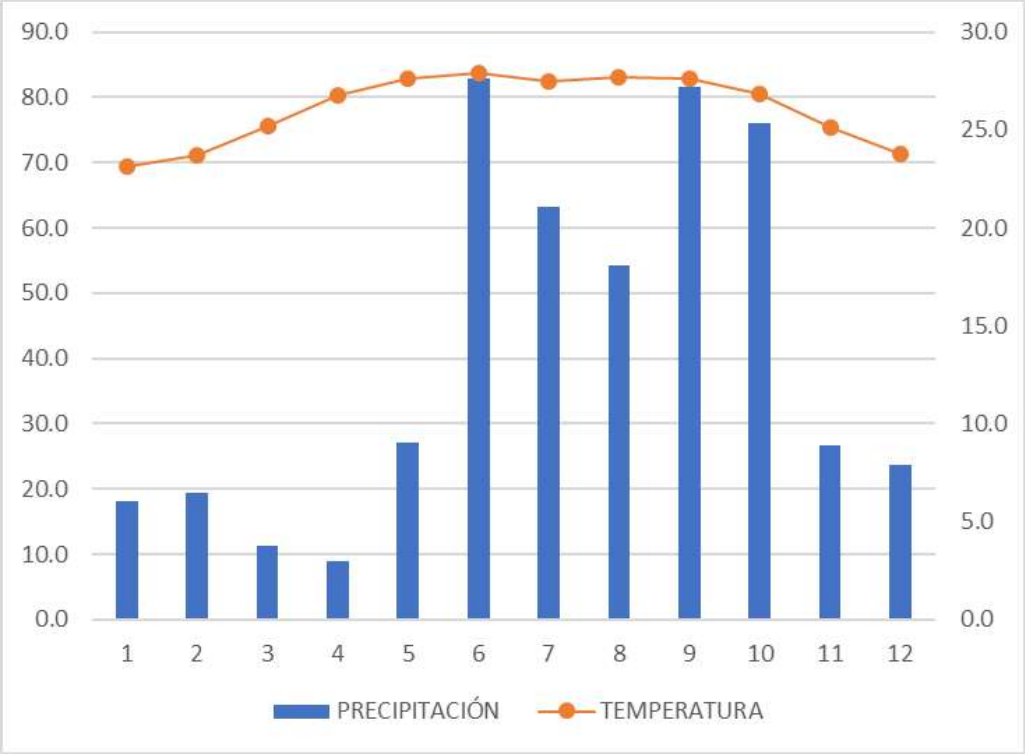
TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y PRECIPITACIÓN

De acuerdo a los registros de la estación meteorológica más cercana al proyecto: estación de **00031023 PROGRESO (OBS),** en los años de 1951 a 2010se tienen los siguientes datos para el área de estudio:

Tabla III.3. Temperatura y precipitación media anual.

MES	TEMPERATURA PROMEDIO	PRECIPITACIÓN
Enero	23.2	18.0
Febrero	23.7	19.3
Marzo	25.2	11.3
Abril	26.7	8.9
Mayo	27.6	27.0
Junio	27.9	82.8
Julio	27.5	63.3
Agosto	27.7	54.3
Septiembre	27.6	81.5
Octubre	26.8	76.0
Noviembre	25.1	26.6
Diciembre	23.8	23.8
***** Servicio Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica **00031023 PROGRESO (OBS)** PERIODO: 1951-2010.		

La temperatura media anual es de 26.1°C, los meses más calientes son junio y agosto y el más frío es enero. La temperatura media mensual es siempre superior a 22 °C, mientras que la media anual es de 26.1 °C. Las temperaturas máximas puntuales han sido 44°C y 4.5 °C respectivamente. No se presentan heladas.



Gráfica III.1. Temperatura y precipitación promedio.

BALANCE HÍDRICO (EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN).

Es importante recordar que el balance hídrico no es más que una evaluación de las ganancias y pérdidas de agua sufrida por el suelo en periodos de tiempo definidos, donde las ganancias de agua están representadas por las precipitaciones registradas en las estaciones meteorológicas y las pérdidas están constituidas por las escorrentías superficiales (que en Yucatán son ausentes), las percolaciones y la evaporación desde la superficie del suelo. Es importante hacer notar qué bajo estas condiciones de intensa evaporación, es muy difícil que la escasa precipitación encuentre las condiciones propicias para infiltrarse. Antes de que esto pueda ocurrir el calor y el viento se encargan de impedir su transmisión a las capas del subsuelo. Sin embargo, durante los meses de junio a noviembre, la precipitación pluvial incrementa, situación que debe considerarse para la zona del proyecto.

Conforme a los datos de los últimos 30 años, la humedad relativa ha presentado el siguiente patrón: septiembre (78%,), octubre (77%) y agosto (76%) que son los meses más húmedos. En el extremo contrario se encuentran los meses de abril con el 63%, marzo con el 65% y mayo también con el 65%, de humedad relativa.

VIENTOS

- Vientos Dominantes

Los vientos dominantes en la región son de dirección noreste y sureste. Los más importantes 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 estos "Nortes" se acompañan con vientos de más de 100 Km./h.

Los vientos del sureste predominan en primavera-verano, registrando velocidades medias más altas de 9.8 Km./h y los del este con velocidades medias de 8.5 Km./h. Los vientos del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno con velocidades medias de 3.2 Km/hrs. Los vientos del noroeste predominan durante la primavera con velocidades medias de 7.9 km/h. Se estima que se presentan más de 300 días con viento al año (Flores y Espejel, 1994).

- Vientos alisios.

Los vientos alisios penetran con fuerza a la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. Se originan por el país desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica, localizada en la porción centro norte del océano Atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, atraviesan la porción central del Atlántico y el Mar Caribe, cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. (UADY, 1999).

FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS

La Región Ecológica, así como el predio del proyecto se encuentra en una zona de afectaciones por tormentas tropicales y huracanes. Se observan principalmente dos tipos de fenómenos atmosféricos que producen vientos mayores a los 70 Km/hr. Los vientos del componente N y NO llamados nortes que se presentan entre noviembre y marzo, de origen polar y las depresiones tropicales del Atlántico que pueden evolucionar en tormentas y huracanes durante su paso por el Mar Caribe, su componente es E y SE y se presentan principalmente entre junio y octubre, siendo septiembre el mes en que más inciden. En forma eventual se registran vientos del oeste considerados tradicionalmente perjudiciales (Chik'nic), su origen puede ser por depresiones atmosféricas formadas cerca de la Península, en el Canal de Yucatán o Golfo de México.

- **HURACANES**

Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión. Esto da lugar a las tormentas tropicales y

dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un ciclón o huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan en el hemisferio norte en el sentido contrario al de las manecillas del reloj con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Dependiendo del sitio en que se originen tendrá su trayectoria particular pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud.

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

En los últimos años los huracanes o ciclones han afectado de diferente manera la península de Yucatán, entre los más recientes se pueden citar el huracán Isidore, registrado como de categoría III en la escala de Saffir-Simpson; el cual provocó cuantiosos daños en los Estados que conforman la Península a finales de septiembre del 2002.

De acuerdo con Flores y Espejel (1994), los huracanes ocurren cada 8 a 9 años, siendo que para los considerados como peligrosos la frecuencia media oscila entre los 8 y 15 años. No obstante, como se aprecia en la tabla siguiente, la incidencia de huracanes en el sitio es de tres años en promedio. Es importante señalar que lo anterior ha cambiado por diversas razones como producto del cambio climático que se presenta en el planeta.

Tabla III.4. Huracanes que han impactado la región de Yucatán (1980-2003).

HURACÁN	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	AÑO DE OCURRENCIA	VIENTOS MÁXIMOS SOSTENIDOS	CATEGORÍA*
Gilbert	Puerto Morelos, Quintana Roo (La Pesca, Tamaulipas)	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila	1988	287 (215) (km/h)	H5 (H4)
Diana	Chetumal, Quintana Roo (Tuxpan, Veracruz)	Yucatán, Campeche, Veracruz, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Nayarit	1990	110 (158) (km/h)	TT (H2)
Roxanne	Tulum, Quintana Roo (Martínez de La Torre, Veracruz)	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz	1995	185 (45) Km/h	H3 (DT)
Dolly	Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo (Pueblo Viejo, Veracruz)	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León	1996	110 (130) km/h	TT (H1)
Isidore	Telchac Puerto,	Yucatán, Campeche,	2002	205 km/h	H3

HURACÁN	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	AÑO DE OCURRENCIA	VIENTOS MÁXIMOS SOSTENIDOS	CATEGORÍA*
	Yucatán	Quintana Roo			
Emily	Cozumel, Quintana Roo	Yucatán, Quintana Roo	2005	215 km/h	H3

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

- **NORTES**

Los frentes fríos, comúnmente denominados “nortes”, llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico. Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo.

Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán.

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

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

- **INUNDACIONES**

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

- **TORMENTAS TROPICALES**

Los fenómenos de mayor severidad en la región son las tormentas tropicales, que afectan las principales actividades económicas del área, que son la pesca y el turismo. Se presentan con lluvias torrenciales y altas velocidades de vientos, ocasionando erosión de playas, y daños económicos en infraestructura. El efecto más perceptible son la ruptura y desgajamiento de las ramas y las plantas, principalmente en la duna costera y los manglares debido al embate del viento.

- **SEQUÍA INTRAESTIVAL O CANÍCULA**

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

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

- **RADIACIÓN SOLAR**

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

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el norte y el sur de la región; para la porción norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la porción sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 4ª 01 ly/día, es decir, que los valores registrados en la porción norte son ligeramente más bajos que los de la porción sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado en la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se ha registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año).

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

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

III.2.1.2 GEOLOGÍA

- **GEOLOGÍA**

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte, de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (González y otros, 1999).
El subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962), y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. El Cuaternario aflora las zonas costeras y corresponde a depósitos calcáreos expuestos después de una ligera emersión de la península.

De tal manera que la mayor parte del estado se compone principalmente de calizas del periodo Terciario. Sin embargo, la falta de arcillas y margas del Terciario Superior sobre la caliza provoca que en periodos de lluvias se infiltre rápidamente el agua, disolviendo las rocas y formando un relieve denominado karst o cárstico (CNA, 1997). Desde la superficie hasta los 220m de profundidad se conforma de estrato casi horizontales de calizas masivas,

recristalizadas y de buena permeabilidad; después de los 220m, de capas impermeables de margas y calizas cuyos espesores se extienden varios centenares de metros (Botellín y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962). En consecuencia, no hay cursos de aguas superficiales; las lluvias saturan el terreno, colman el bajo relieve y se filtran al subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades como grutas, cavernas o sumideros.

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

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactas recristalizadas, de ambiente marino en facies de banco y litoral de textura fina a media, dispuesta en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como miliólidos indeterminados. La unidad presenta algunos horizontes calcáreo-arcillosos friables y margas blancas; se encuentran rocas del Cuaternario principalmente (coquinas, suelos residuales, arenas, arcillas y turbas); y comprende playas de barrera y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina. La zona costera está constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a crema del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno.

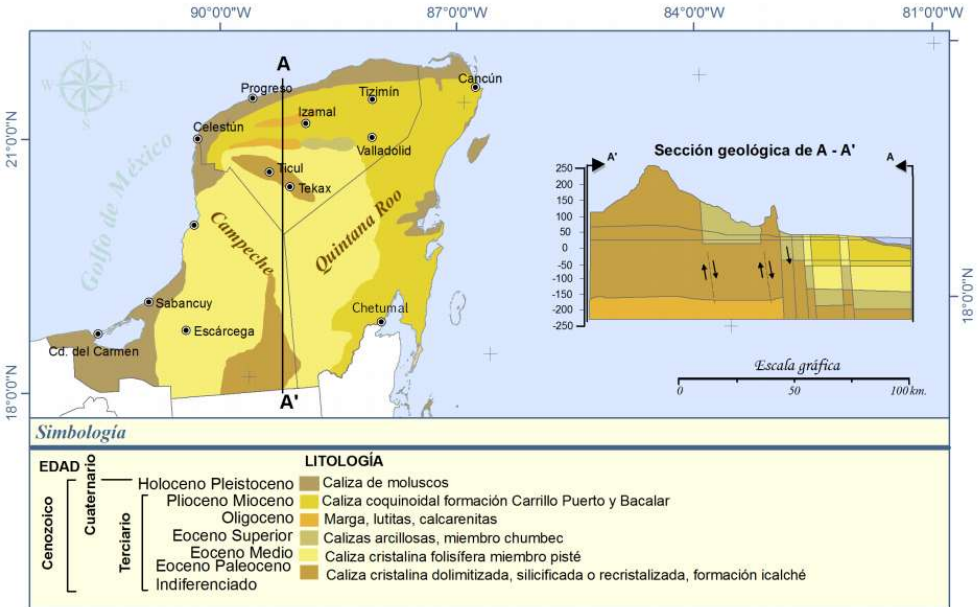


Figura III. 4. Clasificación geológica de la Península de Yucatán.

La litología superficial del área de estudio está conformada por materiales recientes (Holoceno), y por rocas calizas de la plataforma (Pleistoceno), los principales procesos son de disolución de los carbonatos (Karstificación), la meteorización superficial de la roca, la erosión y la acumulación mecánica de sedimentos transportados por la corriente litoral y la acción del viento.

Describiendo el proyecto, se localiza en la región denominada Cuaternario no diferenciada (Figura III.5), el cual es un afloramiento dispuesto en una franja a lo largo de las costas del Norte y el Oeste de la Península. Las calizas consolidadas pertenecen al Pleistoceno y los niveles más elevados, así como los depósitos costeros son del Holoceno. En general la zona está formada por calizas no diferenciadas con conchas masivas.

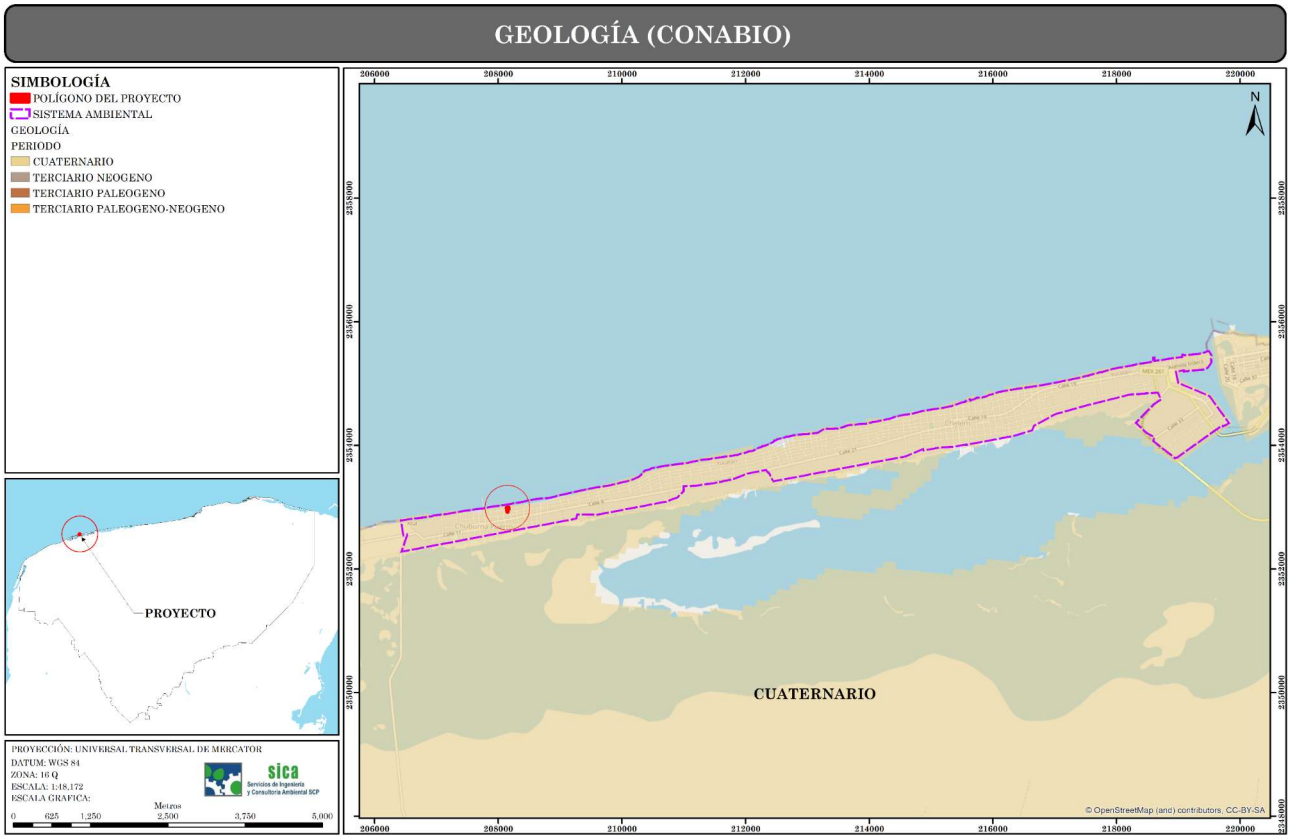


Figura III. 5. Mapa del área de influencia y el predio con respecto a la geología de la península.

- **GEOMORFOLOGÍA**

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

Presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 2 y 20 m y, no ostenta formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macro relieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. De forma particular, el área del proyecto en cuestión ocupa una Planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados de pendiente) karstificada. Para el área de la Región Ecológica, se puede detectar en cuanto a su geomorfología e hidrología que cuenta

con un sistema fluvio-palustre el cual se ubica sobre **planicies de acumulación** que se alojan en cuencas de acumulación marginal. Están expuestas a regímenes de inundación semipermanente y extraordinaria por lo que existe hidromorfismo en los suelos y vegetación hidrófila como vegetación riparia, manglares, popales, tulares, pastizales inundados y selvas bajas y medianas inundables. De manera particular, el área de estudio se encuentra inmersa en una zona litoral y es considerada como una planicie de acumulación, tal y como se observa en la figura III.6.

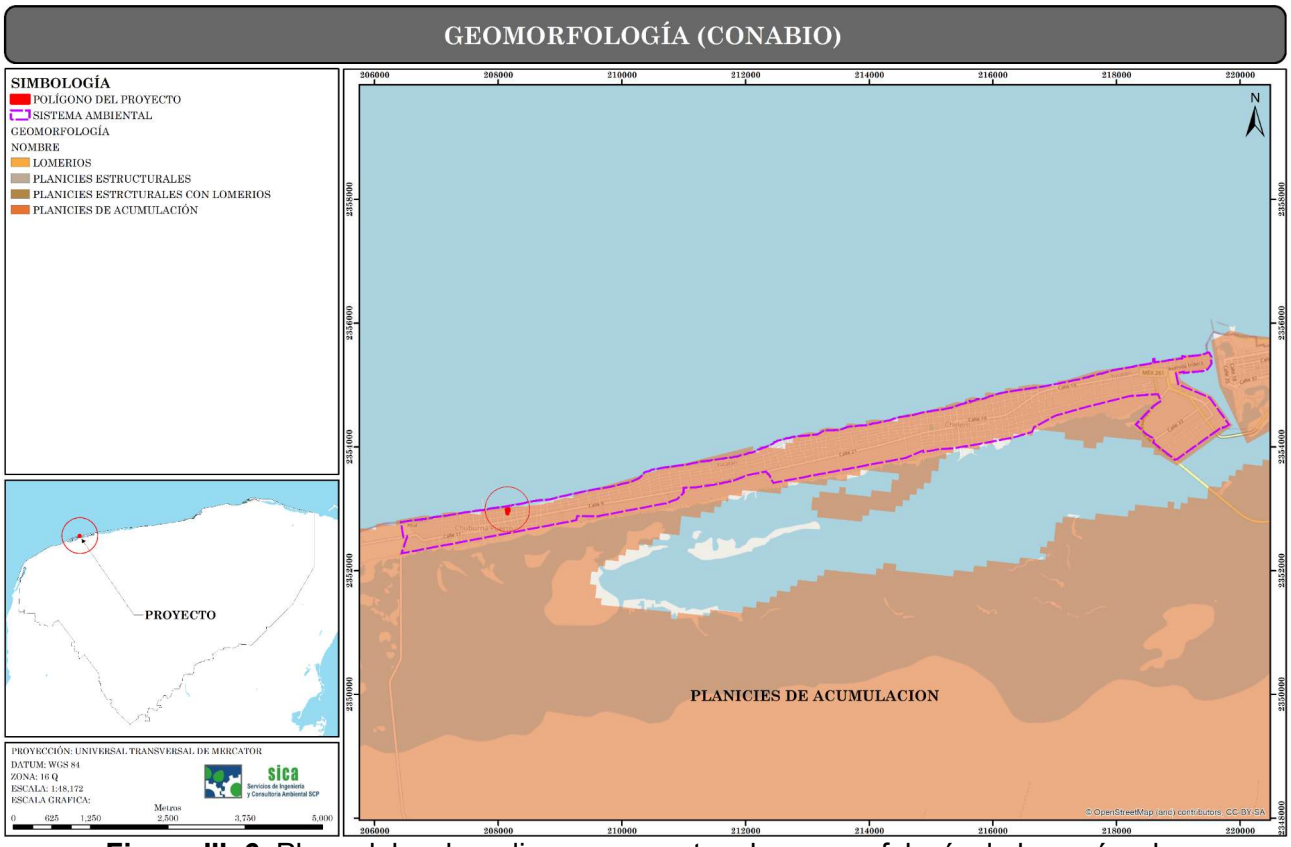


Figura III. 6. Plano del y el predio con respecto a la geomorfología de la península.

CARACTERÍSTICAS DE RELIEVE

México tiene una diversidad de formas de relieve que lo convierte en unos de los países del mundo con mayores características y variedades topográficas. Estas influyen en las condiciones climáticas, tipos de suelo, vegetación, e incluso en las actividades económicas.

El relieve de la península de Yucatán en general y de la Cuenca Yucatán es el resultado de la interacción de procesos internos o endógenos que han dado lugar al ascenso por encima del nivel del mar de las capas formadas en el piso oceánico y los procesos contrarios, los exógenos o externos, que por medio del intemperismo modifican gradualmente la superficie, controlados por el clima.

El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos.

La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 3 y 20 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas.

La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 3 y el 5 %. El relieve en la zona de estudio se caracteriza por una planada con ligeras ondulaciones y alturas topográficas entre los 8 y los 10 msnm. En la siguiente figura se observa el relieve a nivel nacional donde los rangos son de 0 a >5000 msnm, el rango donde se encuentra el predio está en 0 a 200 msnm.

PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAMIENTOS

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

La zona de estudio se localiza entro de una estructura geológica denominada Zona costera, la cual se encuentra en la porción norte del estado de Yucatán la cual corresponde a las playas de barrera y lagunas de inundación, además de una serie de bahías someras, asociadas con sistemas de fracturas; y de calizas coquiniferas de ambiente de litoral semiconsolidadas, algunas muy deleznables, en capas de 1.5 m de espesor y las otras con 3 m, su color es beige con tonos de amarillo ocre, en ocasiones presenta horizontes coquiniferos.

SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A: SISMICIDAD, DERRUMBES E INUNDACIONES

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

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

III.2.1.3 SUELOS

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

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

Las características principales, los factores limitantes, la nomenclatura maya y la de FAO -UNESCO y el uso o cobertura vegetal que sustentan los suelos de la Península de Yucatán, el SA del proyecto presenta dos tipos de suelo en la zona, el Arenosol y el Solonchak, del cual, para el predio, únicamente se observa suelo de tipo Arenosol, tal como puede observar en la **Figura III.7.**

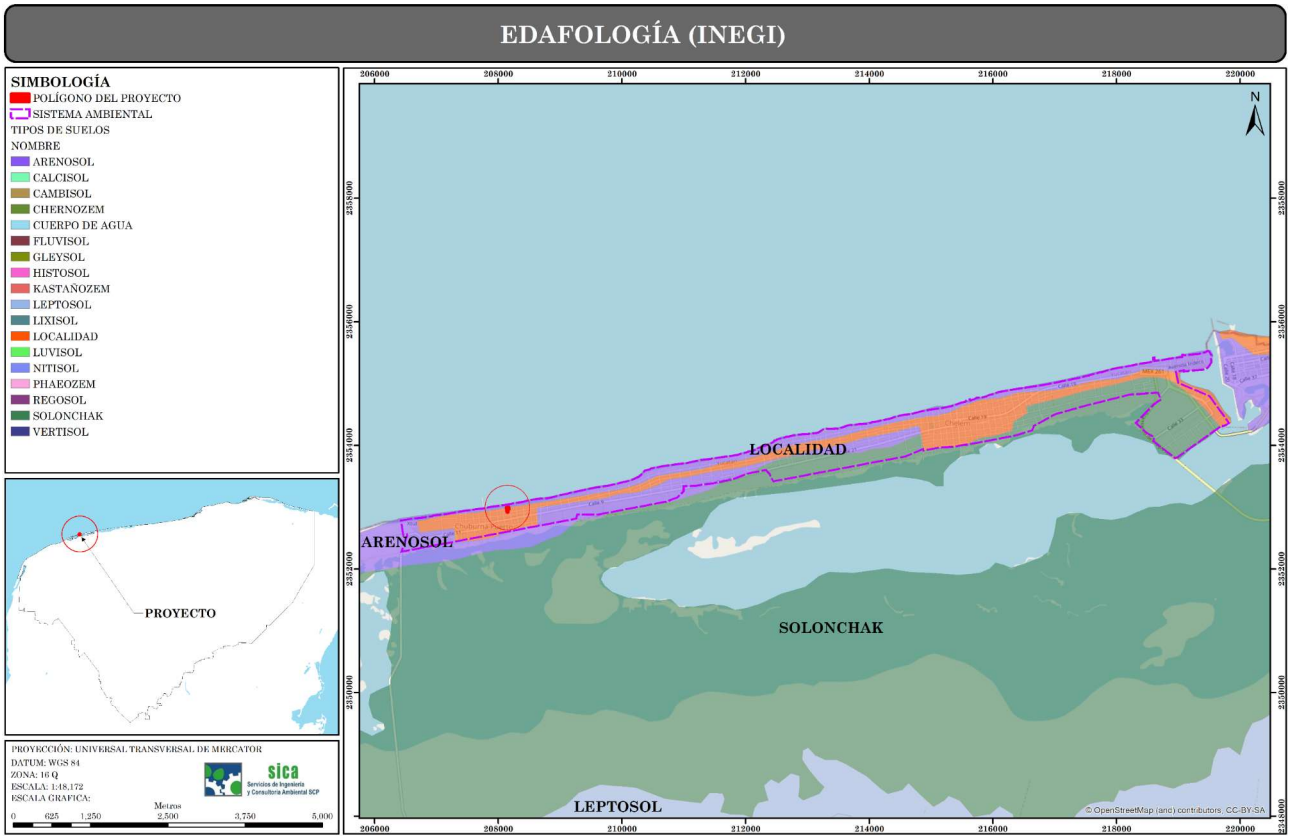


Figura III. 7. Ubicación del área de estudio con respecto a los tipos de suelo de Yucatán.

Se describen los tipos de suelo localizados en la Región Ecológica y dentro del área del proyecto:

Solonchak (SC): Del ruso *sol,* sal *y chak, zona salada.*

Suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formadas en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces precipitan en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Algunos métodos de control son el riego y uso de yeso combinado. Existen dos patrones de distribución principal: Los Solonchaks de influencia marina, especialmente en los deltas del río grande de Santiago, Altar y San Sebastián Vizcaíno, diversos deltas de Sonora y Sinaloa; los Solonchaks continentales con extrema evapotranspiración, por ejemplo, en la Laguna de Mayrán y las Sierras Transversales de la Sierra Madre Oriental. Además de compartir los mismos tipos de vegetación que los Solonetz, los Solonchaks también están distribuidos en manglares y algunos mezquitales.

Arenosol (AR): Del latín *arena*, arena.

Suelos con más del 85% de arena. Incluye arenas recién depositadas en dunas o playas y también de arenas residuales formadas por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes, pero ofrecen facilidad de labranza y enraizamiento. Los Arenosoles más susceptibles a la degradación por cambio de uso son los de clima húmedo. La superficie más importante de Arenosoles se encuentra en los desiertos de Sonora, Baja California y Baja California Sur.

En la zona seca son usados para pastizales, pero podrían usarse para cultivos de arado si se irrigan. En regiones templadas para cultivos de arado y pastizales; se requiere riego suplementario (por aspersión), durante el periodo seco. En los trópicos per húmedos están químicamente agotados y son altamente sensibles a la erosión.

III.2.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

- **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

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

La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, la ausencia de una red hidrográfica superficial no permite delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km^2. No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales en el sitio de estudio. La ausencia de escurrimientos superficiales en el estado de Yucatán se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea. La economía hídrica en la plataforma yucateca es eminentemente subterránea.

No obstante, aunque el área de estudio se encuentra dentro del semicírculo de cenotes no se registró cenote alguno en su área de influencia. Según datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, el cenote registrado más cercano al área del proyecto se encuentra a 7.66 kilómetros de distancia (Figura III.8) y no será afectado por el proyecto.

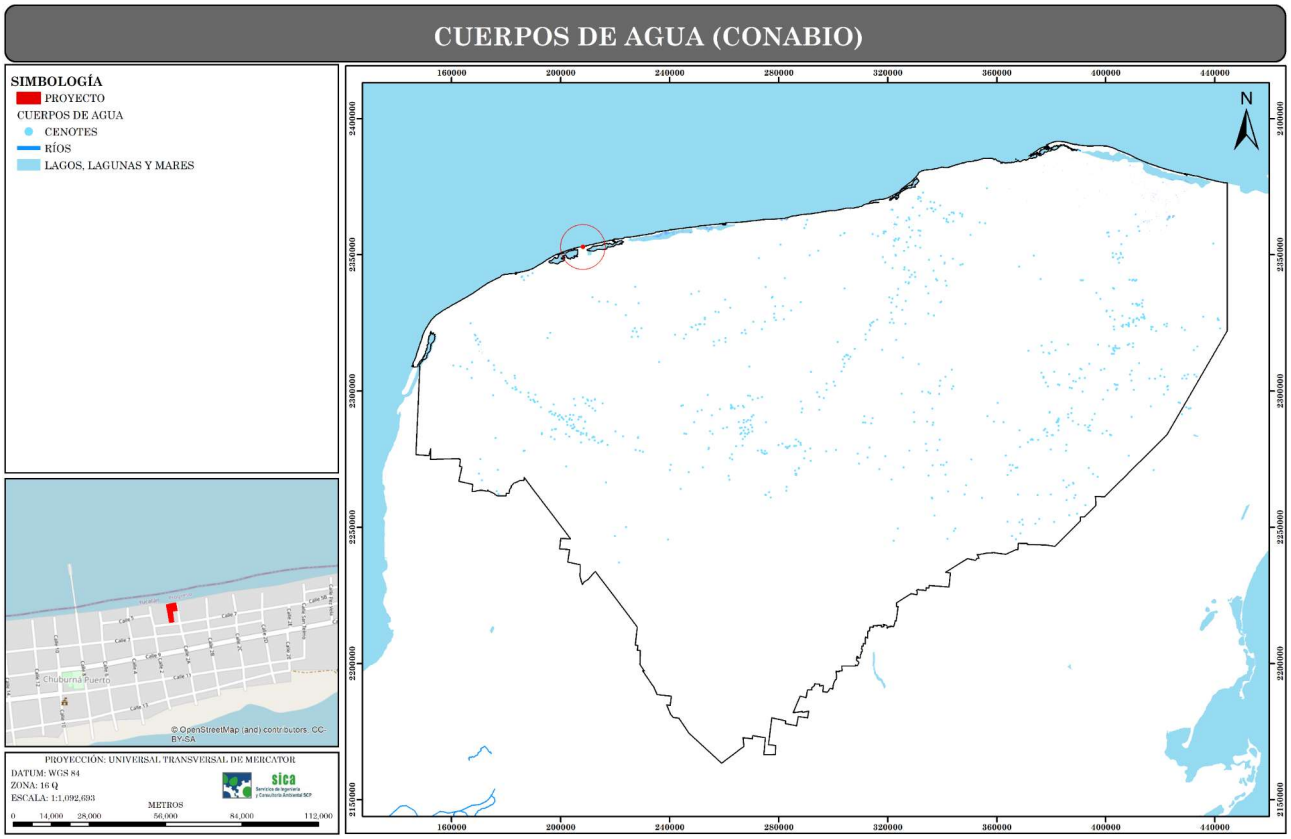


Figura III. 8. Ubicación del área de estudio respecto a la región hidrológica en Yucatán.

Hidrología Subterránea

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

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

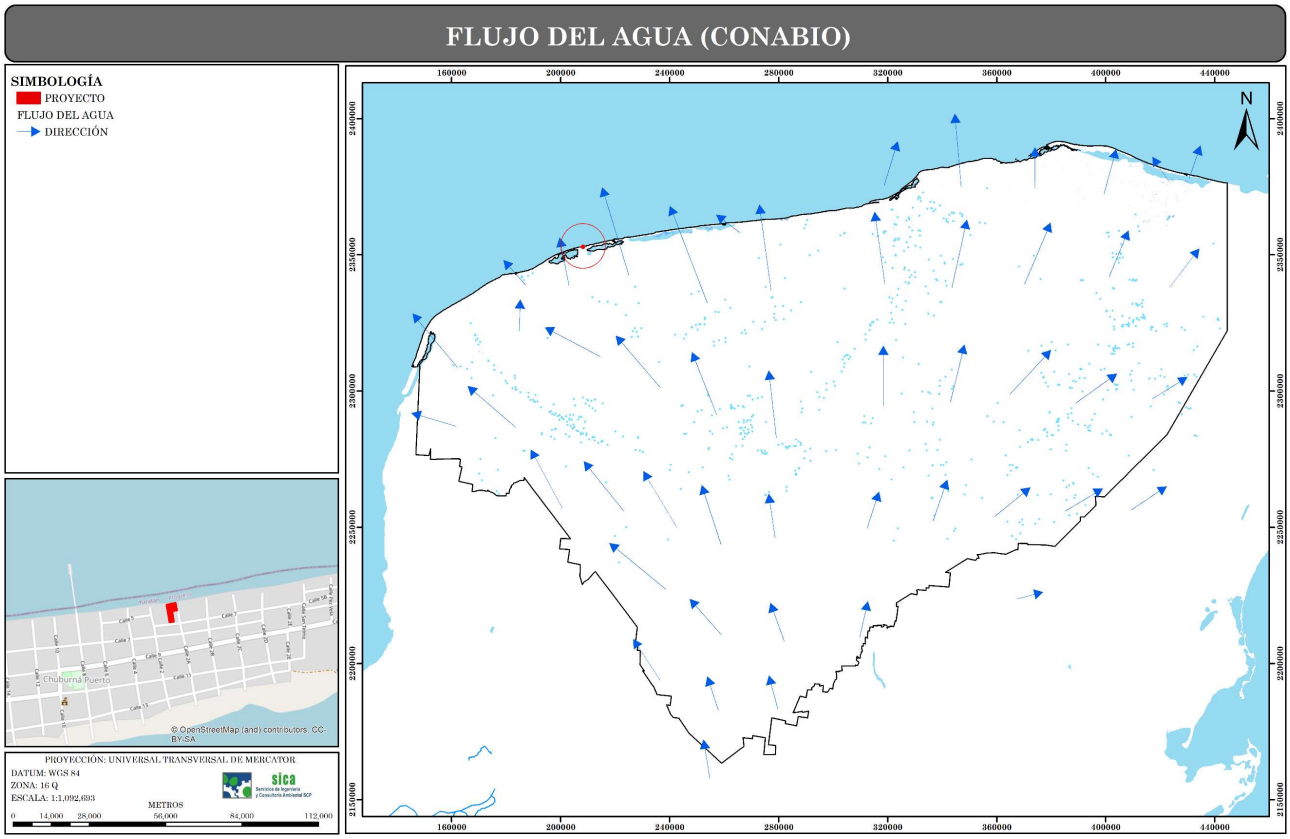


Figura III. 9. Mapa del flujo de agua subterráneo de la península de Yucatán.

- **REGIÓN COSTERA**

Se caracteriza por desarrollarse a lo largo de la costa con una superficie de 20,424 km^2 y reúne un aporte considerable de agua por flujo subterráneo, alrededor del 70% de su recarga natural. Debido a su alto contenido de sales por su cercanía al mar y por la presencia de la intrusión salina, su explotación es mínima. Los aportes de los flujos subterráneos provienen principalmente de las zonas de Cerros y Valles y de la Planicie Interior.

Las características de las aguas subterráneas de la región indican que se trata de aguas duras con alto contenido de CaCO2 (mayor de 300 ppm) y una temperatura de alrededor de los 25°C. En lo que respecta a los minerales disueltos como el hierro (Fe), manganeso (Mn), sodio (Na) y a los sulfatos, las concentraciones son bajas con -0.3 ppm, 0.05 ppm, <400 ppm y <250 ppm, respectivamente (CNA, 2000). El acuífero de la zona del proyecto no se encuentra dentro de alguna categoría de protección de la CNA, y no existen por el momento restricciones de uso.

A pesar de que el agua subterránea de la zona es de muy buena calidad respecto del resto de la península, la calidad sanitaria del agua subterránea en los municipios, se ha venido deteriorando debido al inadecuado e ineficiente tratamiento de aguas sanitarias e industriales que se descargan al manto freático y las infiltraciones al freático de contaminantes provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias. El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo. Es importante considerar que el proyecto consiste en la construcción de una vivienda

en donde se generarán aguas residuales de manera temporal, principalmente en temporada vacacional.

El proyecto no modificará ninguna de las características (captación, flujo subterráneo y calidad) del sistema hídrico. El flujo superficial representado principalmente por las escorrentías locales se mantendrá como hasta el momento. Por otro lado, se contempla el establecimiento de áreas de conservación con especies de flora nativa capaces de seguir llevando a cabo servicios ambientales como la recarga del acuífero.

La calidad del agua no se verá afectada por el proyecto, ya que este plantea como parte de las medidas preventivas la instalación de un biodigestor **SITAR DLD14** descrito en el anexo 7, que contribuirán a prevenir la contaminación del acuífero de la zona bajo estudio. Por otro lado, durante la construcción del proyecto se aplicará un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, procedimientos de residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

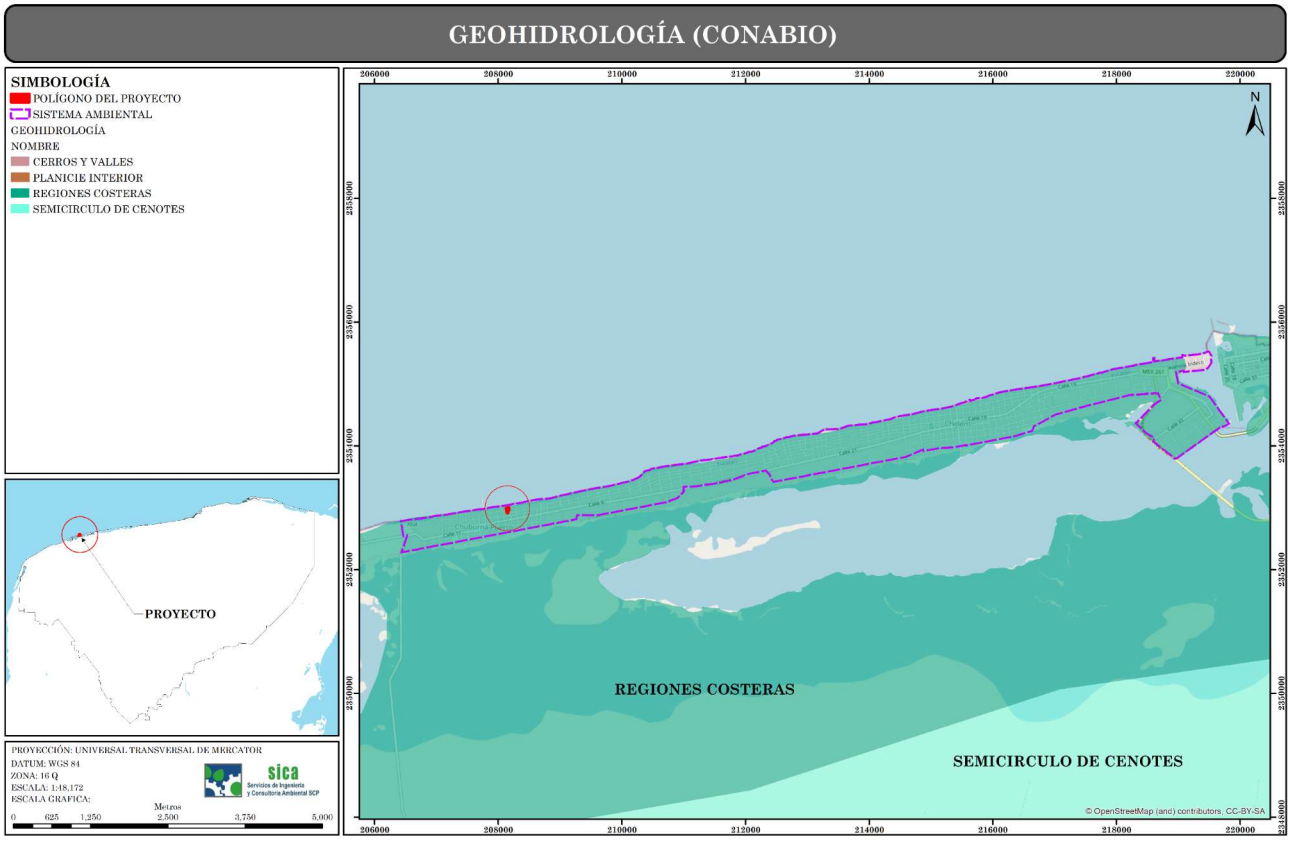


Figura III. 10. Plano de ubicación del sitio dentro de las regiones costeras.

III.2.2 FACTORES BIÓTICOS

III.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE

En el estado de Yucatán se presentan diversas comunidades vegetales que pueden ser clasificadas de forma general en: 1) Vegetación de dunas costeras; 2) Manglar; 3) Selva baja caducifolia; 4) Selva baja espinosa; 5) Selva mediana subcaducifolia; 6) Selva mediana subperennifolia; 7) Selva baja inundable; 8) Sabanas; 9) Petenes; 10) Comunidades de hidrófilas y 11) Vegetación secundaria.

Las comunidades vegetales de dunas costeras se encuentran distribuidas a lo largo de los litorales de todo nuestro país (Moreno-Casasola *et al,* 1998). En el estado de Yucatán, estas comunidades se distribuyen naturalmente en poco menos del 60% de su litoral; cubriendo una extensión aproximada de 290 km^2, cuyo ancho puede variar de 50 a 300 m (Espejel y Rodríguez, 1981).

Actualmente se reconoce que estas comunidades aportan importantes servicios ambientales a la sociedad, siendo el más relevante su función como barrera de protección a la acción de vientos y mareas, protegiendo a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes (Miller *et al.,* 2010). También contribuyen a la formación de suelo mediante la acumulación de arena por medio de sus raíces y la materia orgánica de su follaje, evitando la erosión (Wolfe y Nickling, 1993). Además, estas comunidades vegetales proveen refugio, alimento y protección a numerosas especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos (Martínez *et al*., 1993; Flores y Espejel, 1994; Torres y Bojórquez, 2002; Durán *et al*., en prensa).

La vegetación de dunas costeras en Yucatán presenta una composición florística interesante ya que comparte numerosos elementos con la flora de las Antillas Mayores y Menores, Florida, el sur de México y Centro América. Espejel (1984) clasifica la vegetación de dunas de Yucatán en dos tipos, en función de los rangos de tolerancia a los factores físicos y bióticos a los que se encuentran expuestos los individuos, considerando su cercanía al mar. El primer tipo es considerado pionero, ubicándose cerca de la línea de costa, donde la arena tiene una gran movilidad y se caracteriza por la presencia de especies herbáceas y arbustivas de pequeña talla, más tolerantes a las condiciones ambientales extremas. El segundo tipo de duna es considerado un matorral, encontrándose hacia el interior, donde la arena está fija al sustrato y la vegetación alcanza una mayor altura.

Las especies más comunes en las zonas pioneras son: *Atriplex canescens* (Cenizo); *Sesuvium portulacastrum* (Verdolaga de playa), *Ipomoea pes-caprae* (Bejuco de mar), *Cakile lanceolata* (coastal Searocket)*, Euphorbia mesembrianthemifolia* (Sak iits)*, Canavalia rosea (*Frijol de playa), *Suriana marítima* (Tabaquillo), *Tournefortia gnaphalodes (*Sik'imay)*, Ernodea littoralis* (beach-creeper)*, Scaevola plumieri* (Chunup), *Sporobolus virginicus* (Ch'ilibil su'uk)*, Tribulus cistoides* (Abojo amarillo) *y Distichlis spicata* (Huizapol), *Okenia hypogaea* (hierba mora), *Amaranthus greggii* (Gregg's Amaranth), *Croton punctatus* (hierba de jabalí), *Cenchrus echinatus* (Zacate cadillo), *Lycium carolinianum* (saladilla), Standley's bloodleaf (*Iresine heterophylla*) y margarita de mar (*Ambrosia hispida*).

En las crestas de las dunas estabilizadas, donde pega el viento con mayor fuerza, es frecuente encontrar el pico real (*Sideroxylon americanum*), mal de ojo (*Porophyllum punctatum*), tulipán

(*Malvaviscus arboreus*), azucena de agua (*Hymenocallis littoralis*), nopal serrano (*Opuntia stricta*), *Crossopetalum rhacoma*, algodón amarillo (*Gossypium hirsutum*), henequén de playa (*Agave angustifolia*), yich kaan (*Dicliptera sexangularis*) y tojitos (*Rivina humilis*).

En cuanto a la zona de matorrales las especies crecen menos tolerantes a cambios medioambientales y generalmente se encuentran dominadas por arbustos y árboles. Las especies más comunes en la zona de matorrales son: *Agave angustifolia (*Henequén de playa*), Bravaisia berlandieriana (*Juluub*), Acanthocereus tetragonus (*Nuum tsutsuy*), Metopium brownei (*Boox cheechem*), Quadrella incana* (kanaan che'*), Gymnanthes lucida* (Ya'ay tiik), *Pithecellobium keyense* (Ya'ax k'aax), *Caesalpinea vesicaria* (Palo de rosa), *Thrinax radiata* (Guano de costa), *Gossypium hirsutum* (Algodón amarillo), *Coccothrinax readdi* (Palma náaj k'aax)*, Bonellia macrocarpa* (Naranjillo), *Pseudophoenix sargentii* (Palma kuka)*, Coccoloba uvifera* (Uva de mar) *entre otras.*

En las hondonadas húmedas y secas son frecuentes el juluub (*B. berlandieriana*), boox cheechem (*M. brownei*), ya'ay tiik (*G. lucida*), pico real (S. americanum), pasto pata de pollo (*Dactyloctenium aegyptium*), huizapol (*D. spicata*), tok'abam (*Chromolaena lundelli*), beach-creeper (*E. littoralis*), tabaquillo (S. maritima), Maracuyá silvestre (*Passiflora foetida*), verdolaga de playa (*S. portulacastrum*), amor seco del monte (*Alternanthera flavescens*), entre otras.

En cuanto a las especies endémicas de playas y dunas costeras para la Península de Yucatán, Moreno-Casasola y Espejel (1986) así como Durán *et al.* (2011) citan diecinueve especies, las cuales son: Sak k'iin che' (*Bonellia albiflora*), Sik'iin k'aax (*Bonellia flammea*), Coastal Searocket (*Cakile lanceolata*), Palma náaj k'aax (*Coccothrinax readii*), Tok'abam (*Chromolaena lundelli*), Kabal muk (*Crossopetalum gaumeri*), Xikin burro (*Croton chichenensis*), K'ab che' (*Diospyros tetrasperma*), Loroco de zope (*Echites yucatanensis*), Xlu'uch che' (*Hintonia octomera*), Xikin soots´ (*Dictyanthus yucatanensis*), Pinta uña (*Neea choriophylla*), Tsakam (*Nopalea gaumeri*), Tsakam soots' (*N. inaperta*), Pitayo viejo nej kisin (*Pilosocereus gaumeri*), Aak'il pak'am (*Selenicereus grandiflorus* ssp. *donkelaarii*), K'ulub (*Pterocereus gaumeri*), y Biznaga pool miis (*Mammillaria gaumeri*). Las dos últimas son exclusivas del estado de Yucatán.

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII (2017), la zona en la cual se pretende establecer el proyecto se clasifica como **DUNAS COSTERAS**

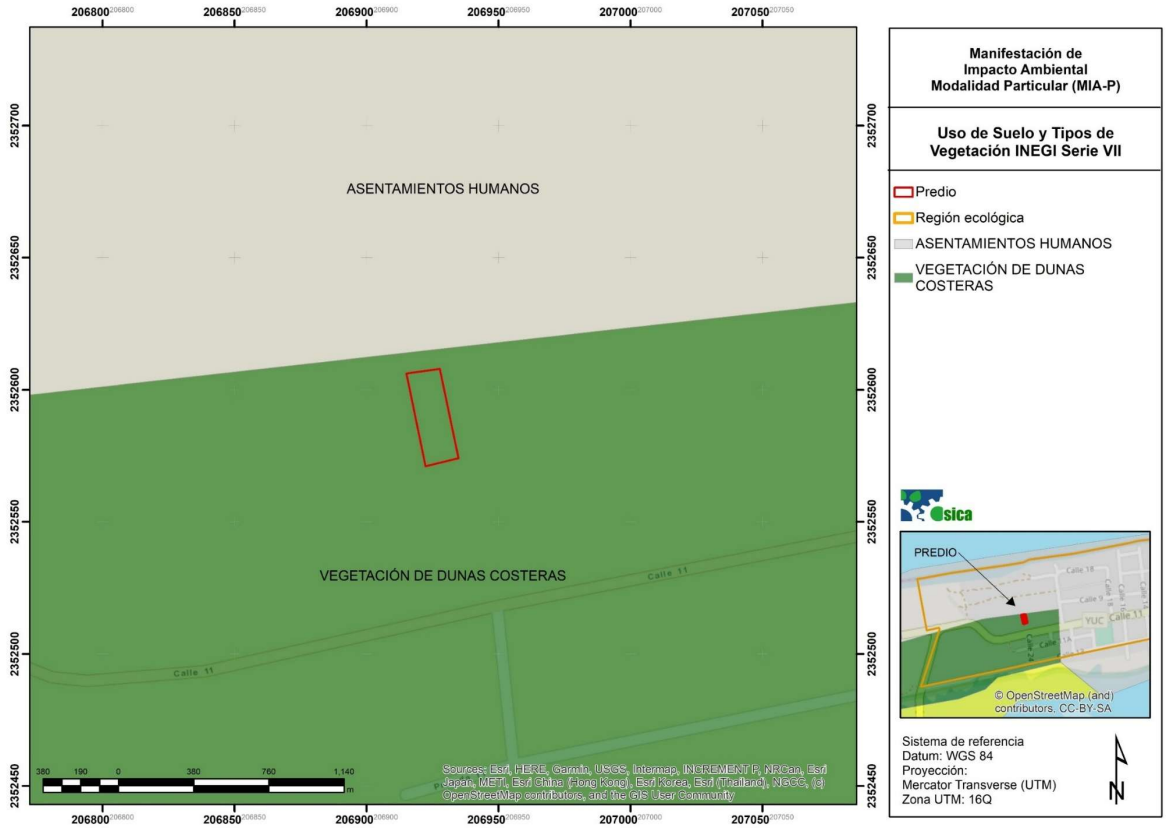


Figura III. 11. Ubicación del proyecto en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII.

Caracterización de la vegetación

Mediante trabajo de campo, se realizó un muestreo tanto en la Región Ecológica (RE) como en el Área de influencia (AI) y el Área del proyecto (AP) por medio de cuadrantes para determinar la composición florística y el estado de conservación, así como determinar la presencia o ausencia de especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en la vegetación del área del proyecto.

Diseño de muestreo

Para el levantamiento de datos fueron definidos cuadrantes. Se determinaron tres estratos según la forma de vida y característica de las especies de la siguiente forma: herbáceas, arbustos, árboles.

Según sus características, se definieron los estratos considerando lo siguiente:

- **Árboles**: individuos leñosos perennes con un solo tronco mayor o igual a 7.5 cm de diámetro normal, que tengan una copa más o menos definida.
- **Arbustos**: plantas leñosas perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un sólo vástago principal, ni una copa definida. Con un diámetro normal menor a 7.5 cm
- **Herbáceas**: se consideraron aquellos individuos que no presentaron lignificación, suelen tener altura entre 0 m-1.0 m de altura.

Se realizaron muestreos para el registro de los individuos y las especies presentes. En la Región Ecológica se establecieron cuatro cuadrantes de muestreo; de manera homóloga, en el Área de Influencia se establecieron cuatro cuadrantes adicionales, mientras que en el Área del Proyecto se realizaron otros cuatro cuadrantes de muestreo.

Todos los cuadrantes se establecieron en el mismo tipo de vegetación presente en el área del predio, de acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, Serie VII, correspondiente a Duna Costera. Para la caracterización del estrato arbóreo se establecieron cuadrantes de 100 m² (10 × 10 m). De manera simultánea, dentro de estos se establecieron subcuadrantes anidados de 25 m² (5 × 5 m) para el registro del estrato arbustivo y de 4 m² (2 × 2 m) para el estrato herbáceo.

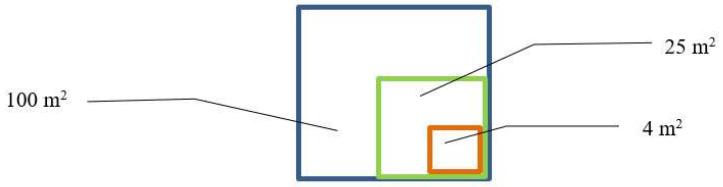


Figura III. 12. Esquema de los cuadrantes realizados para muestreo de flora

Con el objetivo de comparar el estado de la vegetación del área del proyecto (Predio) con el del mismo ecosistema presente en el Área de Influencia (AI) y en el Región Ecológica (RE), se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología en cada ubicación, garantizando así la comparabilidad de los datos obtenidos

Materiales y métodos

Para el muestreo del estrato arbóreo se registraron, para cada individuo dentro de los cuadrantes, las medidas de diámetro normal a 1.30 m del suelo (DN), altura total, así como la identificación taxonómica a nivel de especie, incluyendo nombre científico y nombre común. De manera similar, para el estrato arbustivo se tomaron las medidas de diámetro y altura, además del registro de la especie correspondiente.

En el caso del estrato herbáceo, se midieron dos diámetros perpendiculares (D1 y D2) con el fin de estimar la cobertura de cada individuo, además de registrar la altura y la identificación taxonómica a nivel de especie. Cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento.



Figura III. 13. Toma de datos en campo para el inventario florístico.

La información obtenida permitió estimar la composición, estructura y diversidad de las especies por estrato de la comunidad vegetal, así como el cálculo del valor de importancia relativa (VIR) para las especies registradas.

La identificación taxonómica, así como la determinación de su endemismo en la Provincia Biótica de la Península de Yucatán de las especies de flora silvestre se llevó a cabo mediante con base en los siguientes manuales y claves de identificación:

- Arellano R., Flores JS., Tun G., Cruz M. (2003) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Concha, C., Muñoz, T., Luis, J., de Stefano, D., Morillo, R., y Ivón, M. (2010) Flora ilustrada de la Península de Yucatán listado florístico. CICY.
- Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I. M., Tapia Muñoz, J. L., Can Itzá, L. L., Hernández-Aguilar, S. y Embray, T. (2010), Flora de la Península de Yucatán.

Para este trabajo se utilizará la delimitación de la Provincia Biótica de Yucatán (PBPY) propuesta por Alfredo Barrera (1962)[1] en su estudio La Península de Yucatán como Provincia Biótica, como referencia para establecer los límites de la unidad biogeográfica analizada.

[1] Barrera, A. (1962) La península de Yucatán como provincia biótica. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 23, 71–105

Análisis de composición de la vegetación

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

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

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

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

Dónde:
D_1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).
D_2= Diámetro perpendicular a D_1 (m).

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

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

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

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

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

FRECUENCIA ABSOLUTA (F_A) Y FRECUENCIA RELATIVA (F_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

***F_A*=**Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

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

DENSIDAD ABSOLUTA (D_A) Y DENSIDAD RELATIVA (D_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

D_A= Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

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

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

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

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

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

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

Donde H' max= ln (S)

MUESTREOS REALIZADOS EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Se realizó un levantamiento de datos en 4 cuadrantes de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en la RE. Se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología utilizada para el AI y el AP, permitiendo la comparabilidad de los datos obtenidos.

Ubicación de los puntos de muestreo en la RE

Cada sitio se referenció registrando el punto de muestreo con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q

Tabla III.5. Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
1	1	210512.7614	2353189.6057
	2	210509.7387	2353199.1380
	3	210519.2709	2353202.1607
	4	210522.2936	2353192.6284
	1	210512.7614	2353189.6057
2	1	210552.2449	2353191.5799
	2	210549.2222	2353201.1121
	3	210558.7544	2353204.1348
	4	210561.7771	2353194.6026
	1	210552.2449	2353191.5799
3	1	210625.9473	2353171.1801
	2	210622.9246	2353180.7123
	3	210632.4569	2353183.7350
	4	210635.4796	2353174.2028
	1	210625.9473	2353171.1801
4	1	210583.1736	2353173.8123
	2	210580.1509	2353183.3446
	3	210589.6831	2353186.3673

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
	4	210592.7058	2353176.8350
	1	210583.1736	2353173.8123

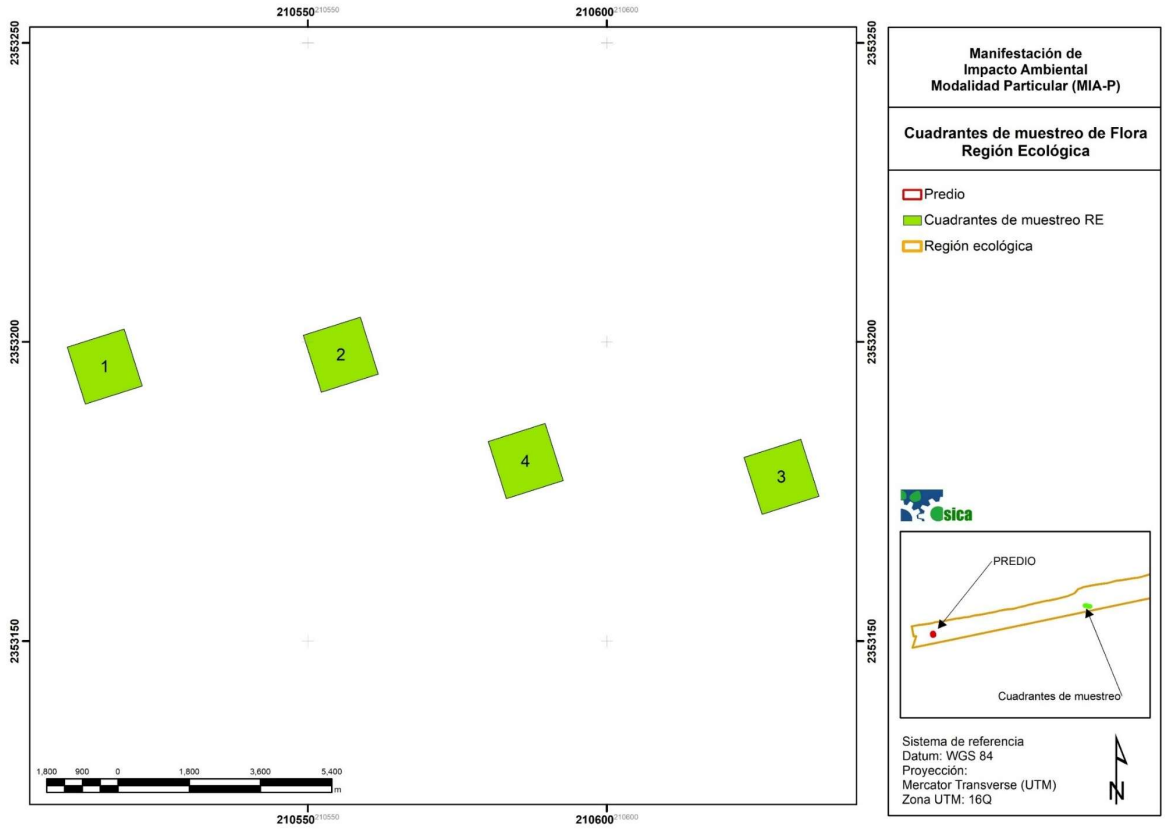


Figura III. 14. Distribución de los sitios de muestreo en la RE.

Curvas de acumulación de especies para la RE

Para determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para demostrar que el número de sitios evaluados es adecuado, se construyó una curva de acumulación de especies utilizando los datos obtenidos en campo y el programa EstimateS (versión 9.1.0; Robert K. Colwel[2]l).

Este método consiste en graficar el número de especies acumuladas conforme aumenta el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza de especies se incrementa progresivamente hasta alcanzar un punto en el cual, aun cuando el esfuerzo de recolecta continúa, el número de especies registradas se estabiliza y forma una asíntota (Villarreal et al., 2006[3]).

Para el análisis se emplearon estimadores no paramétricos; de los modelos desarrollados por Chao (1984)[4], los más utilizados son Chao1, basado en abundancias, y Chao2, basado en incidencia. A continuación, se presenta las curvas de acumulación para la flora del predio

Curva de acumulación

[2] Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Version 9.1.0)

[3] Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

[4] Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, 11(4), 265–270.

La curva de acumulación de especies para todos los estratos en el área la RE mostró un incremento rápido en la riqueza durante las primeras unidades de muestreo, seguido de una tendencia asintótica a partir de la tercera unidad.

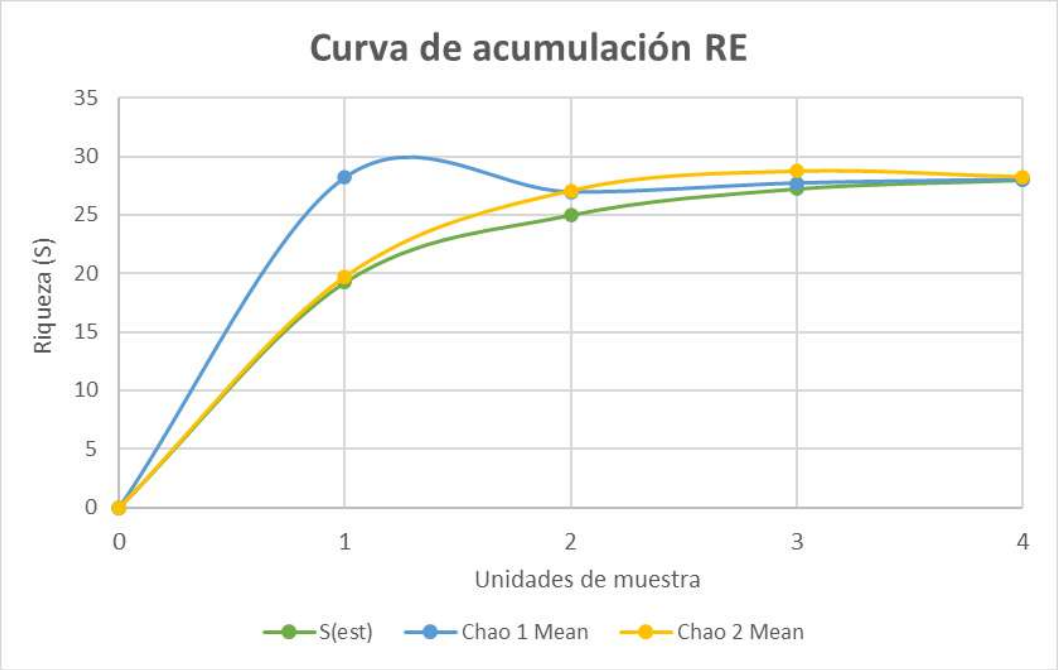


Figura III.15. Curva de acumulación de especies en la RE

El estimador no paramétrico Chao 1 estimó una riqueza de 28 especies (IC 95 %: 28.46 - 29.13), mientras que Chao 2 estimó igualmente una riqueza de 28.23 especies (IC 95 %: 28.01 – 31.67). La riqueza observada y las estimadas mediante los métodos no paramétricos Chao 1 y Chao 2 convergieron en un valor de 28 especies, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar adecuadamente la riqueza de especies en del área de estudio.

La estabilización de las curvas y la concordancia entre los valores observados y estimados sugieren que la probabilidad de registrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja.

Tabla III.6. Resultados del cómputo con EstimateS para los estimadores no paramétricos

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	28.17	19.71
2	26.94	27.06
3	27.69	28.71
4	28	28.23

Tabla III.7. Cálculo del Índice de Completitud para en el área de la RE

Estimadores	Riqueza Observada	Riqueza estimada	Completitud
Chao 1 Mean	28	28	100%
Chao 2 Mean	28	28.23	99.1%

Como se observa en la tabla anterior, los estimadores calculados alcanzaron valores cercanos al 100% de fiabilidad; por lo que, se concluye que el muestreo realizado para la flora fue suficiente en el sitio de estudio correspondiente a la RE

RESULTADOS DEL MUESTREO DE FLORA EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Listado de especies registradas en la RE

Con base en los muestreos realizados en el área de la RE, se obtuvo el registro de un total de 28 especies de plantas, pertenecientes a 28 géneros y 16 familias botánicas. Se presentó una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 correspondiente a *Gossypium hirsutum* bajo la categoría Pr (Protección especial). A continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo.

Tabla III.8. Listado de especies registradas en la RE

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	IUCN
1	Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	No enlistada	LC
2		*Justicia carthaginensis*	Bisilche'	Nativa	No enlistada	LC
3	Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Nativa	No enlistada	ND
4	Apocynaceae	*Calotropis procera*	Manzana de Sodoma	Introducida	No enlistada	LC
5		*Echites umbellatus*	Chak kansel	Nativa	No enlistada	LC
6		*Gonolobus barbatus*	Xtuch kajoy	Nativa	No enlistada	ND
7	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	Introducida	No enlistada	ND
8	Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Muuch' kook	Nativa	No enlistada	LC

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	IUCN
9		*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	No enlistada	LC
10		*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	No enlistada	ND
11	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	K'opte	Nativa	No enlistada	LC
12		*Heliotropium curassavicum*	Sina'an xiiw	Nativa	No enlistada	LC
13		*Varronia bullata*	Nich' ma'ax	Nativa	No enlistada	LC
14	Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	No enlistada	LC
15	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	No enlistada	ND
16		*Piscidia piscipula*	Ja'abin	Nativa	No enlistada	LC
17		*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Nativa	No enlistada	LC
18		*Tara vesicaria*	Ya'ax k'iin che'	Nativa	No enlistada	LC
19	Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Taman ch'up	Nativa	Pr	VU
20		*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	No enlistada	LC
21		*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	No enlistada	LC
22	Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	Introducida	No enlistada	LC
23	Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Caña de jabalí	Nativa	No enlistada	ND
24	Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	No enlistada	ND
25	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Ni' che'	Nativa	No enlistada	LC
26	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	No enlistada	LC
27	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Nativa	No enlistada	LC
28	Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Claudiosa	Nativa	No enlistada	LC

IUCN: VU = *Vulnerable* / vulnerable, LC = *Laest Concern* / Preocupación menor. NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Protección especial

Tal como se observa en la siguiente figura, se registraron un total de 28 especies, de las cuales 13 corresponden al estrato herbáceo, nueve al estrato arbustivo y seis al estrato arbóreo. En este sentido, el estrato herbáceo es el que presenta la mayor riqueza de especies en la RE.



Figura III. 16. Distribución de especies según su forma de vida en la RE

La figura siguiente muestra la riqueza de especies según su estatus de distribución en el área de estudio. Del total de las 28 especies registradas, 25 corresponden a especies nativas, y 3 a especies introducidas a la región. No se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán.

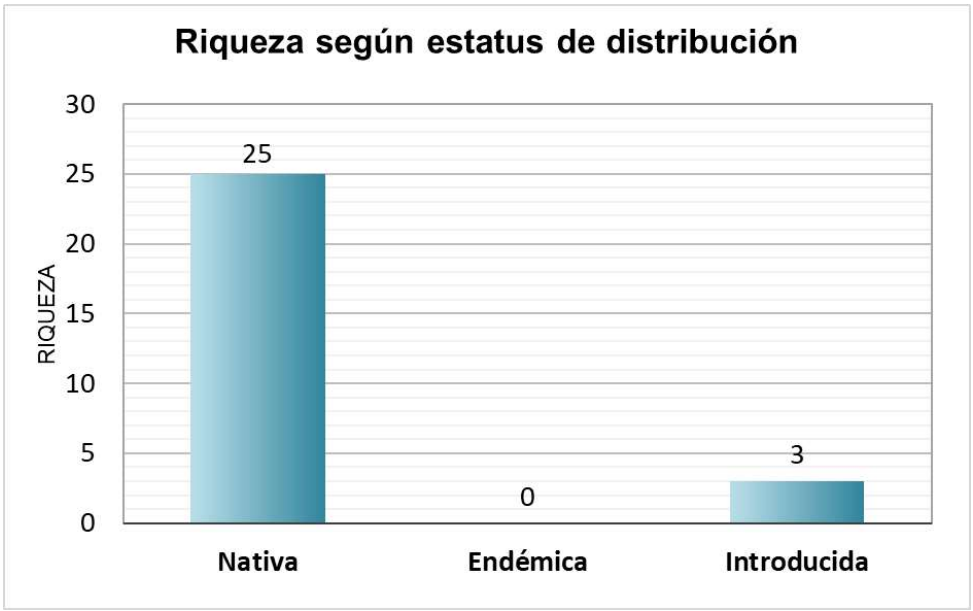


Figura III. 17. Distribución de especies según su forma de vida en la RE

La figura siguiente muestra la riqueza de especies según la familia botánica a la que pertenecen. Como puede observarse en la gráfica siguiente, la familia Fabaceae es la que contiene la mayor riqueza en la RE con 4 especies representantes.

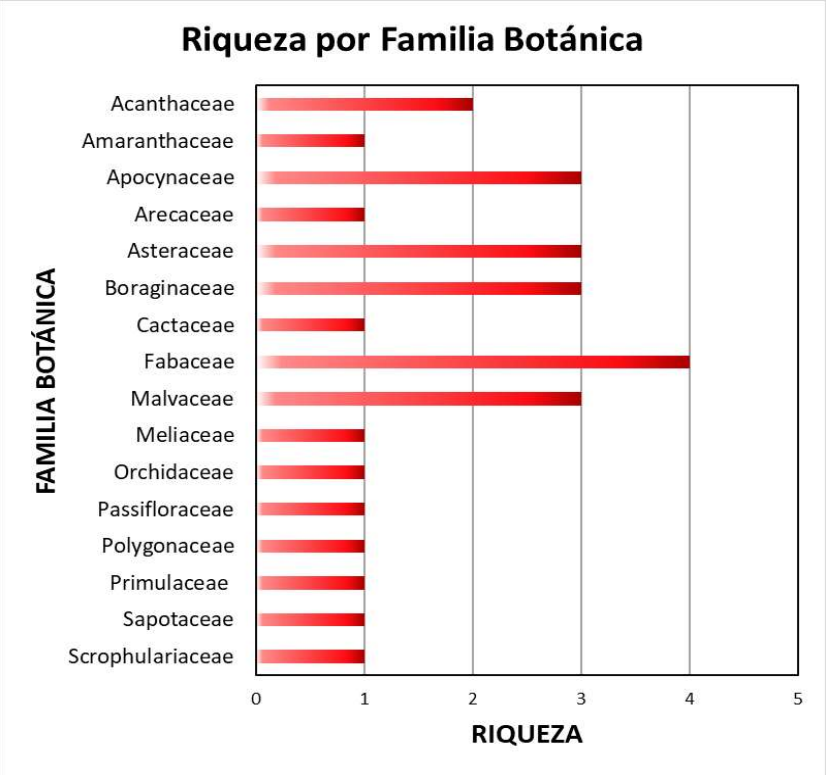


Figura III. 18. Distribución de especies según su familia botánica en la RE

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE FLORA EN LA RE

A continuación, se presenta el análisis de diversidad en los tres estratos de flora obtenidos durante los muestreos en la Región Ecológica

Estrato herbáceo de la RE

En el estrato herbáceo de la RE bajo estudio se registraron 13 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla III.9. Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Opuntia stricta	Tsakam	14.844	25.406	11.111	51.361
Passiflora foetida	Túubok	10.938	15.451	11.111	37.499
Melanthera nivea	Levisa xiiw	10.156	7.388	11.111	28.655
Alternanthera flavescens	Sak-mul	11.719	5.406	11.111	28.235
Heliotropium curassavicum	Sina'an xiiw	9.375	4.324	8.333	22.033
Echites umbellatus	Chak kansel	6.250	8.829	5.556	20.635
Porophyllum punctatum	Ukíil	7.031	7.297	5.556	19.884
Waltheria indica	Sak mis bil	6.250	6.487	5.556	18.292

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Ambrosia hispida	Muuch' kook	10.156	2.296	5.556	18.007
Gonolobus barbatus	Xtuch kajoy	3.125	4.414	8.333	15.873
Cyrtopodium macrobulbon	Caña de jabalí	1.563	6.487	5.556	13.605
Capraria biflora	Claudiosa	3.906	4.054	5.556	13.516
Justicia carthaginensis	Bisilche'	4.688	2.162	5.556	12.405
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato herbáceo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Opuntia stricta* (51.361), *Passiflora foetida* (37.499) y *Melanthera nivea* (28.655). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Opuntia stricta* (25.406%). Respecto a la densidad relativa, *Opuntia stricta* presenta el valor más alto (14.844%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Opuntia stricta*, *Passiflora foetida*, *Melanthera nivea* y *Alternanthera flavescens*, todas con 11.111%.

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

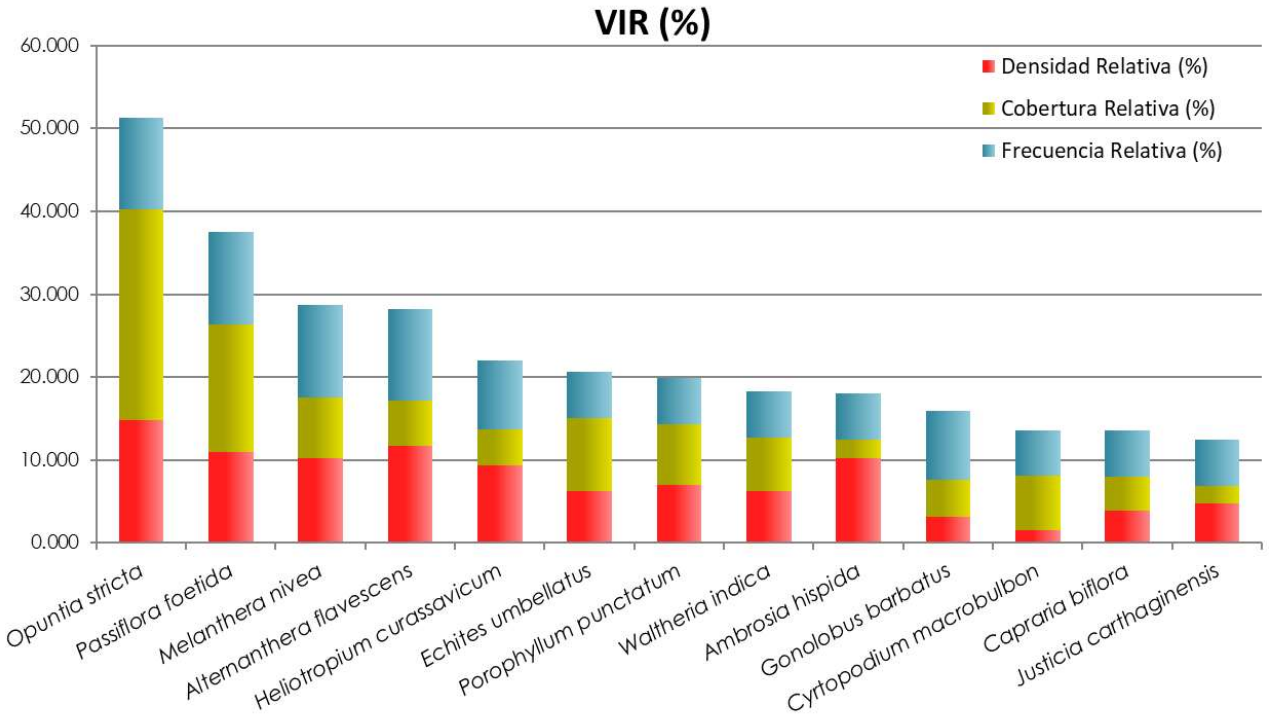


Figura III. 19. Distribución Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo

Tabla III.10. Estimación del Índice de Shannon-Wienner del estrato herbáceo

Nombre científico	Densidad/ ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Opuntia stricta	15127	19.0	0.1484	-1.9076	0.2832
Passiflora foetida	11146	14.0	0.1094	-2.2130	0.2420
Melanthera nivea	10350	13.0	0.1016	-2.2871	0.2323
Alternanthera flavescens	11943	15.0	0.1172	-2.1440	0.2512
Heliotropium curassavicum	9554	12.0	0.0938	-2.3671	0.2219
Echites umbellatus	6369	8.0	0.0625	-2.7726	0.1733
Porophyllum punctatum	7166	9.0	0.0703	-2.6548	0.1867
Waltheria indica	6369	8.0	0.0625	-2.7726	0.1733
Ambrosia hispida	10350	13.0	0.1016	-2.2871	0.2323
Gonolobus barbatus	3185	4.0	0.0313	-3.4657	0.1083
Cyrtopodium macrobulbon	1592	2.0	0.0156	-4.1589	0.0650
Capraria biflora	3981	5.0	0.0391	-3.2426	0.1267
Justicia carthaginensis	4777	6.0	0.0469	-3.0603	0.1435
Total	**101911**	**128.0**	**1**		**2.4396**

Tabla III.11. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo

Estrato Herbáceo	
Riqueza (S)	13
Shannon-Wiener (H')	2.4396
H' Máxima	2.5649
Pielou (J)	0.9511
H' max - H'	0.1254

El estrato herbáceo presenta una riqueza específica de 13 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 2.4396, lo que indica una diversidad media para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 2.5649. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.9511, lo que refleja una distribución muy equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.1254 sugiere que la comunidad se encuentra cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

Estrato Arbustivo de la RE

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

Tabla III.12. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Pithecellobium keyense	Ya'ax k'aax	18.4615	56.4356	12.5000	87.3972
Sideroxylon americanum	Mulche'	27.6923	14.8515	16.6667	59.2105
Malvaviscus arboreus	Bisil	12.3077	9.2409	8.3333	29.8819
Gossypium hirsutum	Taman ch'up	6.1538	6.9307	12.5000	25.5845
Coccoloba uvifera	Ni' che'	6.1538	5.2805	12.5000	23.9344
Varronia bullata	Nich' ma'ax	7.6923	1.6502	12.5000	21.8425
Bonellia macrocarpa	Chak sik'iix le'	6.1538	1.3201	12.5000	19.9740
Tara vesicaria	Ya'ax k'iin che'	9.2308	1.9802	8.3333	19.5443
Bravaisia berlandieriana	Julub	6.1538	2.3102	4.1667	12.6307
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

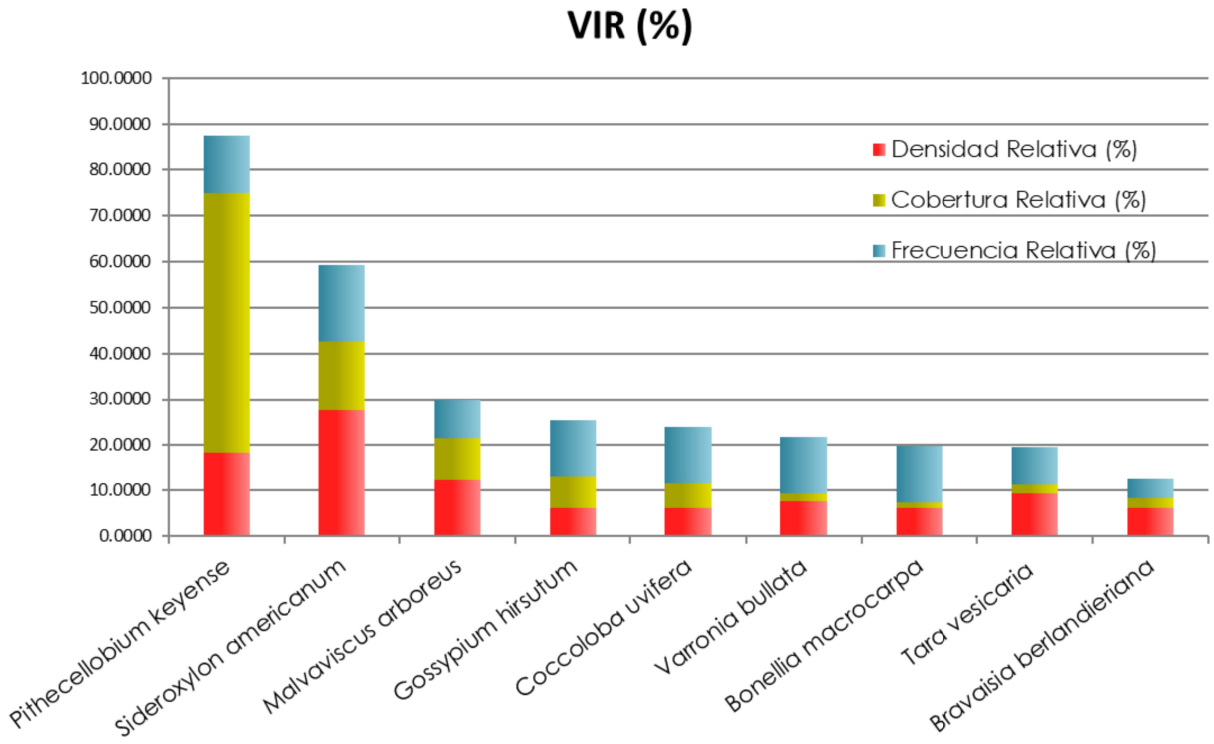


Figura III. 20. Distribución Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo.

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato arbóreo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Pithecellobium keyense* (87.3972), *Sideroxylon americanum* (59.2105) y *Malvaviscus arboreus* (29.8819). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Pithecellobium keyense* (56.4356%). Respecto a la densidad relativa, *Sideroxylon americanum* presenta el valor más alto (27.6923%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Sideroxylon americanum* (16.6667%).

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

Tabla III.13. Estimación del Índice de Shannon-Wienner en el estrato arbustivo

Nombre científico	Densidad/ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Pithecellobium keyense	1200	12.0	0.1846	-1.6895	0.3119
Sideroxylon americanum	1800	18.0	0.2769	-1.2840	0.3556
Malvaviscus arboreus	800	8.0	0.1231	-2.0949	0.2578
Gossypium hirsutum	400	4.0	0.0615	-2.7881	0.1716
Coccoloba uvifera	400	4.0	0.0615	-2.7881	0.1716
Varronia bullata	500	5.0	0.0769	-2.5649	0.1973
Bonellia macrocarpa	400	4.0	0.0615	-2.7881	0.1716
Tara vesicaria	600	6.0	0.0923	-2.3826	0.2199
Bravaisia berlandieriana	400	4.0	0.0615	-2.7881	0.1716
Total	**6500.0000**	**65.0**	**1.0000**		**2.0289**

Tabla III.14. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad en el estrato arbustivo

Estrato arbustivo	
Riqueza (S)	9
Shannon-Wiener (H')	2.0289
H' Máxima	2.1972
Pielou (J)	0.9234
H' max - H'	0.1684

El estrato arbustivo presenta una riqueza específica de nueve especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 2.0289, lo que indica una diversidad media para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 2.1972. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.9234, lo que refleja una distribución muy equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.1684 sugiere que la comunidad se encuentra cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

Estrato arbóreo de la RE

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de seis especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR.

Tabla III.15. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Cocos nucifera	Coco	30.5556	68.7668	23.5294	122.8517
Cordia dodecandra	K'opte	33.3333	19.8533	23.5294	76.7160
Leucaena leucocephala	Waxim	16.6667	5.3367	17.6471	39.6505
Piscidia piscipula	Ja'abin	11.1111	3.1341	23.5294	37.7746
Calotropis procera	Manzana de Sodoma	5.5556	2.1899	5.8824	13.6278
Azadirachta indica	Neem	2.7778	0.7193	5.8824	9.3794
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

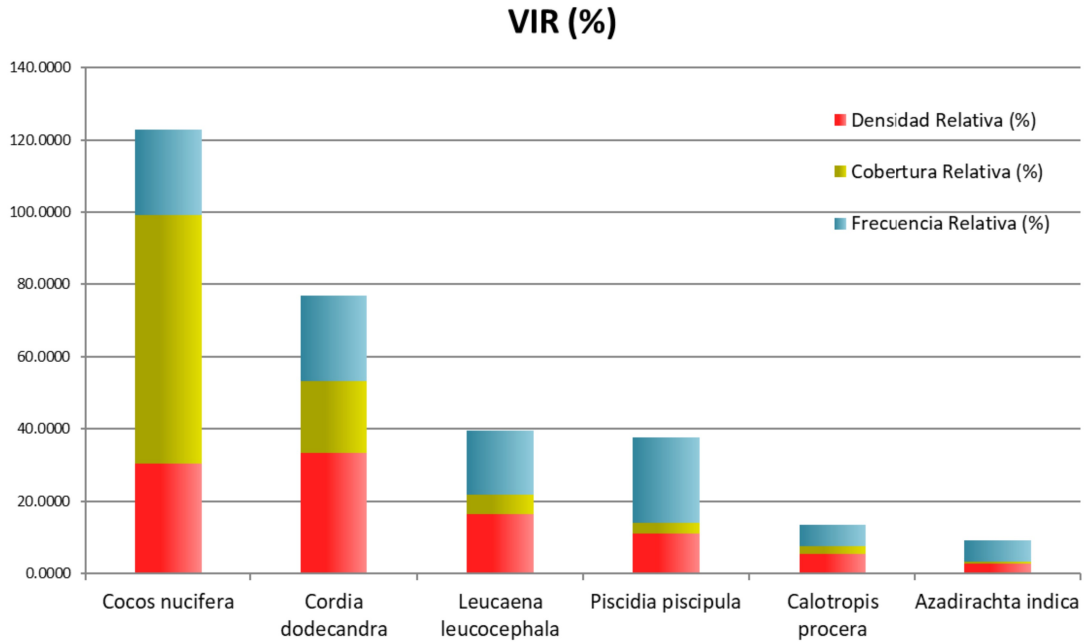


Figura III. 21. Distribución Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato arbóreo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Cocos nucifera* (122.8517), *Cordia dodecandra* (76.7160) y *Piscidia piscipula* (39.6505). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Cocos nucifera* (68.7668%). Respecto a la densidad relativa, *Cordia dodecandra* presenta el valor más alto (33.3333%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Cocos nucifera* y *Cordia dodecandra* con 23.5294% cada uno.

Tabla III.16. Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbóreo

Nombre científico	Densidad/ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Cocos nucifera	275	11.0	0.3056	-1.1856	0.3623
Cordia dodecandra	300	12.0	0.3333	-1.0986	0.3662
Leucaena leucocephala	150	6.0	0.1667	-1.7918	0.2986

Nombre científico	Densidad/ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Piscidia piscipula	100	4.0	0.1111	-2.1972	0.2441
Calotropis procera	50	2.0	0.0556	-2.8904	0.1606
Azadirachta indica	25	1.0	0.0278	-3.5835	0.0995
Total	**900**	**36.0**	**1**		**1.5314**

Tabla III.17. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad en el estrato arbóreo

Estrato arbóreo	
Riqueza (S)	6
Shannon-Wiener (H')	1.5314
H' Máxima	1.7918
Pielou (J)	0.8547
H' max - H'	0.2604

El estrato arbóreo presenta una riqueza específica de seis especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.5314, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 1.7918. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.8547, lo que refleja una distribución relativamente equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.2604 sugiere que la comunidad presenta una diversidad cercana a su máximo nivel potencial, aunque con una mayor diferencia respecto a los estratos herbáceo y arbustivo.

ESPECIES ENDÉMICAS O EN RIESGO CONFORME LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN LA RE

De acuerdo con la metodología establecida, se realizó la comparación de las especies registradas con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con el fin de identificar aquellas que se encuentran incluidas en alguna categoría de protección a nivel nacional. De manera complementaria, se identificó el estatus de conservación de las especies con base en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)

Se registró una especie en la RE enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010 bajo la categoría de Protección especial (Pr), correspondiente a *Gossypium hirsutum*. Asimismo, esta especie se encuentra clasificada como Vulnerable de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Tabla III.18. Especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la RE

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Algodón	Pr	VU

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Protección especial. IUCN: Vu = Vulnerable

Se prevé que el proyecto no genere afectaciones significativas sobre la persistencia de la especie en la región, considerando que el área de influencia del proyecto no corresponde a una zona clave para

su conservación. Asimismo, cabe señalar que esta especie presenta una amplia distribución y es abundante en la península de Yucatán. En este sentido, se registró como una de las especies de mayor importancia dentro del estrato arbustivo en la RE.

Por otro lado, cabe resaltar que no se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán durante los muestreos en la RE.

CONCLUSIÓN DEL MUESTREO EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

- Se registraron 28 especies de flora en la Región Ecológica
- Se registró una especie en enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección especial (Pr), correspondiente a *Gossypium hirsutum.*
- No se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.
- El estrato herbáceo presenta la mayor riqueza específica, con 13 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 2.4396, lo que indica una diversidad media y una distribución muy equitativa de las especies. El estrato arbustivo registra nueve especies y un índice de Shannon de 2.0289, reflejando una diversidad media y una distribución muy equitativa de las especies. Por su parte, el estrato arbóreo presenta 6 especies y un índice de Shannon de 1.5314, mostrando una diversidad baja, aunque con una riqueza específica y equidad inferiores a las de los estratos herbáceo y arbustivo.
- De acuerdo con los valores de importancia relativa (VIR), la especie más importante del estrato arbóreo del área del proyecto es *Cocos nucifera* (122.8517), al presentar el VIR más alto. En el estrato arbustivo, la especie con mayor importancia relativa es *Pithecellobium keyense* (87.3972). Finalmente, en el estrato herbáceo sobresale *Opuntia stricta* (51.3607), al registrar el mayor valor de importancia relativa dentro de este estrato.

MUESTREOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

Se realizó un levantamiento de datos en 4 cuadrantes de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en la AI. Se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología utilizada para el RE y el AP, permitiendo la comparabilidad de los datos obtenidos.

Ubicación de los puntos de muestreo en la AI

Cada sitio se referenció registrando el punto de muestreo con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q

Tabla III.19. Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

Cuadrante	Vértice	X	Y
1	1	206940.9398	2352592.1322
	2	206939.2169	2352601.9826
	3	206949.0673	2352603.7056
	4	206950.7903	2352593.8551
	1	206940.9398	2352592.1322
2	1	206973.3514	2352596.1009
	2	206971.6284	2352605.9514
	3	206981.4788	2352607.6743
	4	206983.2018	2352597.8239
	1	206973.3514	2352596.1009
3	1	206984.5962	2352650.3406
	2	206982.8732	2352660.1911
	3	206992.7237	2352661.9140
	4	206994.4466	2352652.0636
	1	206984.5962	2352650.3406
4	1	207017.6692	2352649.6791
	2	207015.9462	2352659.5296
	3	207025.7966	2352661.2526
	4	207027.5196	2352651.4021
	1	207017.6692	2352649.6791

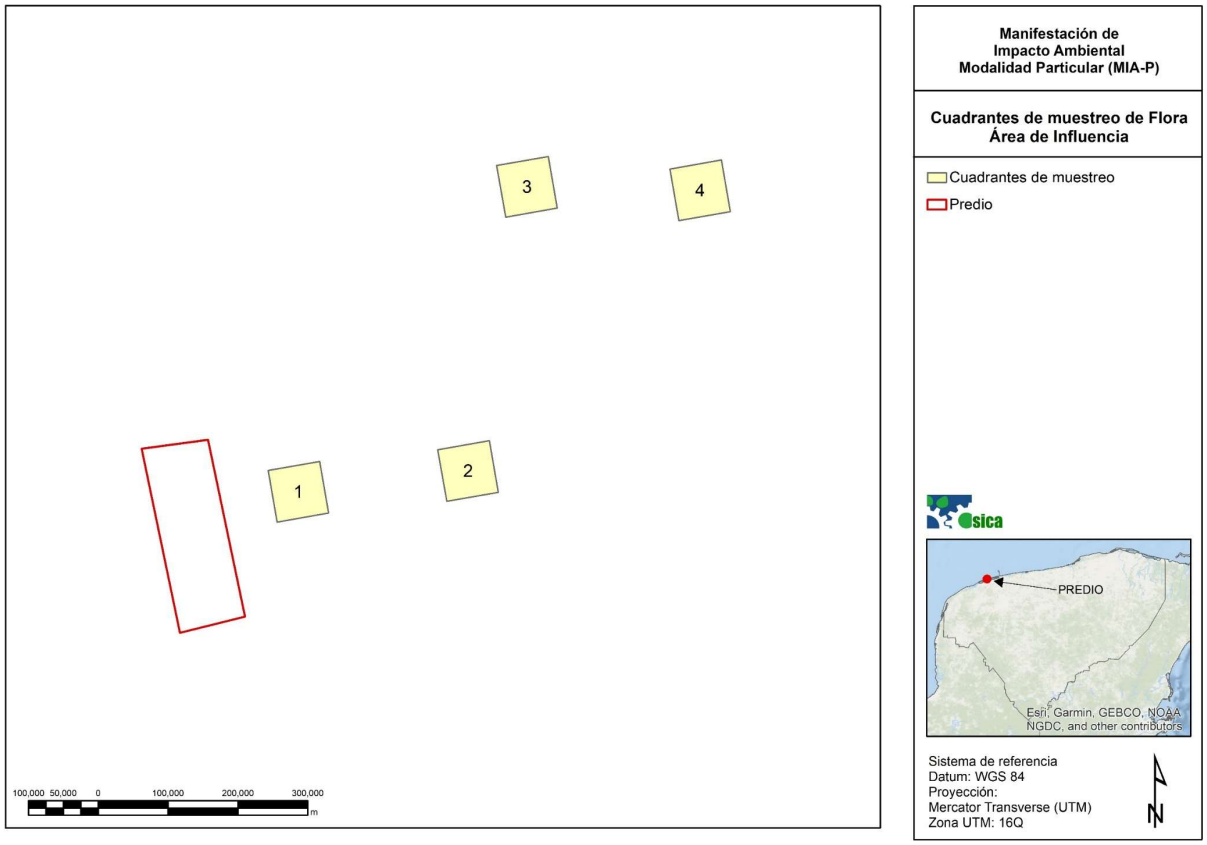


Figura III. 22. Distribución de los sitios de muestreo en la AI.

Curvas de acumulación de especies para la AI

Para determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para demostrar que el número de sitios evaluados es adecuado, se construyó una curva de acumulación de especies utilizando los datos obtenidos en campo y el programa EstimateS (versión 9.1.0; Robert K. Colwel[5]l).

Este método consiste en graficar el número de especies acumuladas conforme aumenta el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza de especies se incrementa progresivamente hasta alcanzar un punto en el cual, aun cuando el esfuerzo de recolecta continúa, el número de especies registradas se estabiliza y forma una asíntota (Villarreal et al., 2006[6]).

Para el análisis se emplearon estimadores no paramétricos; de los modelos desarrollados por Chao (1984)[7], los más utilizados son Chao1, basado en abundancias, y Chao2, basado en incidencia. A continuación, se presenta las curvas de acumulación para la flora del predio

Curva de acumulación en la AI

[5] Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Version 9.1.0)

[6] Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

[7] Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, 11(4), 265–270.

La curva de acumulación de especies para todos los estratos en el área influencia mostró un incremento rápido en la riqueza durante las primeras unidades de muestreo, seguido de una tendencia asintótica a partir de la tercera unidad.

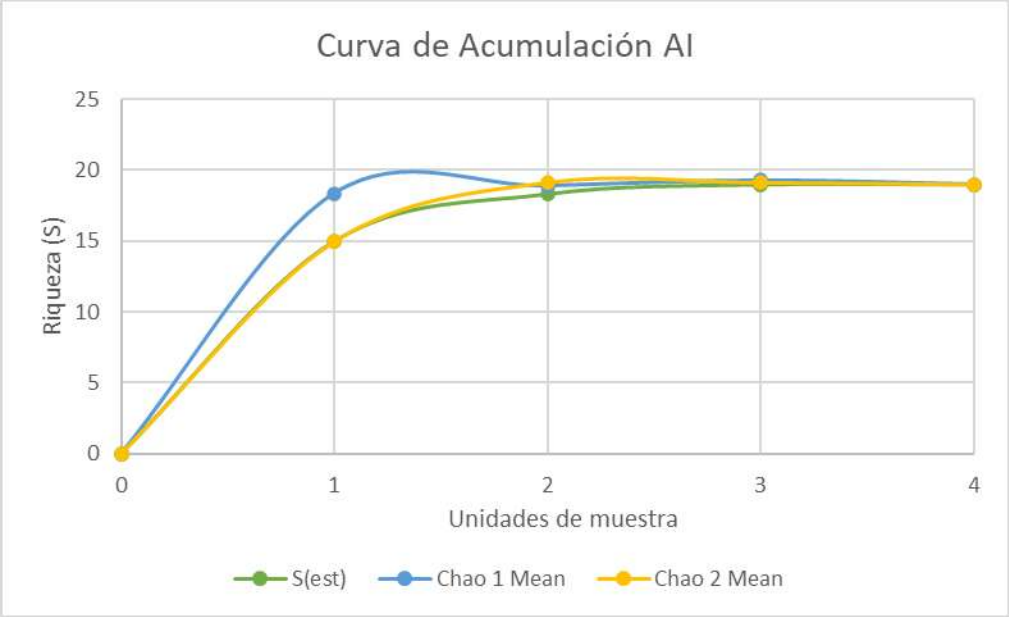


Figura III. 23. Curva de acumulación de especies en la AI

El estimador no paramétrico Chao 1 estimó una riqueza de 19 especies (IC 95 %: 19 – 20.17), mientras que Chao 2 estimó igualmente una riqueza de 19 especies. La riqueza observada y las estimadas mediante los métodos no paramétricos Chao 1 y Chao 2 convergieron en un valor de 19 especies, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar adecuadamente la riqueza de especies en del área de estudio.

La estabilización de las curvas y la concordancia entre los valores observados y estimados sugieren que la probabilidad de registrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja.

Tabla III.20. Resultados del cómputo con EstimateS para los estimadores no paramétricos

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	18.37	14.96
2	18.9	19.14
3	19.28	19.13
4	19	19

Tabla III.21. Cálculo del Índice de Completitud para en el área de influencia

Estimadores	Riqueza Observada	Riqueza estimada	Completitud
Chao 1 Mean	19	19	100%
Chao 2 Mean	19	19	100%

Como se observa en la tabla anterior, los estimadores calculados alcanzaron el 100% de fiabilidad; por lo que, se concluye que el muestreo realizado para la flora fue suficiente en el sitio de estudio correspondiente a el AI

RESULTADOS DEL MUESTREO DE FLORA EL AREA DE INFLUENCIA (AI)

Listado de especies registradas en el AI

Con base en los muestreos realizados en el AI, se obtuvo el registro de un total de 19 especies de plantas, pertenecientes a 19 géneros y 13 familias botánicas. No se presentó ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo.

Tabla III.22. Listado de especies registradas en el AI

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	IUCN
1	Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	No enlistada	LC
2	Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Nativa	No enlistada	ND
3	Apocynaceae	*Calotropis procera*	Manzana de Sodoma	Introducida	No enlistada	LC
4		*Echites umbellatus*	Chak kansel	Nativa	No enlistada	LC
5		*Gonolobus barbatus*	Xtuch kajoy	Nativa	No enlistada	ND
6	Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	No enlistada	LC
7		*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	No enlistada	ND
8	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	K'opte	Nativa	No enlistada	LC
9		*Varronia bullata*	Nich' ma'ax	Nativa	No enlistada	LC
10	Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	No enlistada	LC
11	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	No enlistada	ND
12		*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Nativa	No enlistada	LC
13	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	No enlistada	LC
14		*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	No enlistada	LC
15	Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	No enlistada	ND
16	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Ni' che'	Nativa	No enlistada	LC
17	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	No enlistada	LC
18	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Nativa	No enlistada	LC
19	Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Claudiosa	Nativa	No enlistada	LC

IUCN: LC = *Laest Concern* / Preocupación menor, ND = No data / Sin datos

Tal como se observa en la siguiente figura, se registraron un total de 19 especies, de las cuales nueve corresponden al estrato herbáceo, siete al estrato arbustivo y tres al estrato arbóreo. En este sentido, el estrato herbáceo es el que presenta la mayor riqueza de especies en el AI.



Figura III. 24. Distribución de especies según su forma de vida en el AI

La figura siguiente muestra la riqueza de especies según su estatus de distribución en la Provincia Biótica Península de Yucatán. Del total de las 19 especies registradas, 18 corresponden a especies nativas, y una especie introducida a la región. No se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán.

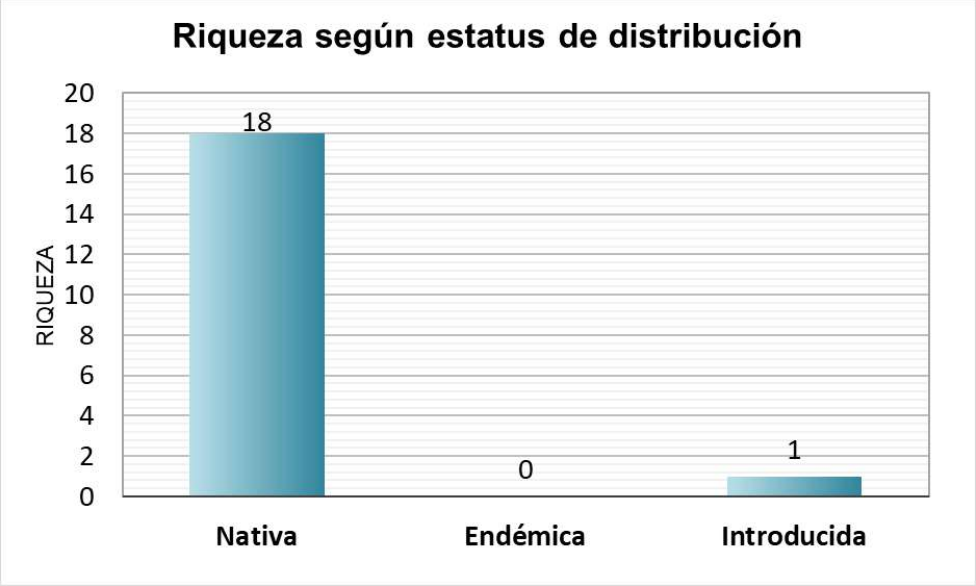


Figura III. 25. Distribución de especies según su forma de vida en la AI

La figura siguiente muestra la riqueza de especies según la familia botánica a la que pertenecen. Como puede observarse en la gráfica siguiente, la familia Fabaceae es la que contiene la mayor riqueza en AI con tres especies representantes.

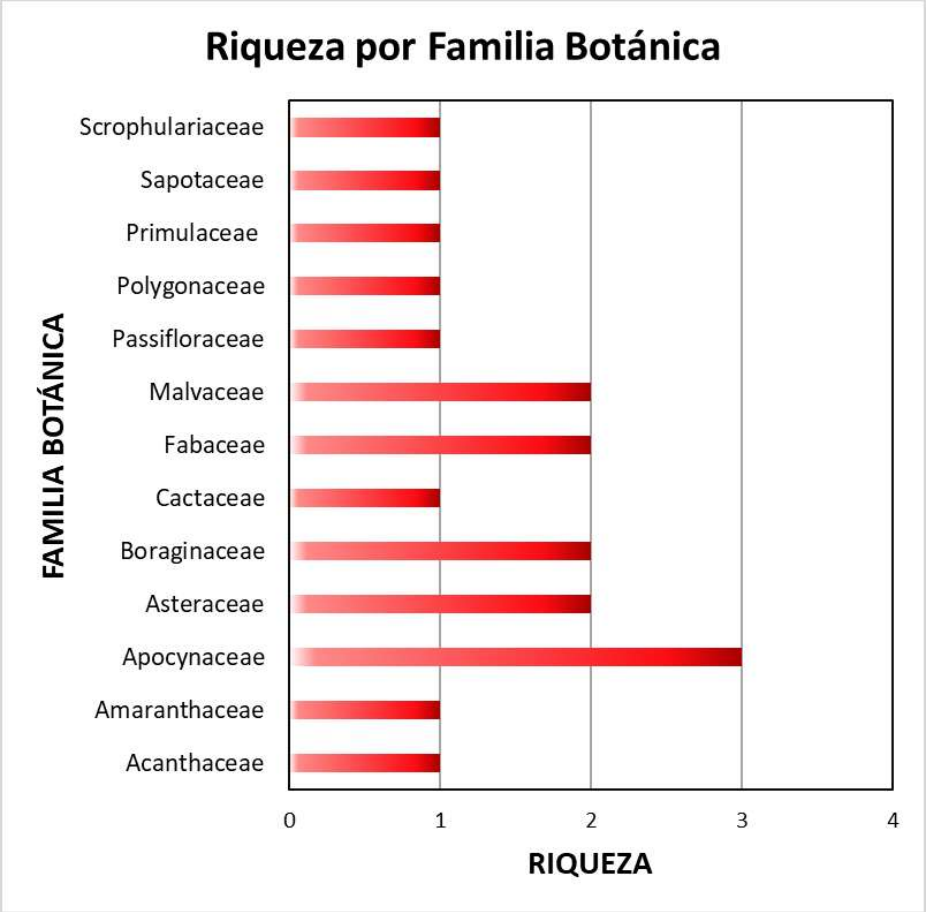


Figura III. 26. Distribución de especies según su familia botánica en la AI

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE FLORA EN EL AI

A continuación, se presenta el análisis de diversidad en los tres estratos de flora obtenidos urante los muestreos en el Área de Influencia

Estrato herbáceo de la AI

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

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

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Gonolobus barbatus	Xtuch kajoy	17.241	15.854	14.286	47.382
Alternanthera flavescens	Sak-mul	20.690	13.162	10.714	44.566
Capraria biflora	Claudiosa	15.517	14.276	14.286	44.079
Opuntia stricta	Tsakam	6.897	26.314	10.714	43.925

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Echites umbellatus	Chak kansel	10.345	6.315	14.286	30.946
Waltheria indica	Sak mis bil	8.621	7.763	10.714	27.098
Passiflora foetida	Túubok	8.621	7.039	10.714	26.374
Melanthera nivea	Levisa xiiw	6.897	4.802	7.143	18.842
Porophyllum punctatum	Ukíil	5.172	4.473	7.143	16.789
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato herbáceo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Gonolobus barbatus* (47.382), *Alternanthera flavescens* (44.566) y *Capraria biflora* (44.079). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Opuntia stricta* (26.314%). Respecto a la densidad relativa, *Alternanthera flavescens* presenta el valor más alto (20.690%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Gonolobus barbatus*, *Capraria biflora* y *Echites umbellatus*, todas con 14.286%.

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

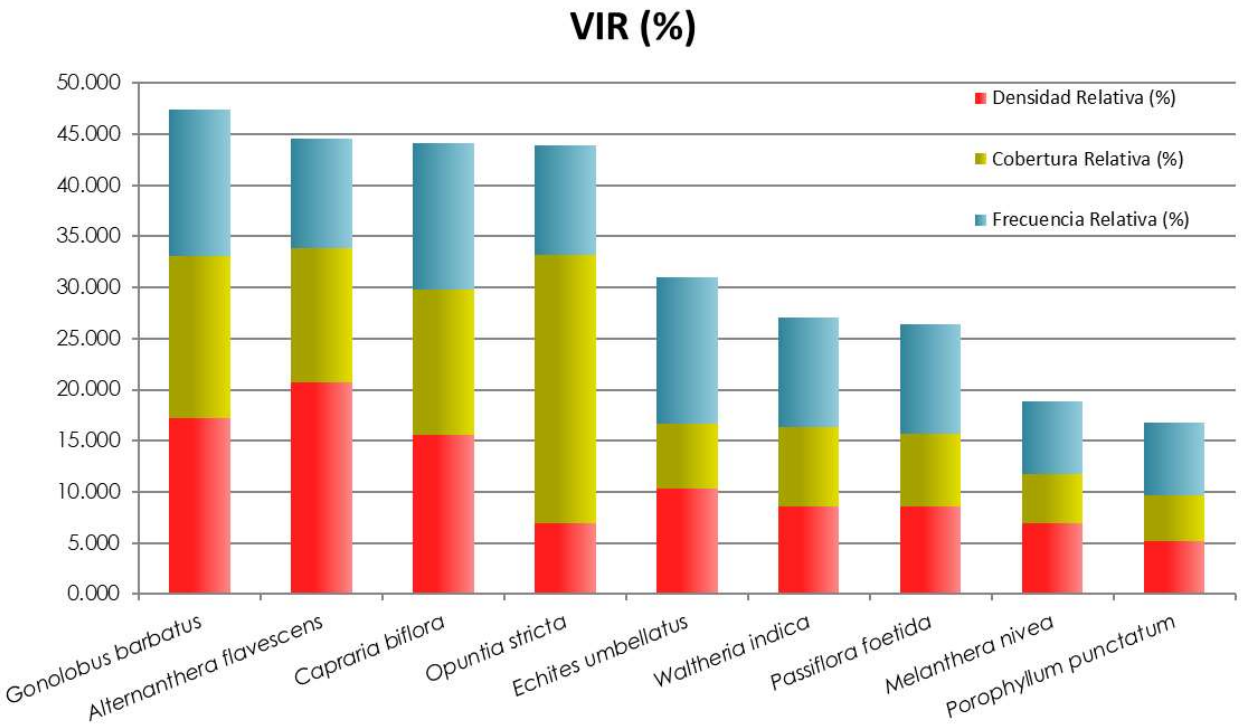


Figura III. 27. Distribución Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo

Tabla III.24. Estimación del Índice de Shannon-Wienner del estrato herbáceo

Nombre científico	Densidad/ ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Gonolobus barbatus	25000	10.0	0.1724	-1.7579	0.3031
Alternanthera flavescens	30000	12.0	0.2069	-1.5755	0.3260
Capraria biflora	22500	9.0	0.1552	-1.8632	0.2891
Opuntia stricta	10000	4.0	0.0690	-2.6741	0.1844
Echites umbellatus	15000	6.0	0.1034	-2.2687	0.2347
Waltheria indica	12500	5.0	0.0862	-2.4510	0.2113
Passiflora foetida	12500	5.0	0.0862	-2.4510	0.2113
Melanthera nivea	10000	4.0	0.0690	-2.6741	0.1844
Porophyllum punctatum	7500	3.0	0.0517	-2.9618	0.1532
Total	**145000**	**58.0**	**1**		**2.0975**

Tabla III.25. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo

Estrato Herbáceo	
Riqueza (S)	9
Shannon-Wiener (H')	2.0975
H' Máxima	2.1972
Pielou (J)	0.9546
H' max - H'	0.0997

El estrato herbáceo presenta una riqueza específica de 9 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 2.0975, lo que indica una diversidad media para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 2.1972. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.9546, lo que refleja una distribución muy equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.0997 sugiere que la comunidad se encuentra cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

Estrato Arbustivo del Al

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

Tabla III.26. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Sideroxylon americanum	Mulche'	27.2727	42.8445	13.0435	83.1607
Coccoloba uvifera	Ni' che'	18.1818	32.8089	17.3913	68.3820
Pithecellobium keyense	Ya'ax k'aax	11.3636	18.5933	8.6957	38.6526
Bonellia macrocarpa	Chak sik'iix	11.3636	3.6128	17.3913	32.3678
Bravaisia berlandieriana	Julub	13.6364	0.8422	17.3913	31.8698

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Malvaviscus arboreus	Bisil	11.3636	0.8772	13.0435	25.2844
Varronia bullata	Nich' ma'ax	6.8182	0.4211	13.0435	20.2827
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

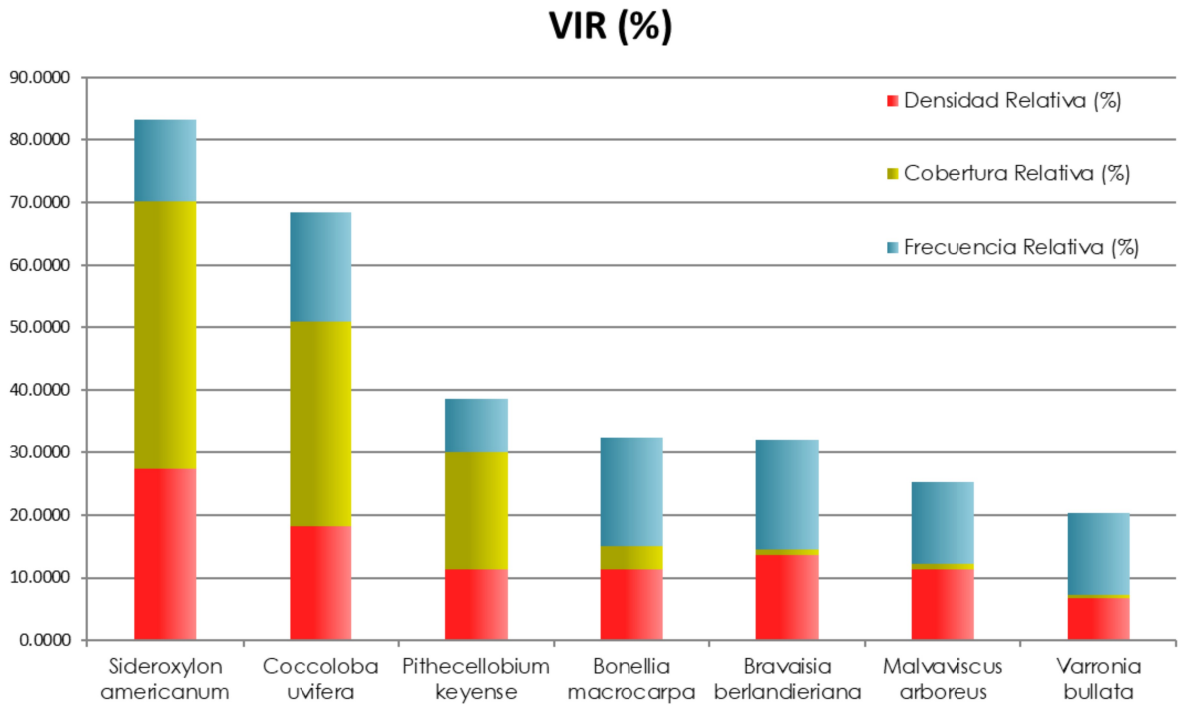


Figura III. 28. Distribución Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo.

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato arbustivo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Sideroxylon americanum* (83.1607), *Coccoloba uvifera* (68.3820) y *Pithecellobium keyense* (38.6526). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Sideroxylon americanum* (42.8445%). Respecto a la densidad relativa, *Sideroxylon americanum* presenta el valor más alto (27.2727%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Coccoloba uvifera*, *Bonellia macrocarpa* y *Bravaisia berlandieriana*, todas con 17.3913%.

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

Tabla III.27. Estimación del Índice de Shannon-Wienner en el estrato arbustivo

Nombre científico	Densidad/ ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Sideroxylon americanum	1200	12	0.2727	-1.2993	0.3543
Coccoloba uvifera	800	8	0.1818	-1.7047	0.3100
Pithecellobium keyense	500	5	0.1136	-2.1748	0.2471
Bonellia macrocarpa	500	5	0.1136	-2.1748	0.2471
Bravaisia berlandieriana	600	6	0.1364	-1.9924	0.2717
Malvaviscus arboreus	500	5	0.1136	-2.1748	0.2471
Varronia bullata	300	3	0.0682	-2.6856	0.1831
Total	**4400**	**44.0**	**1.0000**		**1.8605**

Tabla III.28. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad en el estrato arbustivo

Estrato arbustivo	
Riqueza (S)	7
Shannon-Wiener (H')	1.8605
H' Máxima	1.9459
Pielou (J)	0.9561
H' max - H'	0.0854

El estrato arbustivo presenta una riqueza específica de 7 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.8605, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 1.9459. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.9561, lo que refleja una distribución muy equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.0854 sugiere que la comunidad se encuentra cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

Estrato arbóreo del AI

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de tres especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR.

Tabla III.29. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Cordia dodecandra	K'opte	42.8571	48.5592	33.3333	124.7497
Leucaena leucocephala	Waxim	35.7143	34.0288	44.4444	114.1876
Calotropis procera	Manzana de Sodoma	21.4286	17.4120	22.2222	61.0628
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

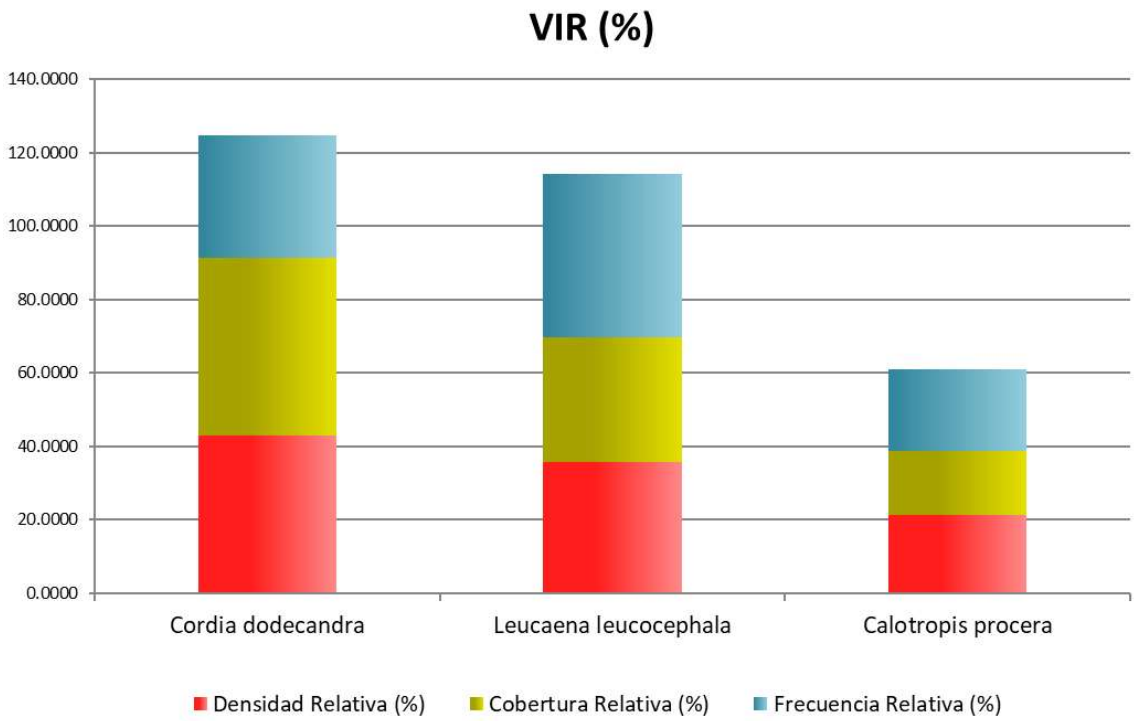


Figura III. 29. Distribución Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato arbóreo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Cordia dodecandra* (124.7497), *Leucaena leucocephala* (114.1876) y *Calotropis procera* (61.0628). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Cordia dodecandra* (48.5592%). Respecto a la densidad relativa, *Cordia dodecandra* presenta el valor más alto (42.8571%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Leucaena leucocephala* (44.444%).

Tabla III.30. Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbóreo

Nombre científico	Densidad/ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Cordia dodecandra	150	6.0	0.4286	-0.8473	0.3631
Leucaena leucocephala	125	5.0	0.3571	-1.0296	0.3677
Calotropis procera	75	3.0	0.2143	-1.5404	0.3301
Total	**350**	**14.0**	**1**		**1.0609**

Tabla III.31. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad en el estrato arbóreo

Estrato arbóreo	
Riqueza (S)	3
Shannon-Wiener (H')	1.0609
H' Máxima	1.0986
Pielou (J)	0.9657
H' max - H'	0.0377

El estrato arbóreo presenta una riqueza específica de 3 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.0609, lo que indica una diversidad muy baja para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 1.0986. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.9657, lo que refleja una distribución muy equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.0377 sugiere que la comunidad se encuentra muy cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

ESPECIES ENDÉMICAS O EN CATEGORIA DE RIESGO CONFORME LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con la metodología establecida, se realizó la comparación de las especies registradas en el AI con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con el fin de identificar aquellas que se encuentran incluidas en alguna categoría de protección a nivel nacional. De manera complementaria, se identificó el estatus de conservación de las especies con base en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)

NO SE REGISTRARON ESPECIES ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. Asimismo, tampoco se encontraron especies presentes en Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).
Por otro lado, cabe resaltar que no se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán durante los muestreos en el AI. Sin embargo, e prevé que el proyecto no genere afectaciones significativas sobre la persistencia de las especies nativas de la región.

CONCLUSIÓN DEL MUESTREO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

- Se registraron 19 especies de flora en el área de influencia
- No se registraron especies enlistadas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área de influencia
- No se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.
- El estrato herbáceo presenta la mayor riqueza específica, con 9 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 2.0975, lo que indica una diversidad media y una distribución muy equitativa de las especies. El estrato arbustivo registra 7 especies y un índice de Shannon de 1.8605, reflejando una diversidad baja y una distribución muy equitativa de las especies. Por su parte, el estrato arbóreo presenta 3 especies y un índice de Shannon de 1.0609, mostrando una diversidad muy baja, aunque con una riqueza específica inferior a la de los estratos herbáceo y arbustivo.

- De acuerdo con los valores de importancia relativa (VIR), la especie más importante del estrato arbóreo del área del proyecto es *Cordia dodecandra* (124.75), al presentar el VIR más alto. En el estrato arbustivo, la especie con mayor importancia relativa es *Sideroxylon americanum* (83.16). Finalmente, en el estrato herbáceo sobresale *Gonolobus barbatus* (47.38), al registrar el mayor valor de importancia relativa dentro de este estrato.

MUESTREOS REALIZADOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

Se realizó un levantamiento de datos en 4 cuadrantes de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en la AP. Se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología utilizada para el RE y el AI, permitiendo la comparabilidad de los datos obtenidos.

Ubicación de los puntos de muestreo en la AP

Cada sitio se referenció registrando el punto de muestreo con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q

Tabla III.32. Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

Cuadrante	Vértice	X	Y
1	1	206928.3601	2352574.9834
	2	206927.5172	2352579.1404
	3	206931.6743	2352579.9834
	4	206932.5172	2352575.8263
	1	206928.3601	2352574.9834
2	1	206922.4731	2352582.9209
	2	206921.6302	2352587.0779
	3	206925.7873	2352587.9209
	4	206926.6302	2352583.7638
	1	206922.4731	2352582.9209
3	1	206924.9205	2352592.5782
	2	206924.0776	2352596.7352
	3	206928.2347	2352597.5782
	4	206929.0776	2352593.4211

Cuadrante	Vértice	X	Y
	1	206924.9205	2352592.5782
4	1	206918.1736	2352599.8542
	2	206917.3307	2352604.0113
	3	206921.4878	2352604.8542
	4	206922.3307	2352600.6972
	1	206918.1736	2352599.8542

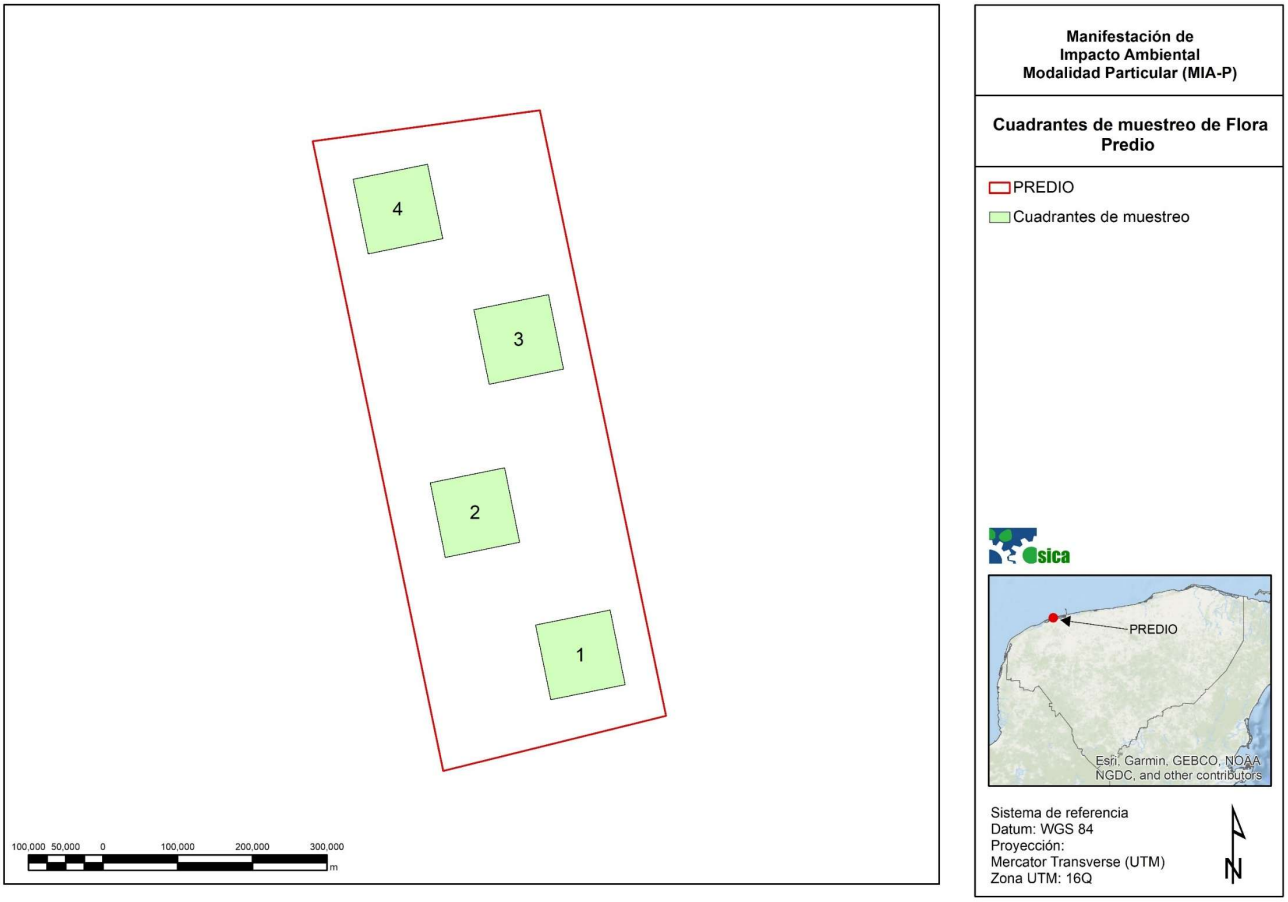


Figura III. 30. Distribución de los sitios de muestreo en la AP.

Curvas de acumulación de especies para la AP

Para determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para demostrar que el número de sitios evaluados es adecuado, se construyó una curva de acumulación de especies utilizando los datos obtenidos en campo y el programa EstimateS (versión 9.1.0; Robert K. Colwel[8]l).

Este método consiste en graficar el número de especies acumuladas conforme aumenta el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza de especies se incrementa progresivamente hasta alcanzar un punto en el cual, aun cuando el esfuerzo de recolecta continúa, el número de especies registradas se estabiliza y forma una asíntota (Villarreal et al., 2006[9]).

Para el análisis se emplearon estimadores no paramétricos; de los modelos desarrollados por Chao (1984)[10], los más utilizados son Chao1, basado en abundancias, y Chao2, basado en incidencia. A continuación, se presenta las curvas de acumulación para la flora del predio

Curva de acumulación en la AP

La curva de acumulación de especies para todos los estratos en el área del proyecto mostró un incremento rápido en la riqueza durante las primeras unidades de muestreo, seguido de una tendencia asintótica a partir de la tercera unidad.

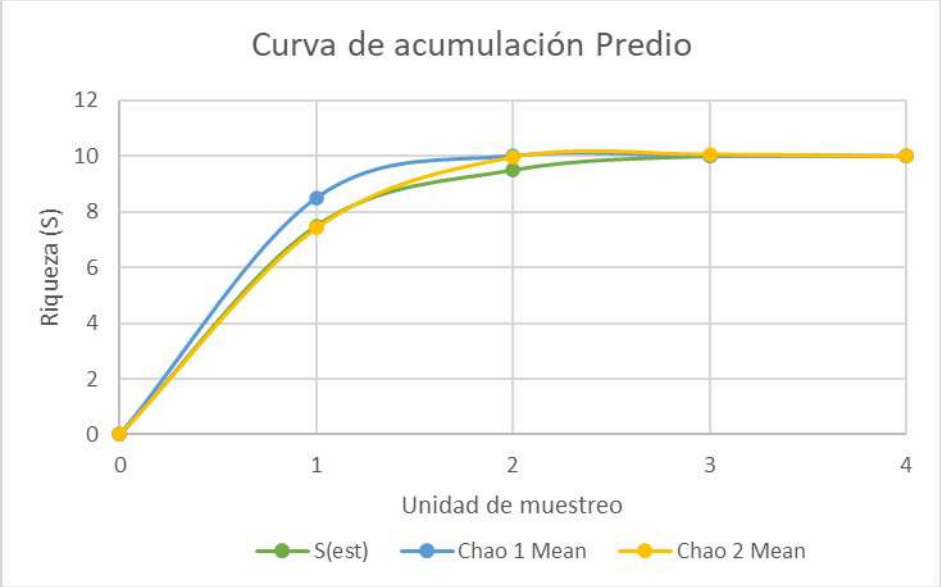


Figura III. 31. Curva de acumulación de especies en la AP

El estimador no paramétrico Chao 1 estimó una riqueza de 10 especies (IC 95 %: 10 – 10.89), mientras que Chao 2 estimó igualmente una riqueza de 10 especies. La riqueza observada y las estimadas mediante los métodos no paramétricos Chao 1 y Chao 2 convergieron en un valor de 10 especies, lo

[8] Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Version 9.1.0)

[9] Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

[10] Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, 11(4), 265–270.

que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar adecuadamente la riqueza de especies en del área de estudio.

La estabilización de las curvas y la concordancia entre los valores observados y estimados sugieren que la probabilidad de registrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja.

Tabla III.33. Resultados del cómputo con EstimateS para los estimadores no paramétricos

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	8.5	7.42
2	10.01	9.97
3	10	10.07
4	10	10

Tabla III.34. Cálculo del Índice de Completitud para en el área del proyecto

Estimadores	Riqueza Observada	Riqueza estimada	Completitud
Chao 1 Mean	10	10	100%
Chao 2 Mean	10	10	100%

Como se observa en la tabla anterior, los estimadores calculados alcanzaron el 100% de fiabilidad; por lo que, se concluye que el muestreo realizado para la flora fue suficiente en el sitio de estudio correspondiente a el AP

RESULTADOS DEL MUESTREO DE FLORA EL AREA DEL PROYECTO(AP)

Listado de especies registradas en el AP

Con base en los muestreos realizados en el AP, se obtuvo el registro de un total de 10 especies de plantas, pertenecientes a 10 géneros y ocho familias botánicas. No se presentó ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo.

Tabla III.35. Listado de especies registradas en el Ap

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	IUCN
1	Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	No enlistada	LC
2	Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Nativa	No enlistada	ND
3	Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	No enlistada	LC
4	Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	No enlistada	ND
5	Boraginaceae	*Varronia bullata*	Nich' ma'ax	Nativa	No enlistada	LC
6	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Éek lu'um	Introducida	No enlistada	LC

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010	IUCN
7	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	No enlistada	LC
8	Malvaceae	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	No enlistada	LC
9	Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	No enlistada	ND
10	Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Claudiosa	Nativa	No enlistada	LC

IUCN: LC = *Laest Concern* / Preocupación menor, ND = No data / Sin datos

Tal como se observa en la siguiente figura, se registraron un total de 10 especies, de las cuales seis corresponden al estrato herbáceo y cuatro al estrato arbustivo. No se presentaron individuos del estrato arbóreo en el predio de estudio.



Figura III. 32. Distribución de especies según su forma de vida en el AP

La figura siguiente muestra la riqueza de especies según su estatus de distribución en la Provincia Biótica Península de Yucatán. Del total de las 10 especies registradas, nueve corresponden a especies nativas, y una especie introducida a la región correspondiente a *Ricinus communis*. No se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán.

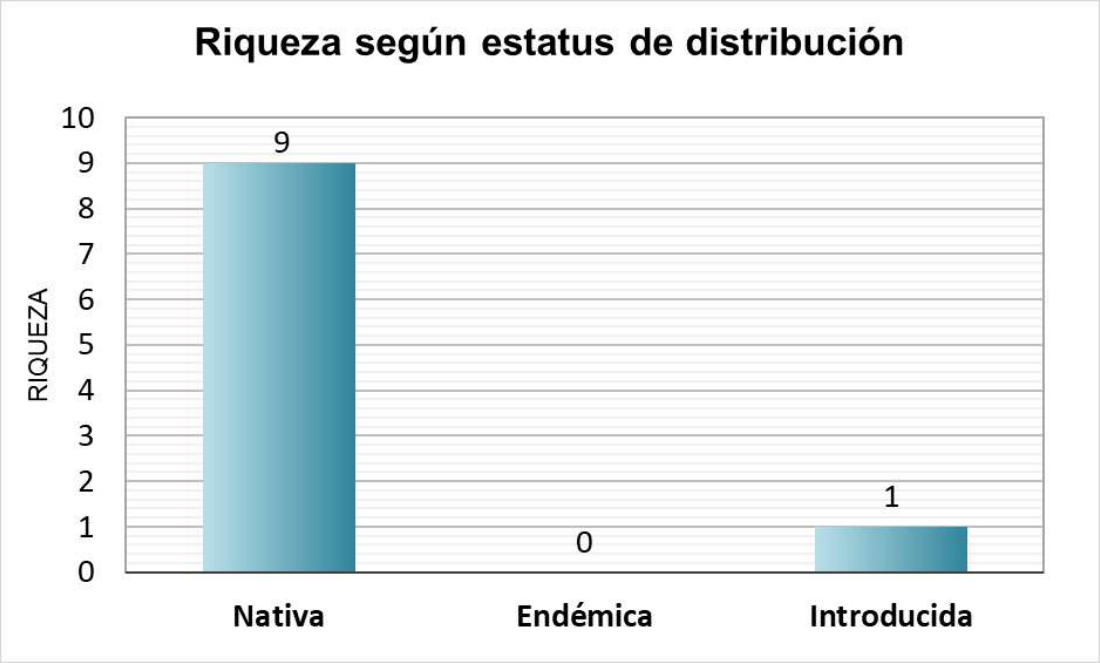


Figura III. 33. Distribución de especies según su forma de vida en la AI

La figura siguiente muestra la riqueza de especies según la familia botánica a la que pertenecen. Como puede observarse en la gráfica siguiente, la familia Asterace y Malvaceae contienen la mayor riqueza en AP con dos especies representantes cada una.

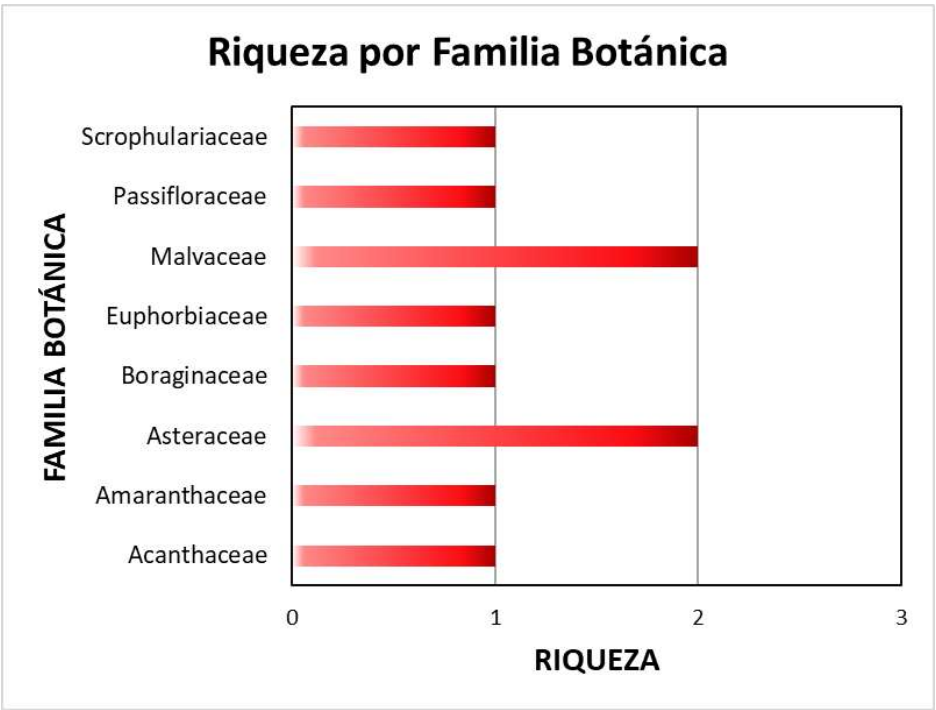


Figura III. 34. Distribución de especies según su familia botánica en la AP

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE FLORA EN EL AP

A continuación, se presenta el análisis de diversidad en los tres estratos de flora obtenidos urante los muestreos en el Área del Proyecto

Estrato herbáceo del AP

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

Tabla III.36. Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Waltheria indica	Sak mis bil	28.205	19.556	15.789	63.550
Melanthera nivea	Levisa xiiw	23.077	16.000	21.053	60.130
Alternanthera flavescens	Sak-mul	15.385	10.667	21.053	47.104
Capraria biflora	Claudiosa	12.821	23.556	10.526	46.902
Porophyllum punctatum	Ukíil	10.256	19.111	15.789	45.157
Passiflora foetida	Túubok	10.256	11.111	15.789	37.157
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato herbáceo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Waltheria indica* (63.550), *Melanthera nivea* (60.130) y *Alternanthera flavescens* (47.104). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Capraria biflora* (23.556%). Respecto a la densidad relativa, *Waltheria indica* presenta el valor más alto (28.205%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Melanthera nivea* y *Alternanthera flavescens*, ambas con 21.053%.

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

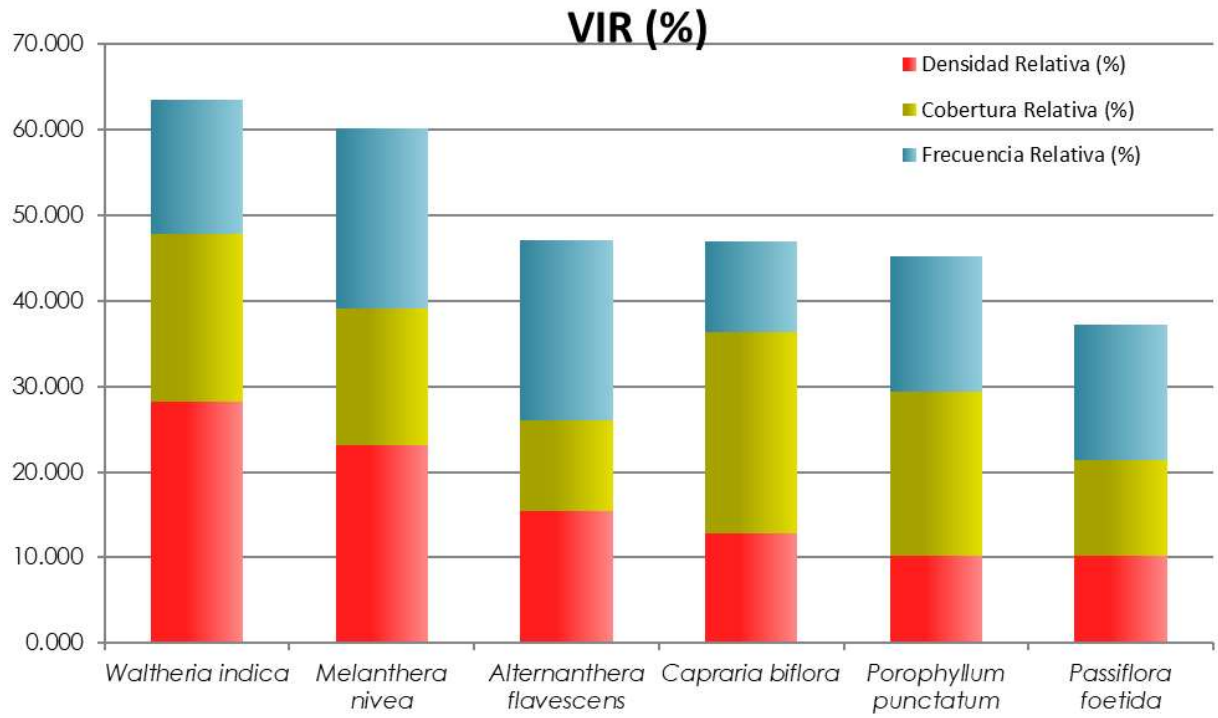


Figura III. 35. Distribución Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo

Tabla III.37. Estimación del Índice de Shannon-Wienner del estrato herbáceo

Nombre científico	Densidad/ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Waltheria indica	27500	11.0	0.2821	-1.2657	0.35698
Melanthera nivea	22500	9.0	0.2308	-1.4663	0.33839
Alternanthera flavescens	15000	6.0	0.1538	-1.8718	0.28797
Capraria biflora	12500	5.0	0.1282	-2.0541	0.26335
Porophyllum punctatum	10000	4.0	0.1026	-2.2773	0.23357
Passiflora foetida	10000	4.0	0.1026	-2.2773	0.23357
Total	**97500**	**39.0**	**1**		**1.71382**

Tabla III.38. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo

Estrato Herbáceo	
Riqueza (S)	6
Shannon-Wiener (H')	1.7138
H' Máxima	1.7918
Pielou (J)	0.9565
H' max - H'	0.0779

El estrato herbáceo presenta una riqueza específica de 6 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.7138, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 1.7918. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.9565, lo que refleja una distribución muy equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la

diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.0779 sugiere que la comunidad se encuentra cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

Estrato Arbustivo del AP

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

Tabla III.39. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	V. I. R.
Ricinus communis	Éek lu'um	52.0000	61.5322	36.3636	149.8959
Varronia bullata	Nich' ma'ax	24.0000	11.7428	27.2727	63.0155
Malvaviscus arboreus	Bisil	12.0000	19.8413	18.1818	50.0231
Bravaisia berlandieriana	Julub	12.0000	6.8837	18.1818	37.0655
Total		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

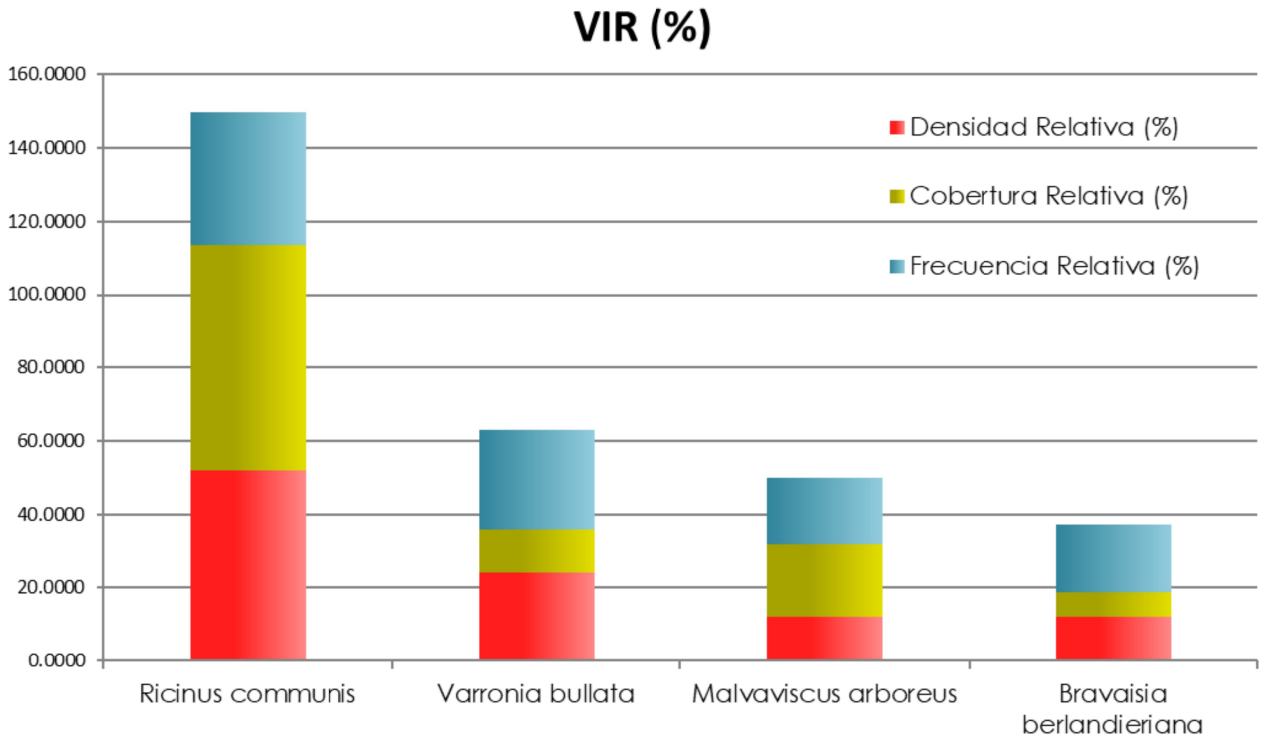


Figura III. 36. Distribución Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo.

De acuerdo con los datos obtenidos, en el estrato arbustivo predominan las especies con mayores valores de importancia relativa (VIR): *Ricinus communis* (149.8959), *Varronia bullata* (63.0155) y *Malvaviscus arboreus* (50.0231). En cuanto a la cobertura relativa, el mayor valor corresponde a *Ricinus communis* (61.5322%). Respecto a la densidad relativa, *Ricinus communis* presenta el valor más alto (52.0000%). Finalmente, la frecuencia relativa más elevada se registra para *Ricinus communis* (36.3636%).

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

Tabla III.40. Estimación del Índice de Shannon-Wienner en el estrato arbustivo

Nombre científico	Densidad/ha	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
Ricinus communis	1300	13.0	0.5200	-0.6539	0.3400
Varronia bullata	600	6.0	0.2400	-1.4271	0.3425
Malvaviscus arboreus	300	3.0	0.1200	-2.1203	0.2544
Bravaisia berlandieriana	300	3.0	0.1200	-2.1203	0.2544
Total	**2500**	**25.0**	**1.0**		**1.1914**

Tabla III.41. índices e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad en el estrato arbustivo

Estrato arbustivo	
Riqueza (S)	4
Shannon-Wiener (H')	1.1914
H' Máxima	1.3863
Pielou (J)	0.8594
H' max - H'	0.1949

El estrato arbustivo presenta una riqueza específica de 4 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.1914, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La diversidad máxima potencial es de 1.3863. El índice de equidad de Pielou (J) es de 0.8594, lo que refleja una distribución relativamente equitativa de las especies y una baja tendencia a la dominancia. Asimismo, la diferencia entre la diversidad máxima y la observada (H'max − H') de 0.1949 sugiere que la comunidad se encuentra cercana a alcanzar su máximo nivel de diversidad potencial.

Estrato arbóreo del AP

Durante el muestreo de campo no se registraron elementos arbóreos dentro del área del proyecto. Asimismo, mediante recorridos realizados en toda la extensión del predio, se corroboró la ausencia de cobertura arbórea de cualquier tipo. En consecuencia, no se identificaron individuos arbóreos que pudieran ser considerados para el análisis de diversidad correspondiente.

ESPECIES ENDÉMICAS O EN CATEGORIA DE RIESGO CONFORME LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con la metodología establecida, se realizó la comparación de las especies registradas en el AP con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con el fin de identificar aquellas que se encuentran incluidas en alguna categoría de protección a nivel nacional. De manera complementaria, se identificó el estatus de conservación de las especies con base en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)

NO SE REGISTRARON ESPECIES ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL PROYECTO. Asimismo, tampoco se encontraron especies presentes en Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Por otro lado, cabe resaltar que no se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán durante los muestreos en el AP. Sin embargo, e prevé que el proyecto no genere afectaciones significativas sobre la persistencia de las especies nativas de la región.

CONCLUSIÓN DEL MUESTREO EN EL ÁREA DEL PROYECTO

- Se registraron 10 especies de flora en el área de influencia
- No se registraron especies enlistadas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del Proyecto
- No se registraron especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.
- El estrato herbáceo presenta la mayor riqueza específica, con 6 especies y un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 1.7138, lo que indica una diversidad baja y una distribución muy equitativa de las especies. El estrato arbustivo registra 4 especies y un índice de Shannon de 1.1914, reflejando una diversidad baja y una distribución relativamente equitativa de las especies. Por su parte, durante el muestreo de campo no se registraron elementos arbóreos dentro del área del proyecto.
- De acuerdo con los valores de importancia relativa (VIR), la especie más importante del estrato arbustivo del área del proyecto es *Ricinus communis* (149.8959), al presentar el VIR más alto. En el estrato herbáceo, la especie con mayor importancia relativa es *Waltheria indica* (63.550), seguida de *Melanthera nivea* (60.130) y *Alternanthera flavescens* (47.104). Durante el muestreo de campo no se registraron elementos arbóreos dentro del área del proyecto.

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

Con base en los análisis de composición y diversidad florística realizados en el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), se presenta a continuación un análisis comparativo entre los sitios de estudio, con el propósito de identificar patrones de similitud, variación en la riqueza de especies y posibles diferencias en la estructura de la vegetación presentes en cada unidad evaluada.

Este análisis permite reconocer las características florísticas más representativas de cada área, así como evaluar el grado de conservación y la heterogeneidad ecológica existente entre ellas.

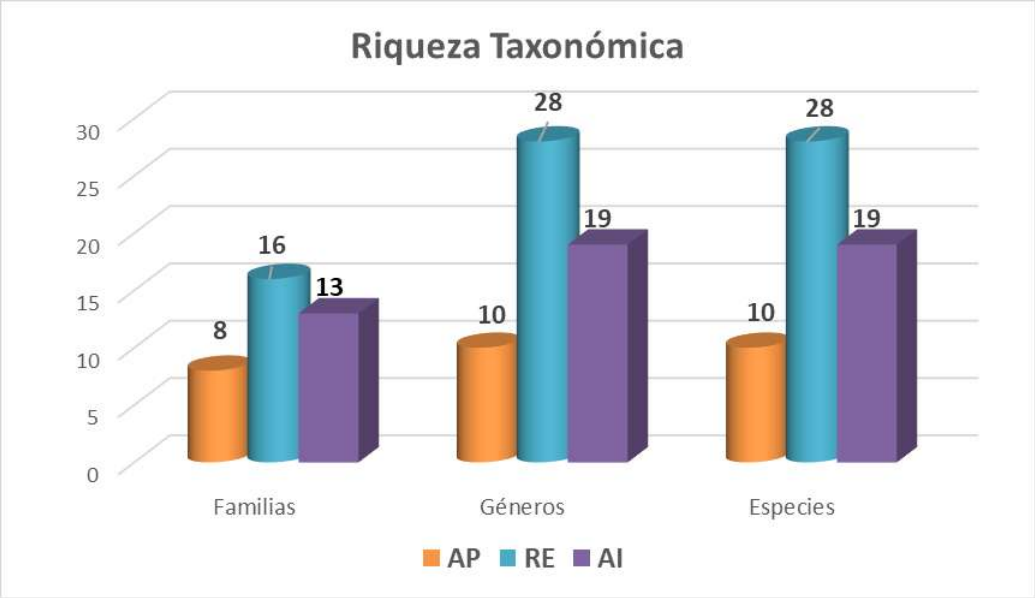


Figura III. 37. Comparación en la Riqueza Taxonómica entre los sitios de estudio

En la comparación de la riqueza taxonómica entre el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), se observa que la RE presenta los valores más altos en todos los niveles taxonómicos evaluados. En el nivel de familias, la riqueza fue mayor en la RE (16 familias) que en el AI (13 familias) y en el AP (ocho familias). De igual forma, el número de géneros registrados en la RE fue superior (28 géneros) en comparación con el AI (19 géneros) y el AP (10 géneros). En cuanto a la riqueza específica, la RE también presentó los valores más altos (28 especies), superando al AI (19 especies) y al AP (10 especies).

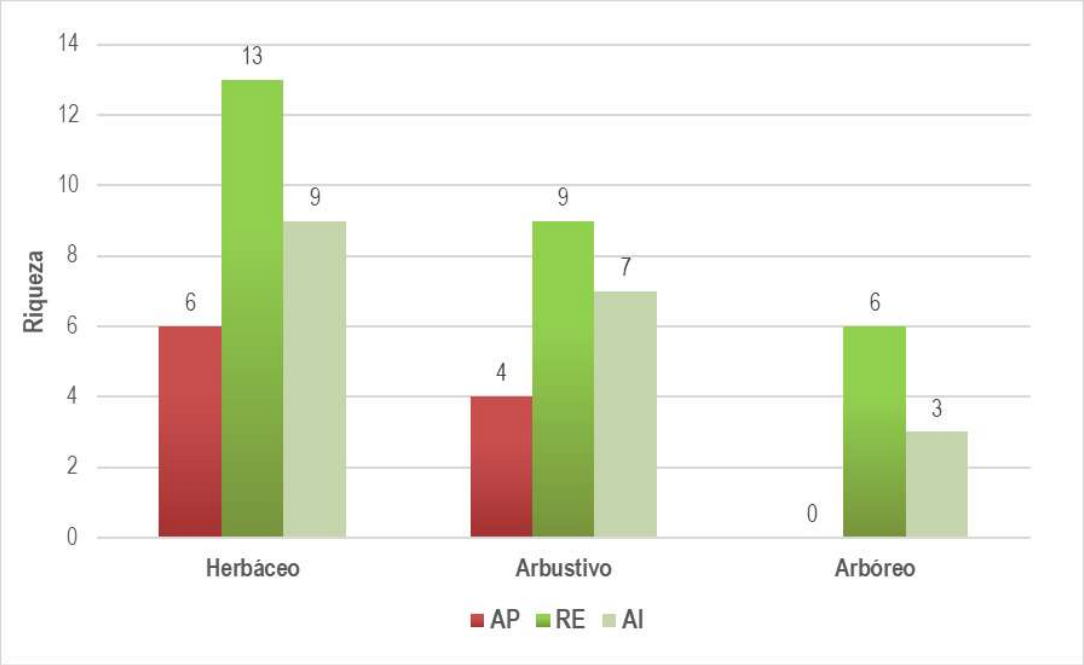


Figura III. 38. Comparación de la riqueza según su Forma de Vida

Respecto a la riqueza por forma de vida, la RE presentó valores mayores en las tres formas de vida analizadas. En el estrato herbáceo, la riqueza fue mayor en la RE (13 especies) que en el AI (nueve especies) y el AP (seis especies). Para el estrato arbustivo, la RE registró una mayor riqueza (nueve especies) en comparación con el AI (siete especies) y el AP (cuatro especies). En el estrato arbóreo, se registró un mayor número de especies en la RE (seis especies) respecto al AI (tres especies) y el AP (cero especies). No se registraron elementos arbóreos en el AP.

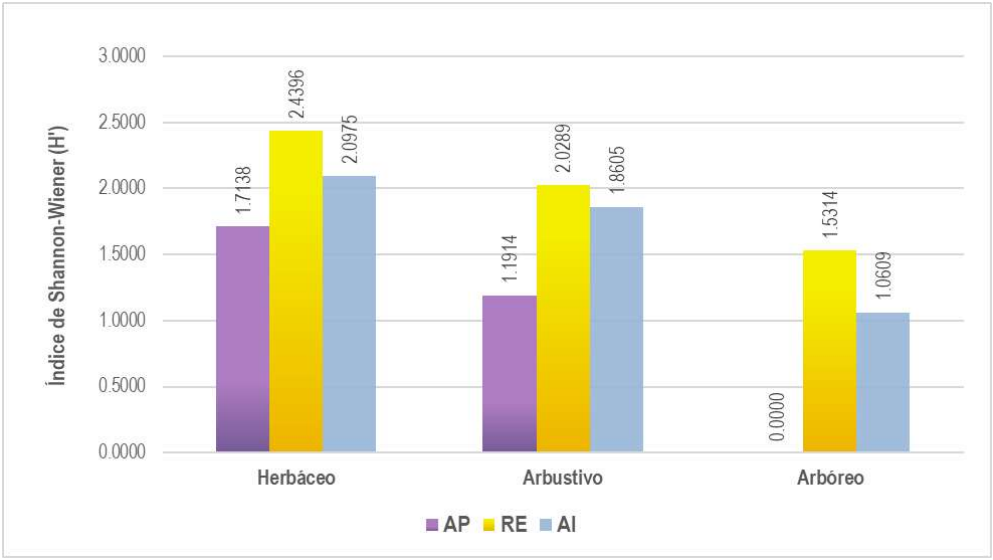


Figura III.39. Comparación del índice de Shannon-Wiener (H´) entre los sitios de estudio

En la comparación del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se observa que la RE presentó valores mayores en las tres formas de vida evaluadas. En el estrato herbáceo, el valor de H' fue mayor en la RE (2.4396) que en el AI (2.0975) y el AP (1.7138). Para el estrato arbustivo, el índice de Shannon-

Wiener registrado en la RE fue de 2.0289, mientras que en el AI fue de 1.8605 y en el AP de 1.1914. En el estrato arbóreo, la RE presentó un mayor valor de H' con 1.5314, en comparación con el AI con 1.0609 y el AP con cero. No se presentaron elementos arbóreos en el AP.

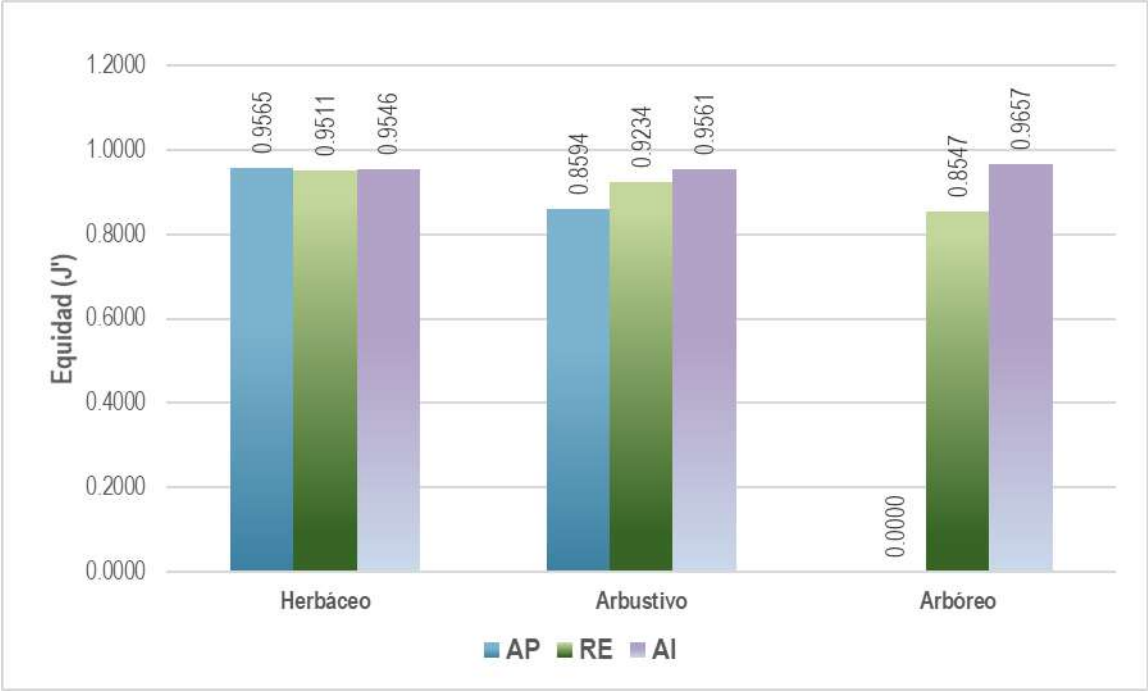


Figura III.40. Comparación del al índice de equidad de Pielou (J) en los sitios de estudio

Respecto al índice de equidad de Pielou (J'), se observó que, en el estrato herbáceo, los valores fueron considerablemente similares entre los sitios de estudio. En la RE se registró un valor de 0.9511, mientras que en el AI fue de 0.9546 y en el AP de 0.9565. Estos valores son muy cercanos entre sí y próximos a 1, lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies y, por tanto, una estructura homogénea del estrato herbáceo en los tres sitios de estudio.

En el estrato arbustivo, el valor más alto de J' se registró en el AI, con 0.9561, seguido por la RE, con 0.9324, mientras que el AP presentó el valor más bajo, con 0.8594. Aunque los tres sitios presentan valores elevados de equidad, la menor magnitud observada en el AP sugiere una distribución menos uniforme de los individuos entre las especies arbustivas respecto a la registrada en el AI y la RE.

Para el estrato arbóreo, el AI presentó el valor más alto de equidad, con 0.9657, mientras que en la RE se registró un valor de 0.8547. Esto indica una mayor uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies arbóreas en el AI, en comparación con la RE. En el AP no fue posible calcular el índice de Pielou para este estrato, debido a que no se registraron elementos arbóreos en dicho sitio.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA POR ESTRATO

Estrato Herbáceo

Tabla III.42. Resumen de Índices de Diversidad Biológica para el estrato herbáceo

Índices de Diversidad Biológica Estrato Herbáceo					
Componente	**Nombre del índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**
Flora	Riqueza (S)	Número de especies	6	9	13
	Shannon-Wiener (H')	Diversidad de especies	1.7138	2.0975	2.4396
	H' Máxima	Diversidad potencial máxima	1.7918	2.1972	2.5649
	Pielou (J)	Equitatividad entre especies	0.9565	0.9546	0.9511

En el estrato herbáceo para el componente de flora en los tres sitios analizados (AP, AI y RE) presenta los siguientes resultados. En términos de riqueza de especies, el RE presentó la mayor cantidad con 13 especies, seguido del AI con nueve especies, mientras que el AP registró la menor riqueza con seis especies. Respecto al índice de Shannon-Wiener (H'), el RE obtuvo el valor más alto (2.4396), lo que indica mayor diversidad, seguido del AI (2.0975), mientras que el AP presentó el valor más bajo (1.7138), reflejando menor diversidad.

En relación con el H' máximo (diversidad potencial), el RE alcanzó el mayor valor (2.5649), seguido del AI (2.1972) y finalmente el AP (1.7918), lo que sugiere un mayor potencial de diversidad en el RE. Respecto al índice de equidad de Pielou (J'), se observó que, en el estrato herbáceo, los valores fueron considerablemente similares entre los sitios de estudio. En la RE se registró un valor de 0.9511, mientras que en el AI fue de 0.9546 y en el AP de 0.9565.

Estrato Arbustivo

Tabla III.43. Resumen de Índices de Diversidad Biológica para el estrato arbustivo

Índices de Diversidad Biológica Estrato Arbustivo					
Componente	**Nombre del índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**
Flora	Riqueza (S)	Número de especies	4	7	9
	Shannon-Wiener (H')	Diversidad de especies	1.1914	1.8605	2.0289
	H' Máxima	Diversidad potencial máxima	1.3863	1.9459	2.1972
	Pielou (J)	Equitatividad entre especies	0.8594	0.9561	0.9234

En el estrato arbustivo para el componente de flora en los tres sitios analizados (AP, AI y RE) presenta los siguientes resultados. En términos de riqueza de especies, el RE presentó la mayor cantidad con nueve especies, seguido del AI con siete especies, mientras que el AP registró la menor riqueza con cuatro especies. Respecto al índice de Shannon-Wiener (H'), el RE obtuvo el valor más alto (2.0289), lo que indica mayor diversidad, seguido del AI (1.8605), mientras que el AP presentó el valor más bajo (1.1914).

En relación con el H' máximo (diversidad potencial), el RE alcanzó el mayor valor (2.1972), luego el AI (1.9459) y finalmente el AP (1.3863), lo que sugiere un mayor potencial de diversidad en el RE. En cuanto a la equitatividad de Pielou, el AI mostró la distribución más uniforme de individuos entre especies (0.9561), seguido del RE (0.9234), mientras que el AP presentó la menor equitatividad (0.8594), evidenciando una mayor dominancia de ciertas especies en este sitio.

Estrato Arbóreo

Tabla III.44. Resumen de Índices de Diversidad Biológica para el estrato arbóreo

Índices de Diversidad Biológica Estrato Arbóreo					
Componente	**Nombre del índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**
Flora	Riqueza (S)	Número de especies	0	3	6
	Shannon-Wiener (H')	Diversidad de especies	0.0000	1.0609	1.5314
	H' Máxima	Diversidad potencial máxima	0.0000	1.0986	1.7918
	Pielou (J)	Equitatividad entre especies	0.0000	0.9657	0.8547

En el estrato arbóreo para el componente de flora en los tres sitios analizados (AP, AI y RE) presenta los siguientes resultados. En términos de riqueza de especies, el RE presentó la mayor cantidad con seis especies, seguido del AI con tres especies, mientras que en el AP no se registraron elementos arbóreos (cero especies). Respecto al índice de Shannon-Wiener (H'), el RE obtuvo el valor más alto (1.5314), lo que indica mayor diversidad, seguido del AI (1.0609), mientras que para el AP no se pudo calcular este parámetro debido a la ausencia de arboles en el predio de estudio.

En relación con el H' máximo (diversidad potencial), el RE alcanzó el mayor valor (1.7918), seguido del AI (1.0986), debido a que en AP no se presentaron elementos arbóreos este parámetro no pudo ser calculado para dicho estrato. En cuanto a la equitatividad de Pielou, el AI mostró la distribución más uniforme de individuos entre especies (0.9657), seguido del RE (0.8547), debido a que en AP no se presentaron elementos arbóreos este parámetro no pudo ser calculado para dicho estrato.

ANALISIS COMPARATIVO DE ESPECIES ENDÉMICAS O EN CATEGORIA DE RIESGO

Durante los muestreos realizados en los distintos sitios de estudio, únicamente se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondiente a *Gossypium hirsutum*. Esta especie fue localizada únicamente en la RE, estando ausente en el AI y el AP.

Tabla III.45. Presencia de especies protegidas en los sitios de estudio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDÉMICA	Presencia		
				AP	AI	RE
Gossypium hirsutum	Algodón	Pr	No	No	No	Sí

En términos de abundancia de *Gossypium hirsutum* únicamente se presentó en la RE, lugar donde se registró con una abundancia de cuatro elementos dentro de los muestreos realizados en el área de la RE.

Durante los recorridos y muestreos realizados en los tres sitios analizados (AP, AI y RE) **no se registraron especies endémicas**. La composición florística observada estuvo integrada principalmente por especies de amplia distribución. Cabe realtar que **NO SE REGISTRARON ESPECIES DE FLORA PRESENTES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.**

III.2.2.2. FAUNA SILVESTRE

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

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

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

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

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

Tabla III.46. Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

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

Por último, para determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el predio bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en

alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes.

METODOLOGÍA DE MUESTREO

En este apartado se presentan las metodologías utilizadas para el estudio faunístico realizado en la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (IA), así como para los muestreos realizados dentro del polígono del proyecto.

El trabajo de campo se realizó en dos épocas del año considerado la temporada de lluvia en los meses de septiembre y durante los meses de nortes correspondiente a los meses de octubre del 2026, y cuya duración fue de seis días, tres días de muestreo para cada una temporada.

Dichas visitas tuvieron como objetivo la toma de datos sobre presencias y abundancias de la fauna silvestre, así como generar información de base que permita analizar la composición actual de las comunidades de fauna silvestre presentes en el polígono del proyecto.

Lo anterior nos permite obtener información robusta y al mismo tiempo nos permitirá una comparación válida de la información. De esta manera se podrá comprender el posible impacto sobre las comunidades de fauna silvestre en el área del polígono del proyecto con respecto a las condiciones que prevalecen en el área de influencia.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como primera aproximación se realizó una revisión de la literatura especializada en diferentes fuentes como son libros, revistas científicas, inventarios de fauna silvestre, programas de manejo de reservas estatales y en su caso de áreas naturales protegidas federales, así como de fichas informativas de áreas prioritarias para la conservación de fauna. Esta documentación contempla desde las descripciones de la región biogeográfica denominada Provincia biótica de la Península de Yucatán (PBPY), pasando por la información disponible a nivel estatal y concluyendo en la información específica para la región de la cuenca definida para el presente proyecto.

Como parte complementaria, y para fortalecer la información de la diversidad de especies presentes a nivel local y al interior de la Región Ecológica, se revisaron los registros de especies presentes en bases de datos nacionales en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (2022a), así como los registros de observaciones ubicadas en la plataforma de naturalista (Naturalista, 2022).

DISEÑO DE MUESTREO PARA EL TRABAJO DE CAMPO

La determinación de los métodos, los sitios de muestreo, el número de biólogos involucrados y el tiempo necesario para llevar a cabo el estudio faunístico, se realizó con base en el análisis del ciclo biológico de las especies a estudiar, tipo de vegetación y de la cartografía del área de estudio (imagen de satélite, modelo digital de elevación y carta de uso de suelo y vegetación).

Durante cada temporada de muestreo, se implementó de manera sistemática el mismo diseño y el mismo esfuerzo para cada grupo de fauna para cumplir con los supuestos de cada método y poder analizar la información con suficiencia estadística.

El método principal utilizado fue el de conteo en transectos, el cual permite estimar la presencia, abundancia, riqueza, actividad y densidad poblacional de las especies (Buckland *et al.*, 1993; Wallace, 1999). La implementación de este método es funcional para todos los grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), además de ser de bajo costo y mantener un requerimiento de personal bajo-medio, se puede cubrir áreas extensas en periodos de tiempo cortos. Con esta metodología el observador camina a velocidad constante en el llamado transecto, donde se registran todos los organismos y rastros observados, este método de registro es eficaz pues al estar el observador en movimiento evita contar dos veces al mismo individuo (De la Maza *et al.*, 2013). Por su parte, el conteo de rastros de la fauna silvestre dentro del recorrido de transectos, presenta ciertas ventajas pues corresponde a métodos de fácil aplicación en el campo, no representa disturbio a los individuos, y se puede aplicar en diferentes hábitats, además de proveer registros persistentes (Aguirre-León, 2011).

El registro de las especies fue por medio de la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos medianos), auditiva (para el caso de aves y anfibios), así como por medio de registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), los cuales se contemplaron únicamente para obtener la información de la riqueza total y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

MUESTREO EN POLÍGONO DEL PROYECTO

HERPETOFAUNA

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat del predio del proyecto.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano *et al*., 2009).

Anfibios

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu *et al*., 1991 y Gallina, *et al*., 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determino un transecto con una longitud de 130 m lineales y un ancho de banda definido de 5 metros (2.5 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 15 min por cada 65 m. Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

Reptiles

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs. (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, *et al*., 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña *et al*., 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu *et al*., 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (# transectos x 130 m de longitud x 5 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada temporada de muestreo (lluvias y nortes). Durante cada temporada se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final del muestreo se realizaron cuatro recorridos. En total se cubrió una superficie de 2,600 m^2. Cabe señalar que esta superficie fue replicada en el la Región Ecológica, en el área de influencia y dentro del predio de proyecto.

AVES

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 5 m (2.5 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes dentro del interior del polígono del proyecto. Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se estableció un transecto de 130 m de largo con un ancho de banda de 5 m. Se cubrió una distancia total de 520 metros lineales y abarcando un área total de 2,600 m^2 en cada uno de los sitios, esto fue en el SA, en al AI y al interior del predio. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:000 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2022b). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2019).

MAMÍFEROS

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos estuvo definido por un transecto recorrido con una longitud de 130 m, y con un ancho de banda de 5 m (2.5 m por lado) considerando que el predio, el área de influencia y la Región Ecológica se encuentran dentro de un área urbana, lo cual dificulta el registrar algún individuo de este grupo. En total se recorrieron 520 metros lineales y se cubrió un área de 2,600 m^2 en cada uno de los sitios de muestreo (SA, AI, predio), esto quiere decir que en cada temporada se recorrieron 260 m lineales y se abarco una superficie de 1,300 m^2.

Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs). La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Reid, (2009) y Aranda (2012).

SITIOS DE MUESTREO

Sitios de muestreo dentro de la Región Ecológica

Tabla III.47. Coordenadas del transecto de muestreo en la Región Ecológica

TRANSECTO	Coordenadas inicio		Coordenadas fin	
	X	Y	X	Y
TR-1	206555.37	2352634.67	206498.89	2352618.94

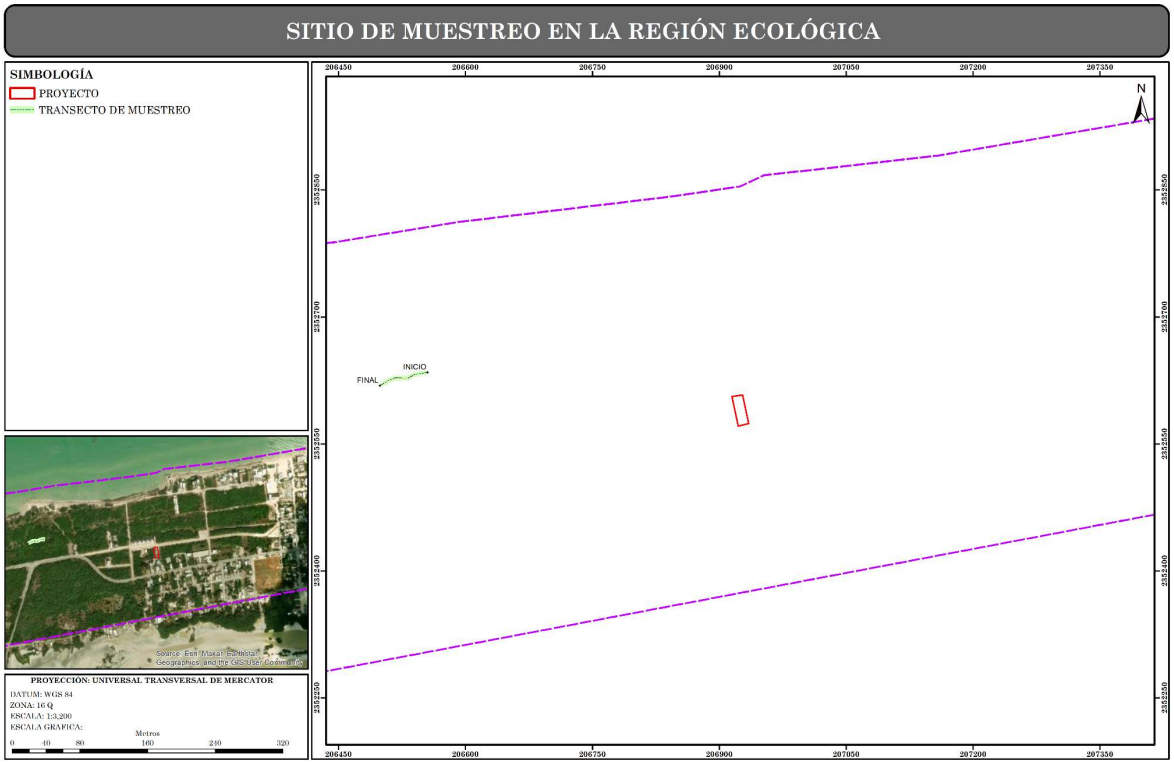


Figura III.41. Sitios de muestreo de la fauna silvestre en la Región Ecológica.

Sitios de muestreo dentro del Área de Influencia

Tabla III.48. Coordenadas de sitio de muestreo dentro del área de influencia del proyecto.

TRANSECTO	Coordenadas inicio		Coordenadas fin	
	X	Y	X	Y
TR-1	207055.37	2352668.01	206995.59	2352667.19

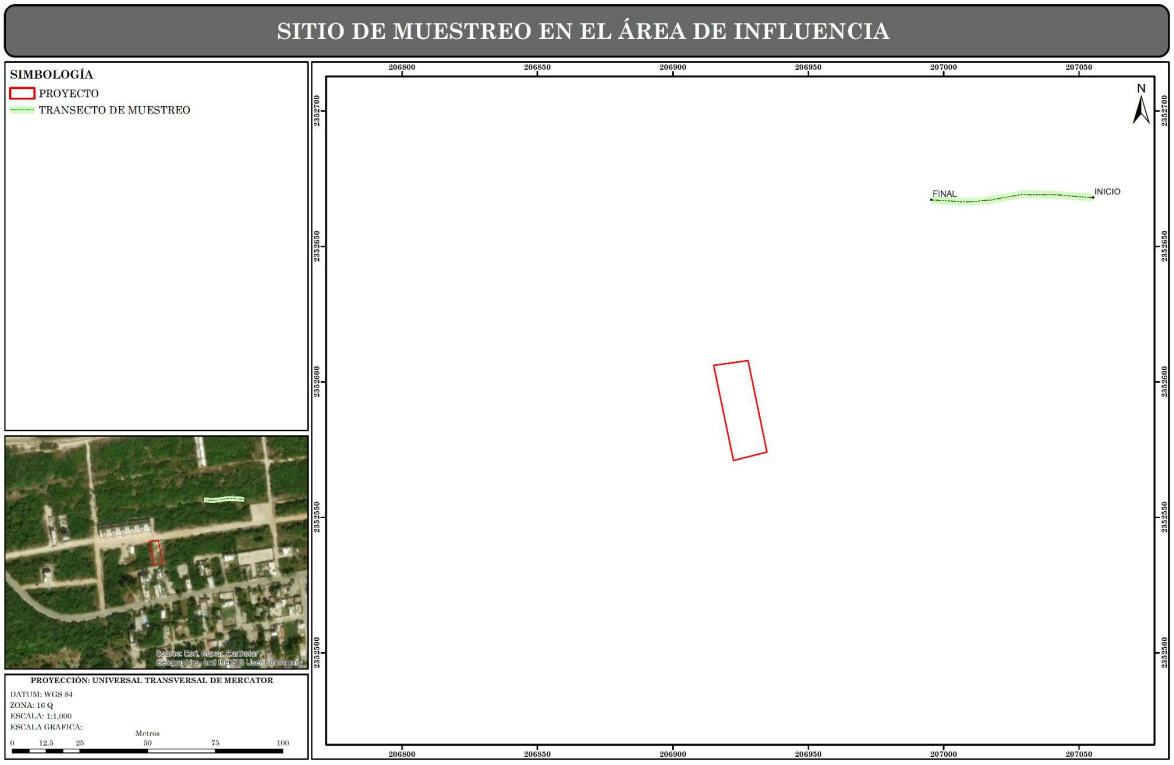


Figura III.42. Sitios de muestreo de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

Sitios de muestreo dentro del Polígono del Proyecto

Tabla III.49.Coordenadas de sitio de muestreo dentro del área de influencia del proyecto.

TRANSECTO	Coordenadas inicio		Coordenadas fin	
	X	Y	X	Y
TR-1	206917.47	2352603.60	206933.46	2352575.56



Figura III.43. Ubicación de los sitios de muestreo establecidos dentro del predio del proyecto.

Análisis de Datos

Riqueza de especies

Número de especies presentes en una un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinado.

Abundancia

Expresada como el número total de individuos de las diferentes especies encontradas en un área determinada.

Índices de Diversidad

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): Determina la diversidad de especies de un hábitat. Considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural.

Índice de Equidad de Pielou (J): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde

todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

J = H'/H' máx
Donde:
H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' máx.= Ln (S).
S= número de especies.

RESULTADOS

Resultados obtenidos de la REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

De acuerdo a la revisión de bibliografía consultada, así como de acuerdo a los muestreos realizados en el área del proyecto y sus zonas de influencia dentro la Región Ecológica, se logró verificar la presencia de 150 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 135 especies, seguida del grupo de los reptiles con 13 especies, los mamíferos con dos especies y por último para el grupo de los anfibios no se registraron especies.

Tabla III.50. Especies registradas mediante revisión bibliográfica en la Región Ecológica delimitado.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Reptilia	*Boa imperator*	Mazacuata	A	
Reptilia	*Conophis lineatus*	Culebra guardacaminos lineada		
Reptilia	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical		
Reptilia	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde		
Reptilia	*Oxybelis potosiensis*	Bejuquillo café		
Reptilia	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya	Pr	
Reptilia	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A	
Reptilia	*Agkistrodon russeolus*	Cantil yucateco		
Mammalia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño		
Mammalia	*Tamandua mexicana*	Tamandúa norteño	P	
Aves	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	
Aves	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán pico de gancho	Pr	
Aves	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	
Aves	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora		
Aves	*Spatula discors*	Cerceta alas azules		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí garganta negra		
Aves	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí		
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	Endémica
Aves	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor		
Aves	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura		
Aves	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo nevado	A	
Aves	*Anarhynchus wilsonia*	Chorlo pico grueso		
Aves	*Charadrius melodus*	Chorlo chiflador	P	
Aves	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado		
Aves	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío		
Aves	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris		
Aves	*Chlidonias niger*	Charrán negro		
Aves	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso		
Aves	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio		
Aves	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado		
Aves	*Larus fuscus*	Gaviota sombría		
Aves	*Larus smithsonianus*	Gaviota plateada americana		
Aves	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora		
Aves	*Onychoprion fuscatus*	Charrán albinegro		
Aves	*Rynchops niger*	Rayador americano		
Aves	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster		
Aves	*Sterna hirundo*	Charrán común		
Aves	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	
Aves	*Thalasseus maximus*	Charrán real		
Aves	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich		
Aves	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana		
Aves	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana		
Aves	*Actitis macularius*	Playero alzacolita		
Aves	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo		
Aves	*Calidris alba*	Playero blanco		
Aves	*Calidris alpina*	Playero dorso rojo		
Aves	*Calidris canutus*	Playero rojo		
Aves	*Calidris fuscicollis*	Playero rabadilla blanca		
Aves	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	
Aves	*Calidris minutilla*	Playero diminuto		
Aves	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado		
Aves	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto		
Aves	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo		
Aves	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	
Aves	*Limosa haemastica*	Picopando del Este		
Aves	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo		
Aves	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo		
Aves	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor		
Aves	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor		
Aves	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	
Aves	*Columba livia*	Paloma asiática bravía		Exotica Invasora
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca		Exotica Invasora
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	
Aves	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño		
Aves	*Momotus lessonii*	Momoto corona negra		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos		
Aves	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón		
Aves	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca		
Aves	*Rallus crepitans*	Rascón costero del Atlántico	A	
Aves	*Piranga olivacea*	Piranga escarlata		
Aves	*Piranga rubra*	Piranga roja		
Aves	*Passerina cyanea*	Colorín azul		
Aves	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado		
Aves	*Spiza americana*	Arrocero americano		
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra mesoamericana		
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		
Aves	*Progne subis*	Golondrina azulnegra		
Aves	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas		
Aves	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera		
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore		
Aves	*Icterus spurius*	Calandria castaña		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris		
Aves	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado		
Aves	*Setophaga coronata*	Chipe garganta blanca		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Spizella pallida*	Gorrión pálido		
Aves	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado		
Aves	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris		
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Contopus virens*	Papamoscas del Este		
Aves	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste		
Aves	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas gritón		
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito		
Aves	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito espatulilla común		
Aves	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir		
Aves	*Tyrannus dominicensis*	Tirano gris		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Ardea alba*	Garza blanca		
Aves	*Ardea herodias*	Garza morena		
Aves	*Ardea ibis*	Garza ganadera occidental		Exótica Invasora
Aves	*Butorides virescens*	Garcita verde		
Aves	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón		
Aves	*Egretta caerulea*	Garza azul		
Aves	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	
Aves	*Egretta thula*	Garza dedos dorados		
Aves	*Egretta tricolor*	Garza tricolor		
Aves	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara		
Aves	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	
Aves	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano		
Aves	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café		
Aves	*Eudocimus albus*	Ibis blanco		
Aves	*Platalea ajaja*	Espátula rosada		
Aves	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	A	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		
Aves	*Bubo virginianus*	Búho cornudo		
Aves	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta		
Aves	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo		
Aves	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán neotropical		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

Resultados obtenidos en los sitios de muestreo en la Región Ecológica.

Para el análisis estadístico únicamente se tomaron en cuenta las especies que fueron avistadas y/o registradas dentro del transecto establecido. Por lo que de acuerdo a esto se registraron 10 órdenes de 23 familias distribuidas en 36 especies, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 30 especies, seguida del grupo de reptiles con cinco especies, seguido de los mamíferos con una especie y por último para el grupo de los anfibios no se registraron especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

Tabla III.51. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo establecidos.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTRIBUCIÓN
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Mammalia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	Endémica
Aves	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor		
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos		
Aves	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca		
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTRIBUCIÓN
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

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

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se pudo registrar especies de este grupo, en ninguno de los sitios muestreados, incluidos el área de influencia, el predio del proyecto, así como en la Región Ecológica.

Reptiles

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en al área de influencia del proyecto se verifico la presencia de cinco especies de reptiles dentro del transecto previamente determinado, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 06% de las especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla III.52. Abundancias totales de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	(p_i)	Ln (p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Ctenosaura similis	2	0.10	-2.30	0.23
Hemidactylus frenatus	1	0.05	-3.00	0.15
Anolis sagrei	5	0.25	-1.39	0.35

Sceloporus cozumelae	4	0.20	-1.61	0.32
Aspidoscelis angusticeps	8	0.40	-0.92	0.37
TOTAL	**20**			**1.42**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

Se registraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (C. similis) y la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*). En lo que respecta a las especies endémicas de la región, se registró una sola especie, la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*).

La especie mas abundante fue el Huico yucateco (*A. angusticeps*) el cual obtuvo un total de ocho ejemplares registrados durante todo el muestreo.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.88, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.61 y la H´ calculada fue de 1.42, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla III.53. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.42
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.61
EQUIDAD (J)= H / H MAX	0.88

Todas estas especies son comunes en la región, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Aves

Dentro de los puntos de conteo se verifico la presencia de 30 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el transecto establecido dentro del SA. Esto representa el 21% de las especies con distribución reportada en la región para este tipo de hábitat (141 especies), el 06% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 05% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla III.54. Abundancias totales de las especies de aves verificadas durante el muestreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	**ABT**	**p_i**	**Ln(p_i)**	**H´=-(p_i) x Ln (p_i)**
Amazilia rutila	3	0.02	-3.714	0.09
Amazilia yucatanensis	2	0.02	-4.119	0.07
Doricha eliza	1	0.01	-4.812	0.04

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Chordeiles acutipennis	2	0.02	-4.119	0.07
Columbina passerina	7	0.06	-2.866	0.16
Zenaida asiatica	8	0.07	-2.733	0.18
Crotophaga sulcirostris	6	0.05	-3.02	0.15
Caracara plancus	1	0.01	-4.812	0.04
Colinus nigrogularis	4	0.03	-3.426	0.11
Cardinalis cardinalis	4	0.03	-3.426	0.11
Spinus psaltria	3	0.02	-3.714	0.09
Agelaius phoeniceus	2	0.02	-4.119	0.07
Dives dives	9	0.07	-2.615	0.19
Icterus cucullatus	3	0.02	-3.714	0.09
Molothrus aeneus	4	0.03	-3.426	0.11
Quiscalus mexicanus	12	0.10	-2.327	0.23
Mimus gilvus	16	0.13	-2.04	0.27
Mniotilta varia	1	0.01	-4.812	0.04
Setophaga dominica	2	0.02	-4.119	0.07
Setophaga palmarum	2	0.02	-4.119	0.07
Setophaga petechia	1	0.01	-4.812	0.04
Passerculus sandwichensis	3	0.02	-3.714	0.09
Polioptila albiventris	5	0.04	-3.203	0.13
Campylorhynchus yucatanicus	4	0.03	-3.426	0.11
Myiozetetes similis	4	0.03	-3.426	0.11
Tyrannus melancholicus	4	0.03	-3.426	0.11
Tyrannus tyrannus	2	0.02	-4.119	0.07
Vireo pallens	2	0.02	-4.119	0.07
Melanerpes aurifrons	4	0.03	-3.426	0.11
Dryobates scalaris	2	0.02	-4.119	0.07
TOTAL	**123**			**3.14**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa; **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 123 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el cenzontle tropical (*M. gilvus*) con 16 ejemplares avistados, el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con 12 ejemplares registrado y el tordo cantor (*D. dives*) con nueves individuos.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron tres especies, el colibrí tijereta mexicano (*D. eliza*), la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y el vireo manglero (*V. pallens*).

Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas de igual forma tres especies, el colibrí tijereta mexicano (*D. eliza*), la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y la perlita yucateca (*P. albiventris*).

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.40 y la H´ calculada fue de 3.14, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J ´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla III.55. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves.

AVES	
RIQUEZA (S)	30
H' CALCULADA	3.14
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.40
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.92

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

Mamíferos

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014).

De acuerdo al muestreo realizado, se registró únicamente una especie, el tlacuache norteño (*D. virginiana*), la cual es una especie frecuente en áreas urbanas porque es un generalista oportunista: aprovecha recursos humanos (basura, restos de comida, jardines), usa refugios urbanos (techos, bodegas, drenajes) y reduce su área de movimiento cuando los recursos están cerca, lo que le permite mantener mejor condición corporal y altas tasas de ocupación en parches urbanos—además su actividad y abundancia se relacionan fuertemente con la disponibilidad de agua y estructura del paisaje urbano y con la presencia/ausencia de depredadores humanos-modificados (Wright *et al*., 2012; Fidino *et al*., 2016; Veon *et al*., 2023; USGS, 2023; Walsh *et al*., 2023).

Esta no resulto ser endémica de la provincia biótica de la Península de Yucatán, ni se encuentra catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados obtenidos en los sitios de muestreo del ÁREA DE INFLUENCIA

Para el análisis estadístico únicamente se tomaron en cuenta las especies que fueron avistadas y/o registradas dentro del transecto establecido. Por lo que de acuerdo a esto se registraron seis órdenes de 18 familias distribuidas en 30 especies, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 25

especies, seguida del grupo de reptiles con cinco especies, y por último para los grupos de los mamíferos y los anfibios no se registraron especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

Tabla III.56. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo establecidos.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

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

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio

gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se pudo registrar especies de este grupo, en ninguno de los sitios muestreados, incluidos el área de influencia, el predio del proyecto, así como la Región Ecológica.

Reptiles

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en al área de influencia del proyecto se verifico la presencia de cinco especies de reptiles dentro del transecto previamente determinado, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 06% de las especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla III.57. Abundancias totales de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	(p_i)	Ln (p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Ctenosaura similis	3	0.17	-1.79	0.30
Hemidactylus frenatus	1	0.06	-2.89	0.16
Anolis sagrei	5	0.28	-1.28	0.36
Sceloporus cozumelae	3	0.17	-1.79	0.30
Aspidoscelis angusticeps	6	0.33	-1.10	0.37
TOTAL	**18**			**1.48**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

Se registraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (C. similis) y la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*). En lo que respecta a las especies endémicas de la región, se registró una sola especie, la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*).

Las especies más abundante fue el huico yucateco (*A. angusticeps*) el cual obtuvo un total de seis ejemplares registrados durante todo el muestreo, así como el abaniquillo pardo del Caribe (*A. sagrei*) con cinco individuos registrados.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.
La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.61 y la H´ calculada fue de 1.48, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla III.58. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES

RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.48
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.61
EQUIDAD (J)= H / H MAX	0.92

Todas estas especies son comunes en la región, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Aves

Dentro de los puntos de conteo se verifico la presencia de 30 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el transecto establecido dentro del SA. Esto representa el 21% de las especies con distribución reportada en la región para este tipo de hábitat (141 especies), el 06% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 05% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla III.59. Abundancias totales de las especies de aves verificadas mediante el muestreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Amazilia rutila	2	0.02	-3.761	0.09
Amazilia yucatanensis	2	0.02	-3.761	0.09
Columbina passerina	6	0.07	-2.663	0.19
Zenaida asiatica	7	0.08	-2.508	0.20
Crotophaga sulcirostris	4	0.05	-3.068	0.14
Spinus psaltria	2	0.02	-3.761	0.09
Agelaius phoeniceus	1	0.01	-4.454	0.05
Dives dives	7	0.08	-2.508	0.20
Icterus cucullatus	2	0.02	-3.761	0.09
Molothrus aeneus	3	0.03	-3.356	0.12
Quiscalus mexicanus	9	0.10	-2.257	0.24
Mimus gilvus	11	0.13	-2.056	0.26
Mniotilta varia	1	0.01	-4.454	0.05
Setophaga dominica	2	0.02	-3.761	0.09
Setophaga palmarum	2	0.02	-3.761	0.09
Setophaga petechia	1	0.01	-4.454	0.05
Passerculus sandwichensis	2	0.02	-3.761	0.09
Polioptila albiventris	4	0.05	-3.068	0.14
Campylorhynchus yucatanicus	2	0.02	-3.761	0.09
Myiozetetes similis	4	0.05	-3.068	0.14
Tyrannus melancholicus	4	0.05	-3.068	0.14
Tyrannus tyrannus	1	0.01	-4.454	0.05
Vireo pallens	2	0.02	-3.761	0.09
Melanerpes aurifrons	3	0.03	-3.356	0.12

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Dryobates scalaris	2	0.02	-3.761	0.09
TOTAL	**86**			**2.98**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa; **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 86 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el cenzontle tropical (*M. gilvus*) con 11 ejemplares avistados, el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con nueve ejemplares registrado y por último el tordo cantor (*D. dives*) y la paloma alas blancas (*Z. asiatica*) con siete individuos registrados cada una.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron dos especies, la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y el vireo manglero (*V. pallens*). Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas de igual forma dos especies, la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y la perlita yucateca (*P. albiventris*).

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.22 y la H´ calculada fue de 2.98, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J ´=0.93, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla III.60. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	25
H' CALCULADA	2.98
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.22
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.93

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

Mamíferos

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014).

De acuerdo al muestreo realizado, en el predio no se registraron especies de este grupo. La ausencia de mamíferos en un predio ubicado dentro de una zona urbana suele deberse a que la alta perturbación humana, la fragmentación del hábitat y la pérdida de elementos ecológicos clave (cobertura vegetal, refugios y fuentes de agua) reducen significativamente la probabilidad de ocupación de fauna silvestre. La presencia de ruido, tránsito vehicular, mascotas domésticas, iluminación artificial y actividad humana constante actúa como factores de exclusión, inhibiendo el movimiento y permanencia de muchas especies (McKinney, 2006; Francis & Barber, 2013). Asimismo, la desconexión entre parches de vegetación y la falta de corredores biológicos limitan el desplazamiento y aumentan el riesgo de depredación o atropellamiento, condiciones que hacen que los mamíferos eviten predios altamente urbanizados y prefieran áreas verdes más extensas o con menor disturbio (Bateman y Fleming, 2012; Aronson *et al*., 2016).

Resultados obtenidos en los sitios de muestreo del PREDIO DEL PROYECTO

Para el análisis estadístico únicamente se tomaron en cuenta las especies que fueron avistadas y/o registradas dentro del transecto establecido. Por lo que de acuerdo a esto se registraron seis órdenes de 15 familias distribuidas en 21 especies, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 17 especies, seguida del grupo de reptiles con cuatro especies, y por último para los grupos de los mamíferos y los anfibios NO se registraron especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

Tabla III.61.Listado de especies registradas en los sitios de muestreo establecidos.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

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

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se pudo registrar especies de este grupo, en ninguno de los sitios muestreados, incluidos el área de influencia, el predio del proyecto, así como la Región Ecológica.

Reptiles

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en al área de del proyecto se verifico la presencia de cuatro especies de reptiles dentro del transecto previamente determinado, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 05% de las especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla III.62. Abundancias totales de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	(p_i)	Ln (p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Ctenosaura similis	2	0.13	-2.01	0.27
Hemidactylus frenatus	2	0.13	-2.01	0.27
Anolis sagrei	5	0.33	-1.10	0.37
Aspidoscelis angusticeps	6	0.40	-0.92	0.37
TOTAL	**15**			**1.27**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

Se registro una especie enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (*C. similis*). En lo que respecta a las especies endémicas de la región, no se registró ninguna especie.

Las especies más abundante fue el huico yucateco (*A. angusticeps*) el cual obtuvo un total de seis ejemplares registrados durante todo el muestreo, así como el abaniquillo pardo del Caribe (*A. sagrei*) con cinco individuos registrados.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.39 y la H´ calculada fue de 1.27, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla III.63. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	4
H' CALCULADA	1.27
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.39
EQUIDAD (J)= H / H MAX	0.92

Todas estas especies son comunes en la región, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Aves

Dentro de los puntos de conteo se verifico la presencia de 17 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el transecto establecido dentro del predio. Esto representa el 12% de las especies con distribución reportada en la región para este tipo de hábitat (141 especies), el 04% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 03% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla III.64. Abundancias totales de las especies de aves verificadas mediante el muestreo

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Amazilia rutila	2	0.04	-3.332	0.12
Columbina passerina	6	0.11	-2.234	0.24
Zenaida asiatica	6	0.11	-2.234	0.24
Crotophaga sulcirostris	3	0.05	-2.927	0.16
Spinus psaltria	2	0.04	-3.332	0.12
Dives dives	4	0.07	-2.639	0.19
Icterus cucullatus	2	0.04	-3.332	0.12
Molothrus aeneus	2	0.04	-3.332	0.12
Quiscalus mexicanus	8	0.14	-1.946	0.28
Mimus gilvus	8	0.14	-1.946	0.28

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Setophaga palmarum	1	0.02	-4.025	0.07
Setophaga petechia	1	0.02	-4.025	0.07
Polioptila albiventris	4	0.07	-2.639	0.19
Myiozetetes similis	2	0.04	-3.332	0.12
Tyrannus melancholicus	2	0.04	-3.332	0.12
Vireo pallens	2	0.04	-3.332	0.12
Melanerpes aurifrons	1	0.02	-4.025	0.07
TOTAL	**56**			**2.62**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa; **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 56 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el cenzontle tropical (*M. gilvus*) y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con ocho ejemplares registrado cada una, y por último la tortolita pico rojo (*C. talpacoti*) y la paloma alas blancas (*Z. asiatica*) con seis individuos registrados cada una.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se una sola especie, el vireo manglero (*V. pallens*). Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fue registrada de igual forma una especie, la perlita yucateca (*P. albiventris*).

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 2.83 y la H´ calculada fue de 2.62, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J ´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla III.65. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	17
H' CALCULADA	2.62
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.83
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.92

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

Análisis de la información

La fauna de la zona de estudio puede ser considerada como un conjunto local, ya que se presentan un gran número de especies con amplia distribución, por lo que la probabilidad de que se registren las mismas especies en dos sitios, es elevada (Arita y Rodríguez 2002; Arita y Vázquez-Domínguez, 2003).

Esto ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita, 2010). También se reconoce que las semejanzas existentes en las características geológicas, fisiográficas, edáficas, hidrológicas, de vegetación y clima, presentan un gradiente de Norte a Sur y son factores importantes en el desarrollo de una fauna peculiar y en la presencia de un efecto de peninsularidad o de Simpson (Barrera, 1962; Simpson, 1964) ya que esta supone que mientras más lejos se esté del borde y se vaya más hacia tierra adentro se podrá encontrar una mayor diversidad biológica. También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta 2001).

Por otra parte, la fragmentación del hábitat involucra efectos del borde y de la matriz, que determinan la manera como el fragmento evoluciona luego de la perturbación (Gascon & Lovejoy, 1998). Estos efectos pueden ser atribuidos a cambios en los patrones de hábitat y, de manera independiente, a la pérdida de hábitat, implicando cuatro efectos (Fahrig, 2003): a) disminución de la cantidad de hábitat; b) aumento en el aislamiento; c) incremento en el número de parches de hábitat original; y, d) reducción del área en estos parches.

Por lo que la creación de un borde incrementa la cantidad de luz incidente que promueve el crecimiento de plantas y cambia la estructura alrededor del bosque (Murcia, 1995; Jules & Ratchcke, 1999). Hacia los límites del fragmento se incrementa la densidad de especies de borde (Hunter, 1996; Bender *et al.,* 1998) que toleran ambientes más secos, con temperaturas más altas y con mayor grado de exposición al viento proveniente de la matriz (Chen *et al.,* 1992; Murcia, 1995). Estas variables cambian dependiendo de la edad, orientación y aspecto del borde (Kapos *et al.,* 1997; Turton & Freiburger, 1997), y evolucionan con el tiempo a medida que el borde se cierra por el crecimiento de vegetación secundaria (Camargo & Kapos, 1995). De esta manera, el proceso de la fragmentación del hábitat presenta una dinámica compleja, en espacio y tiempo para las comunidades (Lovejoy, 1999; Schlaepfer & Gavin, 2001; Lehtinen *et al.,* 2003).

En lo que respecta a la composición de las comunidades de fauna, la mayoría de las especies verificadas se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación como es el caso de especies como la lagartija arcoíris (*H. undulata*), especies de aves como el halcón huaco (*H. cachinans*), el perico pecho sucio (*E. nana*), la paloma arroyera (*L. verrauxi*), el cuclillo canela (*P. cayana*), el carpintero cheje (*M. aurifrons*), el cardenal (*C. cardinalis*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y como especies de mamíferos medianos especies como la zorrita gris (*U. cinereoargenteus*) el mapache (*P. lotor*), el tejón (*N. narica*) e inclusive el venado cola blanca (*O. virginianus*) (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.,*

2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; Herrera-Gonzalez, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.,* 2006).

Especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de la región

En este estudio se reportan cuatro especies en alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y siete especies endémicas de la Región Península de Yucatán dentro la Región Ecológica (RE), de estas dentro de nuestro predio del proyecto se registraron dos especies enlistadas dentro de la norma la iguana negra de cola espinosa (*C. similis*) y el vireo manglero (*V. pallens*). En el caso de las especies endémicas de la región, dentro de nuestro predio se registró una especie, la perlita yucateca (*P. albiventris*). En la siguiente tabla se pueden observar las especies identificadas y observadas dentro del predio.

Tabla III.66. Especies observadas dentro del predio, catalogadas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	STATUS	OBSERVACIÓN		
				SA	AI	Predio
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	x	x	x
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr *	x	x	
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P *	x		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca	*	x	x	x
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P *	x	x	
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	x	x	x

STATUS: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Probablemente extinta en el medio silvestre (**E**); En peligro de extinción (**P**); Amenazadas (**A**) y Sujetas a protección especial (**Pr**). Endémicas de la Región (*****).

Con respecto a las especies prioritarias de conservación y que se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies corresponden a especies que están ampliamente distribuidas y que en muchos de los casos resultan ser especies muy abundantes en comparación con otras especies de abundancia moderada para cierto tipo de ambientes. (ej. *C. similis*, *L. mexicanus*, *M. ocellata*, *A. nana*). Así mismo, resultan ser especies muy comunes de las selvas tropicales.

En el caso de la iguana rayada (*C. similis*) es una especie común en las zonas urbanas del estado de Yucatán, su capacidad de adaptación es amplia, debido a que utilizan pequeñas oquedades como: bloques de bardas, piedras amontonadas y espacios entre los techos de las casas por mencionar algunos. Su alimentación es variada en general son herbívoros, y comen especialmente frutas leguminosas, pero también se sabe que tienen una dieta carnívora que se compone de diversos animales pequeños. Los animales juveniles son principalmente insectívoros, cambiando luego al hábito herbívoro como los adultos.

De igual forma muchas especies de psitácidos han demostrado ser bastante resistentes a los cambios e incluso se han convertido en plagas dentro y fuera de sus rangos de distribución históricos (Bucher, 1992; Cepeda-González, 2012). En la Península se ha documentado y se observó durante muestreos de campo, que algunas especies como *E. nana, Amazona albifrons, A. xantholora y A. autumnalis* pueden utilizar las áreas pecuarias y agrícolas para alimentarse y ocasionalmente para anidar, siempre que los árboles adecuados estén presentes en estas áreas o el hábitat primario esté disponible en áreas cercanas (Galindo-Leal, 1999). La capacidad de adaptación de estos loros a los cambios pareciera resultar positiva para garantizar la perdurabilidad de las especies, sin embargo, el uso de áreas más expuestas a la presencia humana puede hacerlas más vulnerables al saqueo ilegal.

III.2.3 PAISAJE

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla III.67. Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Visibilidad	Baja	Debido a que en el área de estudio destaca un paisaje actual urbano-industrial, los cambios visuales no serán perceptibles u observables a simple vista por un receptor, considerando la afectación visual baja.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Calidad paisajística	Media	La construcción y operación del proyecto, producirá un cierto impacto paisajístico derivado de la pérdida de naturalidad del área, con la consecuente disminución de su calidad visual, sin embargo, debido a que este se ubica en una zona considerada como urbana o de asentamientos humanos, y que en los alrededores se observan obras y construcciones similares a las del proyecto, la calidad se considera como media.
Fragilidad del paisaje	Baja	El tipo de vegetación presente no se considera como frágil ya que la vegetación de la península es muy homogénea, y la zona es un área destinada para el uso urbano, por lo que se considerará como una afectación BAJA.
Frecuencia de la presencia humana	Media	En el área de estudio es común la presencia humana debido al personal que labora en la en las instalaciones colindantes, así como del uso habitacional que se da en la zona, la frecuencia de la presencia humana se verá incrementada relativamente en la zona, sin embargo, este incremento no es significativamente importante o elevado.
Singularidades paisajísticas	Baja	No existen singularidades paisajísticas en el sitio, ya que en los alrededores se observan construcciones e instalaciones del tipo urbano.

III.2.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Para elaborar la presente sección se procedió a consultar la publicación denominada como "Panorama Sociodemográfico Yucatán 2020" publicada por el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (en lo sucesivo, INEGI), durante el ejercicio correspondiente a la encuesta intercensal del año en comento.

- **Demografía**

La localidad y municipio de Progreso, tiene un total de 66,008 personas que representan el 2.8% de la población estatal. La relación hombres mujeres es de 99.8. Así mismo se puede decir que la mitad de la población tiene la edad de 30 años o menos.



- **Sector económico**

La población económicamente activa representa en un primer plano, la cantidad de habitantes que tiene una participación económica en algún sector de la producción, dicho porcentaje participa en alguna actividad económica que le retribuye un ingreso directo, y en el municipio de Progreso cuenta con un total de 22, 707 habitantes, de los cuales 15, 570 son hombres y 7, 137 son mujeres, lo que equivale a un 68.57% y 31.43% respectivamente.

Por otro lado, el equivalente al 35.64% de la población total, pertenece la población no económicamente activa, que, según INEGI, son Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar con un total de 19, 233 habitantes, y con un 27.06% de hombres, así como con un 72.94% de mujeres, es decir, 5, 204 y 14, 029 habitantes respectivamente.

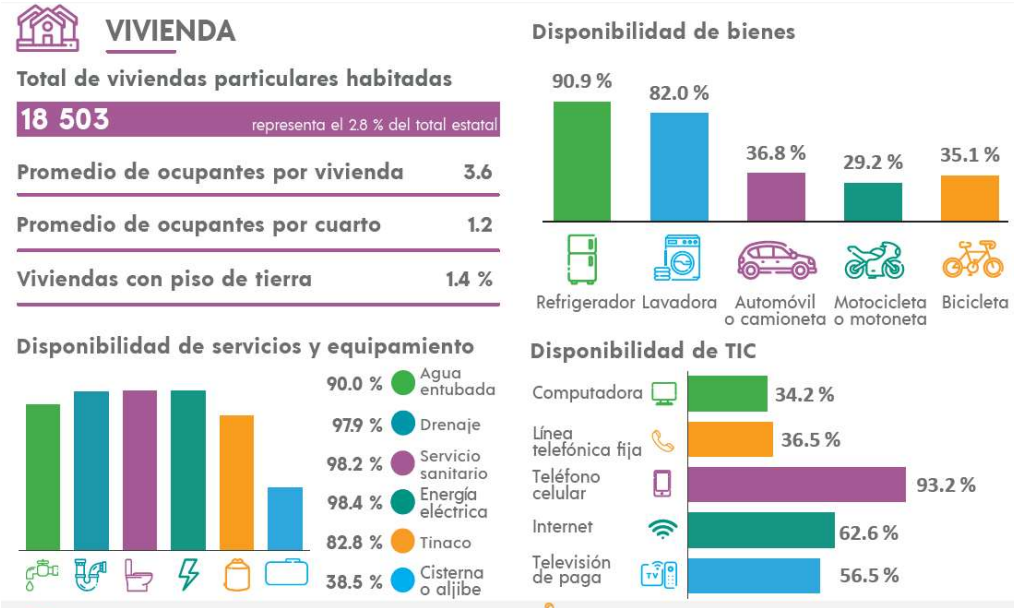
En cuanto a las unidades económicas dentro del municipio, se tiene registro de un total de 3, 762, de las cuales un 7.76% pertenece al sector primario de la producción; seguido por el sector secundario de la producción con un 5.72%, y finalmente con el 86.52% del total de las unidades económicas registradas en Progreso al sector terciario de la producción.

Tabla III.68. Actividades económicas.

SECTOR	PORCENTAJE
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	7.76
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	5.72
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	86.52

- **Vivienda**

De acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda INEGI, al año 2020 el municipio contaba con 18,503 lo que representa el 2.8% del total estatal. Esto representa que por cada vivienda se tiene un promedio de 3.6 personas.



En materia de servicios dentro de los hogares del municipio de Progreso, del total de viviendas habitadas 18,170 disponen de excusado o sanitario; 18,114 dispone de conexión a drenaje sanitario; en un total de 16,653 viviendas se cuenta con el servicio de agua entubada de la red pública, dejando 10% de las viviendas sin este servicio; del total de viviendas habitadas, 18,207 disponen de energía eléctrica, tan solo un 1.6% no dispone de este servicio, lo cual muestra el alto índice de dotación de servicios hacia los habitantes de Progreso.

- **Vías de Comunicación**

En Progreso, se cuenta con siete puertos marítimos con diversas funciones, estas van desde el embarque de naves pesqueras, hasta el embarque de navíos de carga nacional e internacional; la conectividad del municipio se presenta mediante la existencia de cuatro carreteras intermunicipales, que conectan a Progreso con los municipios de Mérida, Chicxulub Pueblo e Ixil; así mismo el acceso al aeropuerto ubicado en la capital del estado, está garantizado mediante la carretera Progreso-Mérida, a una distancia aproximada de 40 kilómetros de la cabecera municipal. Por otro lado, se cuenta con

una línea férrea, proveniente de la ciudad de Mérida, y que de forma directa llega hasta la cabecera municipal.

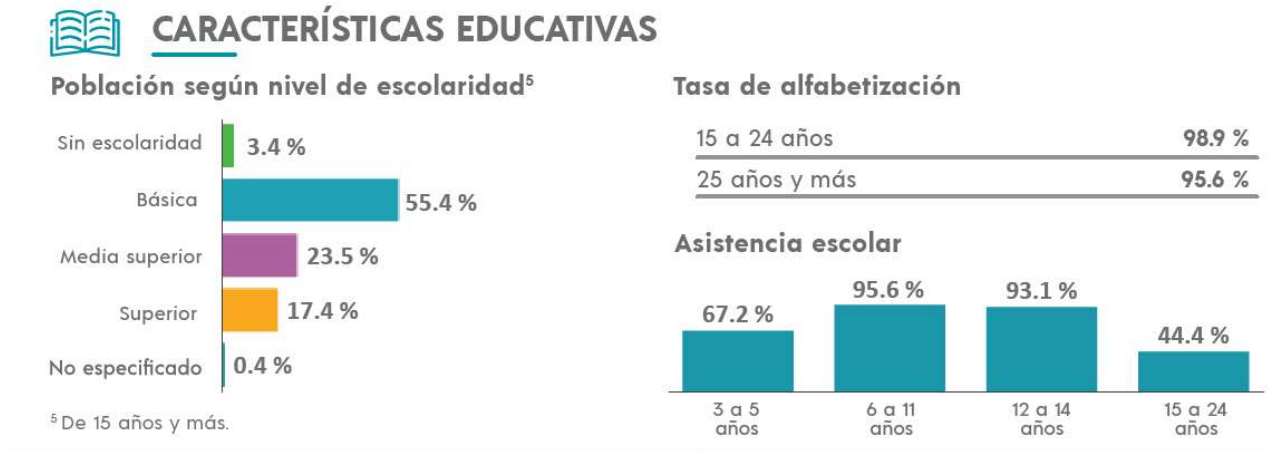
- **Educación y Salud**

En el municipio de Progreso, para el año 2020, según la SEP, se contaba con un total de 719 docentes, de los cuales 580 pertenecen a las escuelas públicas y 130 a las privadas, es importante recalcar que, dentro de este conteo, la concentración de personal se da en los niveles de primaria y secundaria.

Por otro lado, en cuanto a las instalaciones de enseñanza, se tiene registro de que en el municipio de Progreso se cuenta con un total de 69 centros educativos hasta el nivel medio superior, de los cuales 49 pertenecen al sector público y 20 son instituciones privadas.

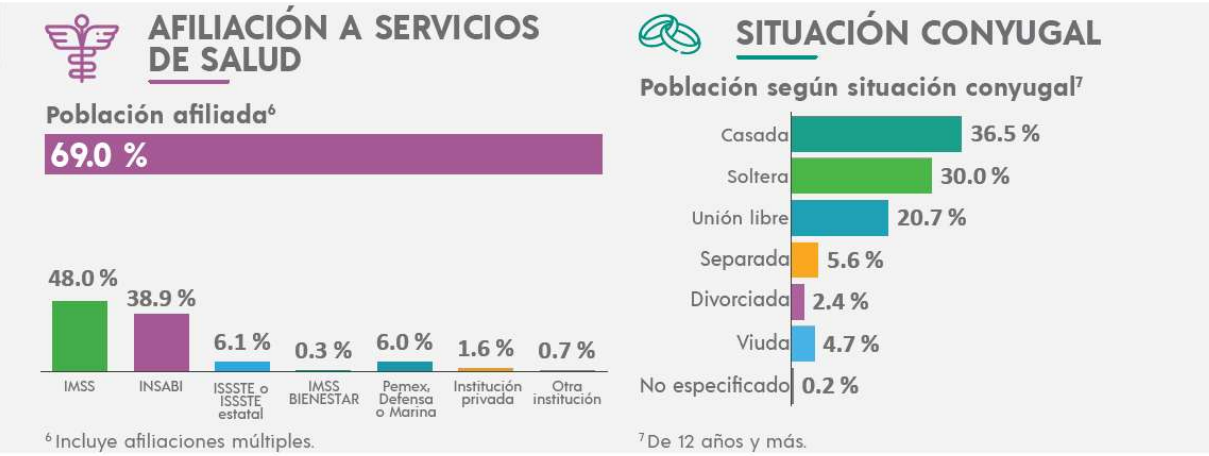
El grado promedio de escolaridad para Progreso a nivel general es de un 8.46, y con la misma cifra tanto para hombres como para mujeres.

Mientras tanto, según cifras de INEGI para 2020, la población mayor de 15 años que cuenta con un nivel de escolaridad se distribuye del siguiente modo: 36,568 habitantes que tienen la educación básica; 15,512 habitantes del total de población cuentan nivel medio superior, 11,485 habitantes estudiaron el nivel superior, y por último 2,244 no cuentan con estudios.



Salud

En cuanto a los servicios de salud, se tiene registro de que, en el municipio de Progreso, hay un total de 45,546 derechohabientes en las distintas instituciones de salud; de estos, 31,684 están afiliados al IMSS; 4,026 en el ISSSTE; 3,960 en PEMEX, Defensa nacional o Marina; así como 31,684 para el Instituto de Salud para el Bienestar.



- **Aspectos culturales**

El principal atractivo turístico del Municipio de Progreso es su playa. Tanto la ciudad cabecera como sus localidades costeras, que de hecho forman un único y largo corredor turístico residencial de más de 40 kilómetros de longitud de un ambiente natural.

En los más recientes años, se ha comenzado a fomentar el ecoturismo dentro de la demarcación. Grupos de cooperativistas han fomentado instalaciones de este tipo en la ría alrededor de ojos de agua o de área de prístina belleza ambiental. De esta forma, “Rutas hacia el Progreso”, “La Ría de Chelem”, “Cooperativa La Carbonera” o el nuevo parador turístico de “El Corchito”, de administración estatal son algunos de los grupos que desarrollan sitios donde este tipo de atractivo natural va adquiriendo popularidad e importancia.

Una buena infraestructura hotelera y restaurantera complementan los atractivos turísticos de la localidad. En el aspecto de la cultura sin duda alguna lo más relevante son las festividades religiosas. La celebración de los santos patronos resulta en verdaderas reuniones populares que denotan la gran fe y el carácter alegre de la población local.

Las peregrinaciones en honor a San Telmo, que goza de gran fervor entre los pescadores locales y las decembrinas en favor de la Virgen de Guadalupe sin duda alguna son las más connotadas de la ciudad cabecera.

En la Comisaría de Chelem destaca la que se organiza para la Virgen de la Medalla Milagrosa, en la Comisaría de Chicxulub Puerto la que en septiembre de cada año celebra a la Virgen de la Caridad del Cobre y en la Comisaría de San Ignacio de Loyola la que festeja puntualmente a este santo varón vasco.

Los habitantes de la infraestructura por implementar podrán disfrutar de estos atractivos culturales de la zona generando una derrama económica esperada para las diferentes temporadas vacacionales lo cual representa un impacto socioeconómico positivo.

III.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Actualmente la zona norte de la Península de Yucatán, así como la zona del caribe, en especial la zona costera, ha sido utilizada para la elaboración de desarrollos turísticos y casas habitación de segunda residencia debido al paisaje y servicios ambientales que les proporciona. Estos proyectos han aumentado a través de los años por lo que se vio la necesidad de elaborar medidas preventivas y de mitigación, así como tomar criterios a fin de disminuir o eliminar los posibles impactos que generan dichos proyectos al ambiente.

Las regiones costeras tienen un rol fundamental desde la perspectiva ecológica, social y económica. Entre las principales causas que alteran el equilibrio costero, una de las más importantes es el crecimiento de las ciudades y poblaciones turísticas que se desarrollan a lo largo del litoral costero sin regulaciones ecológicas. Fenómenos de erosión, contaminación, deterioro de acuíferos, depredación de recursos acuáticos, bióticos e incluso el aumento de inundaciones a lo largo de la costa vienen aumentando, lo que pone en peligro a su vez el sustento económico y social de muchas de las poblaciones costeras cuyo recurso principal constituye el turismo, en la actualidad la industria aún no se desarrolla en esta zona del estado.

Como se puede observar en el apartado de vegetación, el INEGI cataloga el sitio como zona de Vegetación de Dunas Costeras y Asentamientos Humanos en la Región Ecológica, lo cual fue corroborado durante los recorridos dentro del predio del proyecto. No se encontró alguna especie de flora enlistadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 o consideradas como endémicas de la región península de Yucatán. Sin embargo, si se obtuvieron registros de especies consideradas como exóticas ya que son especies de otra región que fueron introducidas al país que ahora se encuentra distribuida principalmente en áreas urbanas, lo que se considera como indicador de perturbación.

Cuando se analiza la calidad de los componentes ambientales del predio, se observa que se encuentra en un área cuyo grado de conservación fue bajo. Al desarrollar el proyecto con la correcta aplicación de las medidas de mitigación y compensación que se recomiendan, el cumplimiento de los criterios ecológicos aplicables, así como las Normas Oficiales Mexicanas, se podrá atenuar el impacto que podrá generarse en la Región Ecológica que se presenta hoy en día en el lugar del estudio. Se generará cierto número de empleos, lo cual traerá beneficios a las familias de la localidad, donde sus principales actividades están enfocadas a la pesca y el ecoturismo, lo cual regularizar este proyecto igual traería beneficios económicos importantes para la población. Por lo tanto, el proyecto resulta ambientalmente viable.

CAPÍTULO IV

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

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.....1

IV.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....1

IV.1.1 INDICADORES DE IMPACTO.....1

IV.1.2 LISTA INDICATIVA DE IMPACTOS.....2

IV.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.....3

IV.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA.....8

IV.3 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN EL PROYECTO.. 11

IV.3.1 ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO.....11

IV.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.....12

IV.3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....20

IV.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....22

IV.4.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 22

IV.4.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA.....26

IV.4.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA OPERATIVA.....30

IV.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.....34

IV.5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS.....34

IV.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....36

IV.5.3 IMPACTOS RESIDUALES.....46

IV.6 CONCLUSIÓN.....46

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

IV.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para el presente capitulo se utilizará la **metodología de Conesa (1997),** que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, en el capítulo siguiente, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

IV.1.1 INDICADORES DE IMPACTO

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub- explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

IV.1.2 LISTA INDICATIVA DE IMPACTOS

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio.
- •Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor

- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Tabla IV.1. Impactos ambientales generados por el proyecto.

MEDIO FÍSICO	**MEDIO FÍSICO**	• Generación de ruido • Generación de emisiones a la atmósfera • Generación de residuos • Afectación en la calidad del agua
	MEDIO BIÓTICO	▪ Afectación Flora y Fauna. ▪ Modificación del paisaje
	MEDIO SOCIAL	▪ Proveer de empleos a los pobladores cercanos

IV.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

IV.1.3.1. CRITERIOS

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental.

A saber:

Tabla IV.2. Criterios a evaluar en el proyecto.

I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	
Donde:	
I	=Importancia del impacto
±	=Signo
IN	=Intensidad
EX	=Extensión
MO	=Momento
PE	=Persistencia
RV	=Reversibilidad
SI	=Sinergia
AC	=Acumulación
EF	=Efecto
PR	=Periodicidad
MC	=Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla IV.3. Importancia de impacto.

Naturaleza		**Momento (MO)**	
Impacto beneficioso	+	Largo plazo	1
Impacto perjudicial	-	Medio plazo	2
Intensidad (IN)		Inmediato	4
Baja	1	Critico	(+4)
Media	2	**Persistencia (PE)**	
Alta	4	Fugaz	1
Muy alta	8	Temporal	2
Total	12	Permanente	4
Extensión (EX)		**Reversibilidad (RV)**	
Puntual	1	Corto plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Irreversible	4
Total	8	**Sinergia (SI)**	
Critica	(+4)	Sin sinergismo	1
Acumulación (AC)		Sinérgico	2
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	**Periodicidad (PR)**	
Efecto (EF)		Irregular y discontinuo	1
Indirecto	1	Periódico	2
		Continuo	4
Directo	4	**Importancia (I)**	
Recuperabilidad (MC)		I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	
De manera inmediata	1		
A mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

Signo. El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 <expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce

un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Momento. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.
Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

Sinergia. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

IV.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia *Ii* de los efectos que cada Acción *Ai* de la actividad produce sobre cada factor del medio *Fj*.

El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (IRi), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (IRj), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior.

Este tipo de efectos (IRPj), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (IRj) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (Ii), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (Ij), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (IPj), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (Ij), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo

Continuando con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:
La importancia total Ii, de los efectos debidos a cada acción i

Ii = ΣjIij
La importancia total ponderada IRi, de los mismos
IRi = ΣjIij • Pj/ΣjPj
La importancia total Ij, de los efectos causados a cada factor j
Ij = ΣiIij
La importancia total ponderada IRj, de los mismos
IRj = ΣiIij • Pj/ΣjPj
La importancia total I, de los efectos debidos a la actuación
I = ΣiIj = ΣiI'i + IP = I' + IP
La importancia total ponderada IR, de los mismos
IR = ΣjIRj = ΣjI'Ri + IPR = I'R + IPR

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Tabla IV.4. Importancia de impacto.

Factores	UIP	Situación 1								Situación 2									
		Acciones				n + 1 Total				Acciones				n + 1 Total		n + 2 Total efectos permanentes de la Sit. 1		n + 3 Importancia total	
		1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n	1 Ab.	2 Rel.			1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.
F_1	P_1																		
F_2	P_2																		
F_j	P_j			I_{ij}	I_{nj}	I_j	I_{Rj}					I'_{ij}	I'_{nj}	I'_j	I'_{Rj}	I_{Pj}	I_{RPj}	I_j	I_{RJ}
F_m	P_m																		
Total	Absoluto			I_i		I	-					I'_i			-	I'	-	I	-
	Relativo			I_{Ri}		-	I_R					I'_{RI}		-		-	I'_R	-	I_R

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta; Rel. = Importancia relativa

$I_i = \sum_j I_{ij}\, I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j/\sum_j P_j$ $I_j = \sum_i I_{ij}\, I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \bullet P_j/\sum_j P_j$ $I_{Pj} = \sum_{i<n} I_{pij}$ $I_{RPj} = \sum_{i<n} I_{rpij}$ $I_j = I'_j + I_{Pj}$ $I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conessa (1997), se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores o iguales a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Tabla IV.5. Valores de importancia del Impacto.

NIVELES DE IMPACTO	
Ambiental Compatible	<25
Ambiental Moderado	25-50
Ambiental Severo	50-75
Ambiental crítico	> 75

El proyecto no ha modificado ni modificará la situación actual del área donde se ubica, sin embargo, se tienen presentes los siguientes parámetros para la evaluación del posible daño que pudiese darse:

- ✓ Generación de ruido.
- ✓ Generación de emisiones a la atmosfera.
- ✓ Afectación en la calidad del agua.
- ✓ Generación de aguas residuales.
- ✓ Generación de residuos.
- ✓ Afectación a la vegetación silvestre.
- ✓ Afectación a la fauna silvestre.
- ✓ Generación de empleos.

IV.3 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN EL PROYECTO.

IV.3.1 ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO

El proyecto tiene por objeto utilizar el predio para llevar a cabo la construcción de una vivienda veraniega de segunda residencia en el tablaje catastral 45102, de la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso. Actualmente el escenario en el que se encuentra el predio del proyecto presenta modificaciones, ya que el terreno se encuentra desprovisto de su vegetación natural, observando suelo desnudo en un 80% del terreno, sin embargo, no existe construcción de obras dentro del terreno. Dicho lo anterior, la modificación del escenario será mínima, pues solamente se utilizará un porcentaje del predio, manteniendo EL 30% de la superficie con vegetación y suelo natural (áreas de conservación).



Figura IV.1. Escenario donde se llevará a cabo el proyecto con suelo desnudo y vegetación dominada por especies herbáceas y rastreras.

El diseñar una obra con toda la infraestructura necesaria para su operación y buen funcionamiento, cuidando todos los detalles de agua potable, manejo de residuos, espacios verdes, vialidades funcionales y servicios públicos adecuados, nos garantiza que la obra vaya acorde con los parámetros urbanos y ambientales que se determinan para un futuro desarrollo. De manera que, con la ejecución de las medidas ambientales propuestas, el escenario resultante será un sitio totalmente armónico con el entorno urbano.

IV.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

La identificación de los impactos ambientales existentes tiene como finalidad establecer las condiciones ambientales actuales de la región ecológica y reconocer aquellas presiones ambientales que no son atribuibles al proyecto, pero que pueden interactuar con sus efectos y generar impactos acumulativos o sinérgicos.

La costa de Chuburná forma parte de un sistema ambiental en el que se presenta una interacción entre áreas urbanizadas y elementos naturales costeros. La información del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán reconoce en la zona unidades con una elevada proporción de asentamientos humanos y, simultáneamente, la presencia de superficies asociadas con humedales costeros, manglar y duna.

En este contexto, se identifican primeramente las obras y actividades existentes en la Región Ecológica relacionadas con el proyecto. Esta distinción permitirá determinar posteriormente si los efectos del proyecto incrementan las alteraciones preexistentes, interactúan con otros proyectos o actividades, o generan cambios que persistan aun después de aplicar medidas de prevención y mitigación.

IV.3.2.1. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

PRINCIPALES OBRAS Y/O ACTIVIDADES QUE ACTUALMENTE SE DESARROLLAN EN LA REGIÓN ECOLÓGICA, QUE SE RELACIONAN CON EL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO (INDICAR TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN, INTENSIDAD Y EFECTOS)
1. Construcción y ocupación de viviendas de segunda residencia y otras edificaciones habitacionales.	Suelo, vegetación, fauna silvestre, paisaje y permeabilidad del terreno.	Transformación y ocupación del suelo, pérdida o reducción de cobertura vegetal y modificación de las condiciones del hábitat.	Tipo: directo, adverso y potencialmente acumulativo. Duración: permanente mientras se mantengan las edificaciones y superficies transformadas. Extensión: puntual en cada predio, con posible alcance local por la fragmentación progresiva del hábitat. Intensidad: variable, en función de la superficie ocupada y del estado previo del terreno. Efectos: reducción de la cobertura vegetal, modificación del paisaje y posible disminución de refugios y áreas de alimentación para la fauna.
2. Apertura, acondicionamiento y uso de calles, caminos y accesos vehiculares.	Suelo, vegetación, fauna, aire y ambiente acústico.	Compactación e impermeabilización del suelo, fragmentación del hábitat y generación de ruido y emisiones atmosféricas.	Tipo: directo, adverso y potencialmente acumulativo. Duración: permanente para las modificaciones físicas y recurrente durante el uso de las vialidades. Extensión: local, en función de la red vial y su conectividad. Intensidad: variable según las dimensiones

			de las vialidades, la frecuencia del tránsito y las condiciones de conservación del entorno. Efectos: disminución de superficies permeables, perturbación de fauna y alteración de la continuidad de la vegetación.
3. Actividades turísticas, recreativas y de esparcimiento asociadas con la ocupación temporal de viviendas y el uso de la zona costera.	Fauna silvestre, vegetación, suelo, paisaje y ambiente acústico.	Perturbación de fauna y vegetación, generación de residuos, aumento de ruido y presencia humana.	Tipo: directo, adverso y recurrente; potencialmente acumulativo cuando coinciden diversas actividades. Duración: temporal o periódica, con efectos persistentes cuando ocasionan deterioro físico del hábitat. Extensión: puntual o local. Intensidad: variable según la frecuencia, concentración y modalidad de las actividades. Efectos: desplazamiento temporal de fauna, deterioro localizado de la vegetación y aumento de residuos si no existe manejo adecuado.
4. Desmonte, limpieza, nivelación y preparación de terrenos para el establecimiento de infraestructura, cuando estas actividades se presenten.	Vegetación terrestre, suelo, fauna silvestre y geomorfología de la duna costera.	Remoción de vegetación secundaria, pérdida de microhábitats, exposición del sustrato y modificación del relieve.	Tipo: directo, adverso y potencialmente acumulativo. Duración: inmediata y permanente cuando implica eliminación definitiva de vegetación o modificación del relieve; la recuperación dependerá de las condiciones del sitio. Extensión: puntual por predio, con posible alcance local cuando

			se repite en terrenos contiguos. Intensidad: variable según la superficie intervenida, la cobertura vegetal y el grado de alteración del terreno. Efectos: reducción de cobertura vegetal, pérdida de refugios y posible incremento de la susceptibilidad a la erosión superficial.
5. Instalación y operación de infraestructura hidráulica, abastecimiento de agua y sistemas de disposición o tratamiento de aguas residuales.	Agua subterránea, suelo y vegetación.	Presión sobre la disponibilidad del agua y riesgo de contaminación del suelo y del acuífero por fugas, descargas o tratamiento inadecuado.	Tipo: directo o indirecto, adverso y potencialmente acumulativo. Duración: recurrente durante la operación; persistente en caso de contaminación. Extensión: puntual en el sitio de origen, con posible alcance local o mayor si existe una vía de transporte de contaminantes. Intensidad: variable según los volúmenes extraídos, las características del sistema sanitario y las condiciones hidrogeológicas. Efectos: posible alteración de la calidad del agua subterránea y de las condiciones del suelo. La existencia de contaminación deberá sustentarse con evidencia
6. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos derivados de las actividades habitacionales, comerciales y recreativas.	Suelo, vegetación, fauna, paisaje y agua subterránea.	Acumulación o disposición inadecuada de residuos y riesgo de dispersión de materiales y contaminantes.	Tipo: directo, adverso y potencialmente acumulativo. Duración: recurrente mientras se generen residuos; los efectos pueden persistir cuando no se realiza una gestión adecuada. Extensión:

			puntual o local, dependiendo de los sitios de generación y disposición. Intensidad: variable según la cantidad, composición y frecuencia de recolección. Efectos: deterioro visual, afectación de fauna por ingestión o contacto, y posible contaminación del suelo y del agua cuando las características de los residuos y las condiciones ambientales lo permitan.
7. Establecimiento y mantenimiento de servicios e infraestructura urbana, como redes eléctricas, alumbrado y otras instalaciones.	Vegetación, fauna silvestre, paisaje y suelo.	Modificación localizada de la cobertura vegetal, iluminación artificial y perturbación de fauna.	Tipo: directo, adverso y potencialmente acumulativo. Duración: permanente para la infraestructura y recurrente durante su operación y mantenimiento. Extensión: puntual o local. Intensidad: variable según la superficie ocupada, la intensidad lumínica y la ubicación de las instalaciones. Efectos: modificación del paisaje, posible alteración de patrones de actividad de fauna nocturna y afectación localizada de la vegetación durante las labores de mantenimiento.
8. Obras o intervenciones sobre la franja costera y la duna, en caso de existir en el entorno evaluado.	Geomorfología costera, vegetación de duna, suelo y fauna asociada.	Modificación del relieve dunar, pérdida de vegetación estabilizadora y posible alteración de la dinámica natural de transporte y	Tipo: directo o indirecto, adverso y potencialmente acumulativo y sinérgico. Duración: variable, con posibilidad de efectos

		acumulación de arena	persistentes o permanentes. Extensión: puntual o local, dependiendo de la intervención y de la conectividad del sistema costero. Intensidad: variable según la magnitud de las obras, su ubicación y la susceptibilidad del sitio. Efectos: posible reducción de la estabilidad superficial de la duna y modificación de procesos geomorfológicos. Su presencia y relevancia deberán verificarse mediante inspección y cartografía.

Síntesis de los impactos ambientales existentes en la Región Ecológica

De manera general, la principal presión ambiental existente en la región ecológica donde se inserta el proyecto está relacionada con el proceso de ocupación y transformación de la franja costera, particularmente por la presencia de asentamientos humanos, viviendas de uso temporal y permanente, infraestructura, actividades turísticas y recreativas y el consecuente incremento en la demanda de servicios.

Estas actividades han generado una modificación progresiva de las condiciones naturales originales, principalmente en los componentes suelo, vegetación, fauna, paisaje y recursos hídricos, observándose como tendencias regionales la fragmentación de hábitats, transformación de la cobertura vegetal, generación de residuos, incremento de la demanda de agua y presión sobre los ecosistemas costeros.

En el caso particular de los ecosistemas de humedal costero, manglar y duna, su presencia en la región representa un elemento ambiental de especial relevancia, por lo que cualquier obra que se pretenda desarrollar en su proximidad deberá considerar su posible interacción con el proyecto y evitar afectaciones directas o indirectas. El ordenamiento ecológico estatal identifica en la zona costera de Chuburná superficies asociadas con humedales costeros, manglar y duna, aun cuando la unidad territorial presenta también una importante proporción de superficie ocupada por asentamientos humanos.

Por lo anterior, los impactos existentes descritos en este apartado constituyen el **escenario ambiental preexistente** sobre el cual deberán analizarse posteriormente los impactos derivados de la construcción y operación de la vivienda de segunda residencia.

Es importante señalar que la identificación de estos impactos regionales **no implica que sean atribuibles al proyecto.** Su función dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental es establecer las presiones ambientales preexistentes que, en su caso, pudieran interactuar con los impactos del proyecto y contribuir a la identificación de efectos **acumulativos, sinérgicos o residuales**

Los impactos ambientales que se presentarán en el sitio del proyecto durante las actividades se describen a continuación:

Para la Preparación del Sitio:

Generación de ruido, emisiones a la atmósfera, afectación a la calidad del agua, pérdida de cobertura vegetal, afectación a la fauna, modificación del paisaje, generación de empleos.

Para la construcción:

Pérdida de suelo, generación de ruido, aumento de emisiones a la atmósfera, afectación a la calidad del agua, afectación a la flora y fauna silvestre, generación de empleos, calidad paisajística.

Para la operación:

Generación de residuos sólidos urbanos, emisiones a la atmósfera, contaminación a la calidad del agua, generación de empleos.

Tabla IV.6. Identificación de los efectos en la Región Ecológica.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	**AIRE**	Generación de emisiones a la atmósfera
			Incremento en los niveles de presión sonora
		SUELO	Alteraciones de la estructura
			Alteraciones de las características fisicoquímicas
			Afectaciones de la calidad del suelo
		AGUA	Alteración en la calidad del agua.
	MEDIO BIÓTICO Y PERCEPTUAL	**PAISAJE**	Deterioro visual paisajístico
			Disminución de la calidad del escenario natural
		FLORA	Pérdida de la cobertura vegetal
		FAUNA	Afectaciones a la fauna (microfauna, Fauna Mediana y

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO
			especies protegidas)
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	**SOCIAL**	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de localidades cercanas
		ECONÓMICO	Generación de empleos
			Demanda de bienes y servicios

IV.3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

- **RUIDO (Incremento en los niveles de presión sonora):** Este impacto será producto del uso de maquinaria, vehículos de carga, etc., necesarios para la preparación del sitio, nivelación del terreno y construcción de obras. Se generará de forma negativa pero temporal. Este incremento se prevé poco significativo y será durante el tiempo en el que la maquinaria y equipos se encuentren funcionando. Para la etapa operativa, disminuirá de manera significativa y se dará únicamente por el empleo de vehículos.

- **AIRE (generación de emisiones a la atmósfera):** Los impactos serán ocasionados principalmente por los equipos y maquinaria que empleen diésel, emitiendo gases contaminantes a la atmósfera. Así mismo, por el transporte de materiales para nivelación del terreno, así como por el tránsito vehicular y construcción de obras que levantarán partículas de polvo, por lo que se afectará de manera temporal la calidad del aire. Este impacto se da por el aumento de las concentraciones de compuestos como el CO, SO_2, NO_2, a la atmósfera.

- **SUELO (estructuras, características fisicoquímicas, calidad y contaminación):** Los impactos que se generarán serán medios, ya que requerirá de nivelaciones y de compactaciones para el establecimiento de obras.

- **AGUA (afectación en la calidad del agua.):** La calidad del agua subterránea se puede ver afectado por el manejo imprudencial de combustibles y aceites que ocupa la maquinaria, así como por el vertimiento de residuos sólidos urbanos al cuerpo de agua o por la mala disposición de aguas residuales durante la etapa constructiva.

- **FLORA Y FAUNA:** Las actividades constructivas no afectarán especies vegetales de importancia ya que en el terreno posee una escasa vegetación de tipo herbácea debido a las modificaciones realizadas al sitio durante la lotificación de vialidades y construcción de infraestructura realizada anteriormente por la desarrolladora de la cual se adquirió el terreno (autorización con no. oficio 726.4/UGA-1758/002800). Además, más del 30 % del predio mantendrá su permeabilidad, manteniendo vegetación y suelo natural con la conservación de áreas. Respecto a la fauna silvestre del predio, al contar con escasos sitios de percha o refugio estos se verán afectados de manera mínima, sin embargo, cualquier especie que sea susceptible de afectación por las actividades de la obra deberán ahuyentarse o reubicarse a sitios donde se evite su daño. Dicho lo anterior, los impactos serán negativos pero temporales,

ya que la presencia de los trabajadores, maquinaria, vehículos que estarán realizando las diversas actividades constructivas del proyecto, podrían afectar a la fauna de la zona.

- **PAISAJE (deterioro visual paisajístico y calidad del escenario natural):** El paisaje en el área del proyecto no se encuentra afectado, por lo que existirá cambio por la construcción de obras. Se producirán impactos negativos por la presencia de trabajadores, equipos, maquinaria y vehículos, para el establecimiento de las diferentes obras que considera el proyecto.

- **SOCIAL (mejoramiento de la calidad de vida):** Debido a la implementación del proyecto, se generarán fuentes de empleo y requerimiento de servicios necesarios para la obra.

- **ECONÓMICO (generación de empleos y demanda de bienes):** Los empleos que generará el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que se contratarán habitantes de las comunidades más cercanas para las distintas actividades que se realizarán durante las tres etapas del proyecto. Por otra parte, en cuanto a los servicios, estos serán requeridos según las necesidades del proyecto.

IV.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

IV.4.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Tabla IV.7. Impactos ambientales generados por la preparación del sitio.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómico
Intensidad (IN)	Baja	1	1							
	Media	2		2					2	2
	Alta	4			4	4	4	4		
	Muy alta	8								
	Total	12								
Extensión (EX)	Puntual	1	1							1
	Parcial	2		2	2					
	Extenso	4				4	4	4	4	
	Total	8								
	Critica	(+4)								
Momento (MO)	Largo plazo	1								
	Medio plazo	2								2
	Inmediato	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Critico	(+4)								
Persistencia (PE)	Fugaz	1								
	Temporal	2	2	2				2		2
	Permanente	4			4	4	4		4	
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1	1							1
	Medio plazo	2						2	2	
	Irreversible	4		4	4	4	4			
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1	1							1
	Sinérgico	2		2	2	2	2	2	2	
	Muy sinérgico	4								
Acumulación	Simple	1	1							1

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómico
(AC)	Acumulativo	4		4	4	4	4	4	4	
Efecto (EF)	Indirecto	1						1		
	Directo	4	4	4	4	4	4		4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1	1		1					
	Periódico	4		4		4	4	4	4	4
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1	1							1
	A mediano plazo	2								
	Mitigable	4		4	4	4	4	4	4	
	Irrecuperable	8								
Naturaleza	Impacto beneficioso	+								+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		20	38	43	50	50	43	42	24
Característica	Ambiental crítico (> 75)									
	Ambiental Severo (51-75)									
	Ambiental Moderado (25-50)			■	■	■	■	■	■	
	Ambiental Compatible (<25)		■							■

Tal y como se muestra en la tabla anterior, se identificaron ocho impactos, de los cuales siete son negativos, 6 de ellos de intensidad moderada, así como uno compatible; para el caso del único impacto positivo que será generado, este corresponde al componente socioeconómico y hace referencia a la generación de empleos.



Gráfico IV.1. Impactos ambientales generados durante la preparación del sitio.

Los impactos potenciales que se generarán durante la preparación del sitio se analizan a continuación de acuerdo a lo obtenido en la matriz de valoración de impactos:

AIRE: Los impactos que recibirá este rubro serán en su mayoría negativos; esto se debe principalmente a que materiales varios se levantan del suelo como resultado del uso de vehículos y maquinaria principalmente utilizadas en la excavación para la preparación de área donde se llevará a cabo la construcción de obras. Además, la maquinaria emite gases contaminantes por el uso de diésel, produciendo contaminación atmosférica, por lo que podría considerarse como un impacto irreversible y acumulativo con una intensidad media. Sin embargo, se espera que con el mantenimiento previo a las maquinarias que fueran a utilizarse en la obra, los impactos se reduzcan.

RUIDO: El ruido es un efecto perjudicial, sin embargo, es reversible pues se disipa en el aire. Por lo que, dada la extensión del predio, se estima que la afectación ocasionada sea mínima, con una intensidad baja, la cual actuará de manera inmediata pero temporal. Dicho impacto será producto del uso de maquinaria y vehículos necesarios, de manera que la afectación por contaminación acústica será generada en un periodo irregular y discontinuo.

AGUA: Las posibles afectaciones hacia el agua en esta etapa podrán ocurrir por el mal funcionamiento de la maquinaria, así como por algún derrame aceite, diésel o gasolina, de manera parcial en el sitio donde se esté trabajando en ese momento, y de forma regular y discontinua, ya que se tratará de que la maquinaria esté presente sólo cuando sea necesario; del mismo modo, con las medidas preventivas se espera que el impacto sea revertido a mediano plazo, considerando la aplicación de programas y medidas propuestas para el presente proyecto.

SUELO: Como se sabe, uno de los problemas más grandes en el mundo es la generación de residuos sólidos que pudieran afectar la calidad del suelo por el mal manejo de los residuos sólidos urbanos que

genere el personal que estará trabajando en la obra; por lo cual, dentro del área de afectación del proyecto, de llevarse a cabo las medidas propuestas, se generará una afectación parcial por el vertimiento de residuos en las áreas de trabajo. Sin embargo, la afectación será periódica, y aunque pudiese considerarse como acumulativo esto sería en el ámbito local. En cuanto a la pérdida de suelo, actualmente en el sitio se observa que existe una escasa vegetación, por lo que un gran porcentaje del área presenta un suelo expuesto y con ello erosión parcial.

FLORA: De acuerdo a los muestreos realizados en el área del proyecto se observa que el sitio no cuenta con su vegetación original, presentando remanentes de vegetación secundaria dominada por especies herbáceas. Las escasas especies vegetales encontradas en el sitio del proyecto son en su mayoría invasivas, por lo que al remover las especies no ocasionará un impacto alto, este será bajo y podrá recuperarse si no se llegará a cimentar. Sin embargo, se tomarán las medidas adecuadas para disminuir el impacto.

FAUNA: Este componente se verá afectado principalmente por la presencia de trabajadores y el empleo de maquinaria, pudiendo ocasionar un desplazamiento de la fauna silvestre que alberga actualmente el sitio hacia zonas aledañas; de manera que los impactos serán en su mayoría negativos pero inmediatos. Sin embargo, para la etapa operativa este impacto se podría considerar como temporal debido a que, al disminuir el número de personas y maquinaria, la fauna podrá restablecerse en las áreas destinadas como áreas ajardinadas y áreas de conservación. Por lo que los impactos que sean ocasionados podrán ser completamente mitigables hacia este grupo.

PAISAJE: La afectación al paisaje en esta etapa será poco significativo, modificando solamente las áreas necesarias para llevar a cabo el proyecto, por lo que se considera con intensidad baja, dadas las características del mismo proyecto.

SOCIOECONÓMICA: Durante la etapa de preparación del sitio, la generación de empleos a causa de las actividades de limpieza de sitio, excavación ó relleno, les traerá un gran beneficio a los pobladores cercanos al área del proyecto, considerando de tal forma, dicho impacto como positivo, con una intensidad alta, que se dará de forma inmediata desde el inicio de las labores de preparación del sitio.

IV.4.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA

Tabla IV.8. Impactos generados por la construcción del proyecto.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
Intensidad (IN)	Baja	1					1			
	Media	2	2	2						
	Alta	4			4	4		4	4	4
	Muy alta	8								
	Total	12								
Extensión (EX)	Puntual	1					1			1
	Parcial	2	2			2		2	2	
	Extenso	4		4	4					
	Total	8								
	Critica	(+4)								
Momento (MO)	Largo plazo	1								
	Medio plazo	2			2					2
	Inmediato	4	4	4		4	4	4	4	
	Critico	(+4)								
Persistencia (PE)	Fugaz	1								
	Temporal	2	2	2			2	2	2	2
	Permanente	4			4	4				
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1	1				1			1
	Medio plazo	2		2				2	2	
	Irreversible	4			4	4				
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1	1							
	Sinérgico	2		2	2	2	2	2	2	2
	Muy sinérgico	4								
Acumulación (AC)	Simple	1	1							1
	Acumulativo	4		4	4	4	4	4	4	
Efecto (EF)	Indirecto	1					1	1		
	Directo	4	4	4	4	4			4	4

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1			1		1			
	Periódico	4	4	4		4		4	4	4
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1								1
	A mediano plazo	2								
	Mitigable	4	4	4	4		4	4	4	
	Irrecuperable	8				8				
Naturaleza	Impacto beneficioso	+								+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		31	40	45	50	24	39	42	31
Característica	Ambiental crítico (> 75)									
	Ambiental Severo (51-75)									
	Ambiental Moderado (25-50)		■	■	■	■		■	■	■
	Ambiental Compatible (<25)						■			

De los impactos identificados, siete son considerados negativos y uno como positivo (socioeconómico), así mismo siete impactos son considerados moderados debido a la intensidad del impacto en dicha etapa y un impacto fue considerado como compatible debido a que la afectación sobre este subcomponente biótico (flora) ha ocurrido desde la primera etapa de trabajo, al llevarse a cabo las acciones de limpieza del sitio.

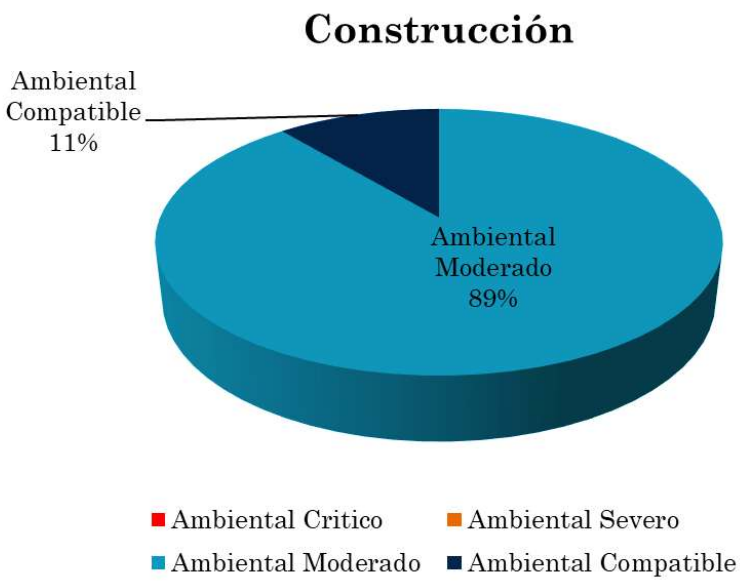


Gráfico IV.2. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa constructiva.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se analizan a continuación, y de acuerdo a lo obtenido en la matriz de valoración de impactos:

RUIDO. Se estima que la afectación por el incremento de los niveles de presión sonora sobre el predio será mínima con una extensión parcial e intensidad media. Además, se considera temporal, ya que solamente permanecerá durante el tiempo en que se ejecute la etapa de construcción de obras pretendidas; por otra parte, será recurrente (efecto periódico), ya que pretende realizarse por etapas. Sin embargo, estos serán reversibles y mitigables.

AIRE. El principal efecto adverso lo tendrá la agregación de gases de combustión que sean utilizados durante la etapa constructiva, provenientes de vehículos pesados y equipos que funcionan con combustibles (diésel o gasolina), los cuales generan emisiones de NOx, CO, SO_2, partículas e hidrocarburos. Por la magnitud de estas obras y debido a que se encuentra aledaño a la carretera federal, se considera que el impacto será de intensidad media, extenso, inmediato, acumulativo, directo y periódico; sin embargo, es mitigable tomando las medidas adecuadas para evitar la máxima afectación.

AGUA. Las posibles afectaciones hacia el agua en esta etapa podrán ocurrir por el mal funcionamiento de la maquinaria, así como de algún derrame de aceite, diésel o gasolina; esto con una intensidad alta, extensa, permanente e irreversible. De manera periódica en el sitio donde se esté trabajando en ese momento, y de forma regular y discontinua, tratando de que la maquinaria esté presente sólo cuando sea necesario. Además, la calidad de agua subterránea recibirá un impacto negativo durante la impermeabilización, ya que evitará el paso libre del oxígeno y nutrientes. Sin embargo, con las medidas preventivas se trata que este impacto sea revertido a mediano plazo considerando de igual forma llevar a cabo los programas y medidas de mitigación propuestas para el presente proyecto.

SUELO. El proyecto contempla la permanencia de áreas ajardinadas y áreas de conservación. De manera que la afectación a este rubro fue valorada en una amplia extensión, siendo de intensidad alta, irreversible y permanente, ya que las acciones de sellamiento del suelo por construcción de obras, no permitirá la renovación del suelo que fue removido desde la etapa de preparación del sitio, y que dadas las características propias de las áreas de sellamiento no podrán ser recuperables, deshabilitando la capa de suelo natural.

FLORA. Debido a que la escasa vegetación existente será retirada en la etapa de preparación del sitio, para esta etapa constructiva, el impacto ocasionado será considerado ambientalmente compatible, ya que únicamente se removerá la vegetación herbácea que pudiese prosperar en las zonas constructivas; sin embargo, este será un impacto bajo y puntual. Del mismo modo cabe señalar que posterior a la conclusión de la etapa constructiva se plantarán especies de flora nativa sobre las áreas de conservación.

FAUNA. Por su parte la fauna silvestre que pudiese encontrarse en esta etapa del proyecto se verá afectada de manera inmediata tanto por la presencia de trabajadores, así como por la maquinaria, ocasionando un desplazamiento de fauna presente; sin embargo, este impacto se considera como bajo y temporal debido a que poco a poco al disminuir el número de trabajadores y maquinaria, la fauna podría reintegrarse en las nuevas áreas con vegetación que sean establecidas. Por último, cabe mencionar que los impactos en esta etapa podrán ser completamente mitigables hacia este grupo, tomando en cuenta todas las indicaciones que se les dé a las empresas encargadas de la construcción, dándoles la debida capacitación. Por lo que es importante llevar a cabo actividades de rescate y reubicación de las especies susceptibles a ser afectadas.

PAISAJE. El paisaje en esta etapa, será afectada de manera inmediata, ya que las áreas necesarias para llevar a cabo el proyecto serán modificadas significativamente. Sin embargo, debido a que en esta etapa se realizará la construcción de obras, el impacto visual podría considerarse de intensidad baja, pero a largo plazo ya que al ser un proyecto habitacional este será utilizado por un largo periodo de tiempo.

SOCIO-ECONÓMICA. Por otra parte, un efecto benéfico que traerá el proyecto es la generación de trabajos de manera directa hacia la gente de los poblados y municipios cercanos, por lo que ocasionará un impacto positivo a las poblaciones cercanas, considerándolo de intensidad media y de forma inmediata cuando den inicio las labores de construcción.

IV.4.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA OPERATIVA

Tabla IV.9. Impactos generados por la OPERACIÓN del proyecto.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
Intensidad (IN)	Baja	1	1	1	1	1	1	1		1
	Media	2							2	
	Alta	4								
	Muy alta	8								
	Total	12								
Extensión (EX)	Puntual	1				1	1			1
	Parcial	2		2	2			2	2	
	Extenso	4	4							
	Total	8								
	Critica	(+4)								
Momento (MO)	Largo plazo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Medio plazo	2								
	Inmediato	4								
	Critico	(+4)								
Persistencia (PE)	Fugaz	1					1			1
	Temporal	2		2	2	2		2		
	Permanente	4	4						4	
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1								1
	Medio plazo	2	2	2	2	2	2	2		
	Irreversible	4							4	
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1								
	Sinérgico	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Muy sinérgico	4								
Acumulación (AC)	Simple	1				1	1	1		1
	Acumulativo	4	4	4	4				4	
Efecto (EF)	Indirecto	1		1	1	1	1	1		

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
	Directo	4	4						4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1				1	1		1	1
	Periódico	4	4	4	4			4		
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1			1	1	1	1		1
	A mediano plazo	2	2	2					2	
	Mitigable	4								
	Irrecuperable	8								
Naturaleza	Impacto beneficioso	+								+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		34	25	24	16	15	21	32	17
Característica	Ambiental crítico (> 75)									
	Ambiental Severo (51-75)									
	Ambiental Moderado (25-50)		■	■					■	
	Ambiental Compatible (<25)				■	■	■	■		■

Como se puede observar, los impactos identificados fueron ocho, de los cuales tres son considerados ambientalmente moderados (37%), y los cinco restantes (63%) fueron considerados ambientalmente compatibles.



Gráfico V.3. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa operativa.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se analizan a continuación de acuerdo a la matriz de valoración de impactos:

RUIDO. En cuanto a la generación de ruido se prevé una afectación baja y a largo plazo debido a que los dueños o propietarios de la vivienda generarán ruido vehicular, sin embargo, el impacto por ruido será periódico.

AIRE. Se espera que algunos vehículos sigan circulando, sin embargo, estos serán los mínimos y solamente serán utilizados por los propietarios de la vivienda, así como por el personal contratado para la vigilancia y mantenimiento del sitio.

AGUA. En la etapa operativa, las afectaciones al agua de acuerdo a la evaluación realizada están consideradas como compatibles, debido a que no habrá alguna actividad que pudiese ocasionar una afectación importante al manto acuífero, las actividades que se realicen durante esta etapa serán completamente mitigables y podrán hasta cierto punto evitarse con la correcta aplicación de los programas de supervisión ambiental.

SUELO. Como se ha mencionado con anterioridad, el área que ocupará el proyecto será modificado durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, como medida de compensación se pretende llevar a cabo una replantación de especies nativas que a largo plazo podrá recuperar áreas ajardinadas, así como el suelo de los mismos, revirtiendo algunos impactos y compensado la pérdida ocasionada en las etapas anteriores, inclusive mejorando la calidad del suelo con la que se cuenta actualmente.

FLORA. En esta etapa del proyecto se espera que los impactos sean poco significativos, ya que se trata de un ambiente transformado, por lo que únicamente se realizarán podas y limpieza, trayendo en sí, efectos benéficos a la flora existente, debido a los trabajos de mantenimiento. De manera que éste será puntual y reversible a largo plazo. Por otra parte, para compensar y mitigar las actividades antes realizadas, se llevarán a cabo actividades de jardinería con siembra de especies comunes de la zona costera y con especies de la región, esto con la finalidad de contribuir en la repoblación de flora sobre las áreas del proyecto.

FAUNA. El ambiente transformado se convertirá en el hábitat de fauna nativa que hayan regresado al sitio (aves) o que no se hayan afectado (reptiles); lo cual se considera de alguna manera benéfico. Por otra parte, la fauna que se verá afectada en esta etapa del proyecto será mínima, ya que los accidentes que pudiesen ocurrir serían mediante atropellamiento con los vehículos de los residentes, sin embargo, este impacto podría ser mitigado con la colocación de señalamientos sobre las áreas de conservación o donde se considere pueda haber una mayor probabilidad de incidencias de afectación sobre dichas especies, constituyéndose en un impacto adverso, poco significativo, puntual, fugaz, reversible y mitigable.

PAISAJE. La afectación al paisaje de acuerdo al análisis realizado se considera como ambientalmente moderado, debido a las estructuras y diversas construcciones con las que contará el proyecto por tiempo indefinido.

SOCIO-ECONÓMICA. Por la parte de generación de empleos, aunque será lo mínimo requerido, se prevé que será necesaria la contratación de trabajadores para actividades de vigilancia, limpieza y mantenimiento de las áreas del proyecto, por lo que la población cercana podrá verse beneficiada con esta actividad, trayendo consigo mejoras.

IV.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

Después de analizar y evaluar los impactos generados en cada uno de los recursos del medio natural, se plantean las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos detectados por la realización de las actividades inherentes al proyecto.

Es conveniente mencionar que los impactos generados en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, son factibles de ser previstos además de ser mitigables; y en algunos casos van a generar un cambio positivo en la situación actual, como es el caso de las condiciones socioeconómicas de la región.

De acuerdo con la evaluación del Capítulo V, los impactos se centraron principalmente en la preparación del sitio y su construcción, también se observaron impactos para la operación, pero en menor grado, por lo que en este apartado se especificarán puntualmente los impactos a mitigar con base en el análisis realizado de ellos. Para esto se evaluó la periodicidad, la intensidad, la extensión, la temporalidad, su persistencia o duración, su sinergia, su acumulación, su capacidad de recuperación, su controversia y su mitigación. Este análisis también sirvió para proporcionar el nivel de incidencia que se tendría al aplicar las medidas de mitigación que se proponen.

IV.5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

1) de Prevención. Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
2) de Mitigación. Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto. Las medidas de mitigación que se contemplan para el proyecto son de tres tipos:

- Ecológicas, las cuales están orientadas a proteger y recuperar componentes naturales, cuyo deterioro produciría en el futuro costos ambientales mayores.
- Económicas, estas están enfocadas a proteger los recursos naturales de los que dependen varias actividades económicas.
- Sociales, están encaminadas a proteger a la población de daños a la salud, a su cultura y a su economía

3) de Compensación. En lo que respecta a las medidas de Compensación, se puede definir como las acciones que se ejecutarán para resarcir el deterioro ocasionado por la obra o actividad proyectada pero que no están directamente relacionadas; o en otro caso, se realizan actividades de beneficio ambiental en un elemento distinto al afectado. Las medidas de compensación propuestas, pretenden resarcir y equilibrar los efectos del proyecto en cuestión al medio ambiente.

AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Las principales medidas presentadas para este proyecto, se describen para cada componente ambiental identificado, y para la etapa en la que se presenta; adicionalmente se dan los elementos para evidenciar el cumplimiento de las medidas. Es conveniente mencionar que algunas medidas son similares en dos o tres etapas del proyecto, por lo que las diferentes actividades planteadas pueden estar presentes en varios momentos del proyecto.

Se establecieron anteriormente los componentes y factores ambientales que podrían ser impactados por la realización de la obra. Con base en ellos se establecerán las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto, en este caso se considera agrupado en cada componente los factores ambientales definidos en la evaluación de los impactos ambientales.

En las tablas de las medidas propuestas se presentan algunas abreviaturas que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV.10. Simbología que se utilizará para categorizar las medidas propuestas.

TIPO DE MEDIDA	
Prevención	**P1**
Mitigación	**M1**
Compensación	**C1**
Restauración	**R1**

ETAPA DEL PROYECTO	
Preparación del sitio	**Ps**
Construcción	**Co**
Operación y Mantenimiento	**OM**

Las medidas siguientes están enfocadas a los siguientes componentes:

a) Componente Aire.
b) Componente Agua.
c) Componente Suelo.
d) Componente Flora Silvestre.
e) Componente Fauna Silvestre.

IV.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

En las siguientes tablas se presentan las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará:

Tabla IV.11. Medidas para el componente ambiental AIRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados durante la etapa preparación de sitio y construcción deberán contar con mantenimiento previo de ingreso al área del proyecto. Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.	**P**	X	X		• Facturas de talleres externos. • Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental (Ver anexo 5 del estudio). • -Bitácora de mantenimiento de vehículos y maquinaria.
Los camiones que transporten material pétreo al área del proyecto, deberán contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.	**P**	X	X		• Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo. • Bitácora de mantenimiento por vehículo
Se deberán realizar riegos periódicamente en los caminos más transitados. Esto para evitar la dispersión de los polvos a la atmósfera.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Memoria fotográfica
En las áreas de trabajo se deberán colocar contenedores de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, éstos deberán tener tapas y estar debidamente rotulados.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Memoria fotográfica.
El depósito de residuos debe estar techado, sirviendo como sitio para el almacenamiento temporal, hasta su traslado a un sitio de disposición final.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Memoria fotográfica. • Facturas de disposición final.
Queda estrictamente prohibido la quema de residuos en el área de trabajo. Estos deben retirarse periódicamente para ser enviados a sitios autorizados.	**P**	X	X	X	• Disposición final en el relleno sanitario más cercano, con la consecuente exposición del recibo correspondiente del relleno sanitario.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
					• Toma de fotografías del manejo y disposición de los residuos.

Tabla IV.12. Medidas para el componente ambiental AGUA.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.	**M**	X	X		• Fotografías del suministro de agua. • Facturas de compra del recurso.
El proyecto mantendrá áreas de conservación con vegetación nativa que permitirá la infiltración del acuífero de la zona. Lo anterior se realizará para no comprometer la calidad y la cantidad en la captación del acuífero de la zona. La precipitación pluvial sé evapotranspira (80 %) y el resto se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas principalmente por el desarrollo del carst. Dado que la infiltración es rápida, la superficie de dichas áreas permitirá la recarga del acuífero en la zona.	**C**	X	X	X	• Supervisión en campo. • -Delimitación de las áreas de conservación. • -Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo.
Habilitar sanitarios móviles (letrinas) en el área de trabajo (a razón de 1 por cada 15 trabajadores), a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al subsuelo y contaminación al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos	**P**	X	X		• Facturas de renta • Memoria fotográfica • Supervisión en campo.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
los trabajadores.					
Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de trabajo, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso.	**P**	X	X		• Fotografías de la distribución de ellos y supervisión en campo.
Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo sólido o peligroso en suelo natural, incluyendo los restos de pintura, así como cualquier material impregnado con éstos. Cada unidad deberá contar con equipo, materiales y recipientes para contener probables derrames o goteos.	**P**	X	X		• Supervisión en campo • Capacitación de personal. • Aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.
Para la operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales domésticas (SITAR DLD14) *de 1,300 litros, proponiendo un sistema terciario de cloración previo a su descarga (acorde con los lineamientos de la CONAGUA) y así, generar un menor impacto al manto acuífero (detalle en Anexo 7).*	**P, M**			X	• Supervisión en campo. • Memoria fotográfica de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales utilizado.

Tabla IV.13. Medidas para el componente ambiental SUELO NATURAL.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Se mantendrán áreas de conservación, que permitan la permanencia del suelo natural y vegetación nativa, así como también permitirá la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.	**C**	X	X	X	•Supervisión en campo. •Delimitación de las zonas de limpieza y de áreas de conservación •Memoria fotográfica de las actividades.
Capacitación del personal operativo y de supervisión en el manejo de	**P**	X	X		•Temario de capacitación. •Memoria fotográfica de la

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
residuos.					capacitación.
Los residuos derivados de la limpieza y excavaciones, será utilizado para rellenar en donde lo amerite. En ningún momento se dispondrá el material sobre vegetación nativa. Debido a la poca generación de este tipo de residuos, se reusará cerca la totalidad del mismo.	**M**	X	X		•Supervisión en campo. •Memoria fotográfica.
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados para el proyecto, deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto.	**P**	X	X		•Supervisión ambiental. •Memoria fotográfica. •Facturas de talleres. •Bitácora de mantenimiento por vehículo.
Cada unidad deberá contar con equipo, materiales y recipientes para contener probables derrames o goteos.	**P**	X	X		• Supervisión ambiental. • Memoria fotográfica.
Se deberá contar con sanitarios móviles (a razón de 1 por cada 15 trabajadores) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al manto acuífero, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.	**P**	X	X		• Supervisión ambiental. • Memoria fotográfica. • Facturas de Renta de los sanitarios.
Se definirá un área para el almacenamiento temporal de los residuos y se separarán por categorías en recipientes o áreas especiales, de igual manera se fomentará el reciclaje, reúso o aprovechamiento de residuos, incluyendo de manejo especial (cartón, madera, metales, papel, residuos de jardinería) y de tipo peligroso durante cada etapa del	**M**	X	X	X	• Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (anexo 5). • Presentar la memoria fotografía de la rotulación de los recipientes, ubicación y funcionamiento de los mismos.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
proyecto) y se registrará para control y seguimiento ante las autoridades correspondientes.					
Se evitará y supervisará que no se realice disposición inadecuada de aceites, combustibles, u otros elementos contaminantes durante todas las etapas del proyecto.	**P**	X	X	X	• Supervisión ambiental. • Memoria fotográfica.
Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.	**M**			X	• Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias.

Tabla IV.14. Medidas para el componente ambiental FLORA SILVESTRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Las actividades de limpieza se limitarán a las áreas solicitadas y autorizadas para este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.	**P**	X	X		• Supervisión ambiental. • Memoria fotografía.
En las áreas de conservación se establecerá vegetación nativa, evitando remover el suelo, permitiendo la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.	**C**	X	X	X	• Supervisión ambiental. • Memoria fotográfica. • Delimitación de las zonas de limpieza.
No se realizará la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Evidencia fotográfica del retiro de la escasa vegetación de las áreas autorizadas.
Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación de importancia, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o	**P**	X	X		• Supervisión en campo del cumplimiento de la protección de las especies de flora silvestre.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
cualquier otro tipo de explotación.					
Por las actividades de retiro de vegetación o retiro de maleza se verificará si existe alguna especie de importancia para rescate y reubicación, en especial, especies de reptiles.	**P**	X			• Supervisión en campo y reubicación de especies de importancia (en caso de encontrarse) dentro de la zona de afectación.

Tabla IV.15. Medidas para el componente ambiental FAUNA SILVESTRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna, el promovente contempla el establecimiento de áreas vedes y áreas de conservación, que conserven el suelo y vegetación natural. Se evitará el cercado total del terreno con bardas perimetrales que afecten el flujo continuo de las especies de fauna, de un predio a otro.	**M**		X	X	• Supervisión en Campo. • Evidencia fotográfica de las áreas de conservación del proyecto. • Evidencia de cercado con estacas o mallas ciclónicas que garanticen la circulación de especies de fauna silvestre de un predio a otro.
Estará estrictamente prohibida la extracción o caza de la fauna nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	**P**	X	X		• Pláticas informativas y de concientización acerca de la importancia de las especies de fauna silvestre dentro del ecosistema. • Supervisión en campo del cumplimiento de la protección de las especies de fauna silvestre.
Se deberán delimitar las áreas de afectación, así mismo se deberá revisar previo a cualquier actividad de maquinaria pesada e incluso durante el uso de las mismas, la presencia de nidos o madrigueras	**M**	X	X		• Supervisión en Campo. • Memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna silvestre susceptible de afectación. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.					
Los trabajos de limpieza, así como de construcción de obras se realizarán paulatinamente para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados y fuera de todo peligro. En las áreas de conservación que sean reforestadas se podrán reubicar a las especies que se capturen a través del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6A** de este estudio).	**M**	X	X		• Supervisión en campo y aplicación del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio). • -Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo del programa de acción para la protección de la fauna silvestre.

Tabla IV.16. Medidas para el componente ambiental MODIFICACIÓN DEL PAISAJE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Colocar contenedores suficientes y adecuadamente identificados para disponer en ellos los residuos que se generen.	**P**	X	X	X	• Implementación del procedimiento de manejo de residuos sólidos (ver **Anexo 5**). • Reporte fotográfico de las visitas al sitio seleccionado con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas
La limpieza del área deberá realizarse después de terminada la jornada laboral. Dichos materiales deberán ser dispuestos en las áreas autorizadas para tal efecto.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Memoria fotográfica
Se deberá colocar un señalamiento de tamaño adecuado que indique que está prohibido tirar o disponer residuos de cualquier tipo.	**P**	X			• Supervisión en campo. • Memoria fotográfica
Una vez terminada la obra deberá realizarse un recorrido dentro del área de actividades para identificar posibles montículos de materiales que pudieran ser obstáculo para el crecimiento de la vegetación y retirarlos del sitio.	**M**			X	• Reporte fotográfico de visitas al sitio seleccionado para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de medidas propuestas.
Cuando se generen papeles, cartones o trapos impregnados con sustancias o productos que posean características de peligrosidad, se deberán de manejar como residuos peligrosos, por lo que deberán disponerse en contenedores metálicos y posteriormente ser manejados por una empresa especializada y debidamente autorizada por la autoridad correspondiente.	**P**	X		X	• Se implementará un reporte fotográfico a partir de las visitas al sitio seleccionado con objeto de constatar el cumplimiento de la medida dispuesta en el procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Anexo 5B).

Cabe señalar que todo esto será llevado a cabo en conjunto con los procedimientos aplicables a la obra anexos a este estudio (**Ver anexo 5**).

- Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (**Anexo 5A**).
- Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (**Anexo 5B**).
- Procedimiento de supervisión ambiental (**Anexo 5C**).
- Programa de acción para la protección de fauna silvestre (**Anexo 6A).**
- Programa de reforestación de duna costera (**Anexo 6B**)

Medidas adicionales:

- Se deberán colocar señalamientos visibles sobre las actividades prohibidas a realizar dentro del área del proyecto, como, por ejemplo: prohibido cazar o extraer fauna y flora, prohibido realizar fogatas, prohibido tirar basura, etc.
- Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores.
- Se deberá proporcionar al personal el equipo de protección personal (botas, guantes, tapones auditivos, etc.) según los requerimientos de las actividades que se realicen, para su uso permanente.
- En el área de almacén deberá existir un botiquín de primeros auxilios, para la atención de algún accidente menor.
- El almacén deberá incluir extintores y desarrollar un procedimiento para la atención y combate contra incendios menores. Se implementará la revisión mensual de los extintores para mantenerlos en condiciones de operatividad.
- Se colocarán cintas restrictivas de paso hacia áreas críticas cuando el proyecto se encuentre desarrollándose en las inmediaciones.

IV.5.3 IMPACTOS RESIDUALES.

Los impactos residuales representan el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas preventivas o de minimización de impactos. El ambiente, visto como el ecosistema donde vive el ser humano, es un sistema de relaciones donde es imposible cambiar alguna cosa sin alterar otras. En este sentido es que, a pesar del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente manifiesto, se generarán algunos impactos residuales. Sin embargo, para reducir al máximo estos impactos es necesario que se genere un Programa de Vigilancia Ambiental para el respectivo cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación y a su vez se nombre un Representante Ambiental que vigile dicho cumplimiento para elaborar y gestionar los informes periódicos ante la SEMARNAT y PROFEPA ya que su incumplimiento también amerita sanciones, multas y hasta la clausura de los permisos. Los impactos residuales identificados a través del respectivo análisis se describen a continuación:

- La sustitución del sustrato natural por concreto, que impermeabilizará porciones del predio.
- Consecuentemente, disminución de áreas con vegetación.

Por lo que es relevante asegurar la permanencia y fomento de las áreas de conservación del predio. En todos los casos, el impacto en la zona viene a ser sinérgico y acumulativo, no atribuible exclusivamente al proyecto debido a la existencia de diversa infraestructura urbana y de servicios que han impactado previa y actualmente los alrededores del área. Para el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación aquí emitidas, se deberá de ejecutar un **programa de supervisión** de la acción u obra de mitigación (anexo 5). Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), con el objetivo de que se cumplan las condicionantes emitidas en este documento.

IV.6 CONCLUSIÓN

La Región Ecológica previo a la construcción del proyecto referido a una vivienda de segunda residencia, presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona.

Si bien, existe un impacto negativo en la fase de construcción por actividades de cimentación, en general el proyecto en conjunto presenta una valoración positiva, que al efectuar el análisis se revierte por los efectos adversos al suelo y la vegetación. La escasez de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 hace suponer que no se tendrán impactos negativos sobre la biodiversidad. Así mismo, en torno al medio socioeconómico, el resultado final es positivo para las tres etapas del proyecto. Durante las actividades de limpieza del sitio se generarán los mayores impactos negativos y moderados sobre el suelo, pero pueden verse mitigados a través de la creación de áreas ajardinadas y de conservación.

De igual manera, se alterará la calidad del aire por los polvos y emisiones generados a la atmósfera, aunque éstos serán impactos bajos, temporales, reversibles y puntuales, por afectar solamente el área que incide el proyecto. Sin embargo, a través de la ejecución de varias medidas de mitigación, como el

humedecimiento del terreno y el mantenimiento a la maquinaria previo a su operación, el impacto puede ser nulo o poco significativo.

La valoración final de los impactos ocasionados resulta ser positiva en términos generales, adjudicada principalmente al aspecto económico y social, debido a la generación de empleos, el aumento en el nivel de consumo por cada una de las actividades y principalmente, por la oportunidad de que la población firme o incremente su patrimonio familiar.

Durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto.