



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

A dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A blue arrow points to the right from the bar, overlapping the start of the title text.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional

Proyecto:

“Construcción y Operación de Vivienda
Unifamiliar en el Lote 001-17”

Promovente:

SCOTT GORDON OLSON

Dirección:

*Lote 001-17 de la Manzana 006, Región 20, ubicado sobre la
Carretera Tulum-Punta Allen, municipio de Tulum, estado de
Quintana Roo.*

Tabla de contenido

	Pág
Capítulo I.	
<i>Datos generales del Proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.</i>	40
Capítulo II.	
<i>Descripción del Proyecto.</i>	42
Capítulo III.	
<i>Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso de suelo.</i>	63
Capítulo IV.	
<i>Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del Proyecto.</i>	158
Capítulo V.	
<i>Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.</i>	331
Capítulo VI.	
<i>Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.</i>	341
Capítulo VII.	
<i>Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.</i>	345
Capítulo VIII.	
<i>Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.</i>	355
Anexos.	357

CAPÍTULO 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 Vivienda Unifamiliar en el Lote 001-17”

I.1.2. Ubicación del Proyecto.

- El sitio donde se pretende llevar a cabo el Proyecto corresponde al Lote 001-17 de la Manzana 006, Región 20, ubicado sobre la Carretera Tulum-Punta Allen, municipio de Tulum, estado de Quintana Roo, imagen 1.1. Dicho predio cuenta con una superficie total de 20,943.21 metros cuadrados y con las siguientes medidas y colindancias:

Tabla I.1. Medidas y colindancias del Lote 001-17.

No.	Sentido	Colindancia
1	Norte	225.19 metros con Lote 001-16
2	Sur	208.92 metros con predio San Miguel Fracción 2
3	Este	102.76 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre
4	Oeste	101.78 metros con Laguna Boca Paila

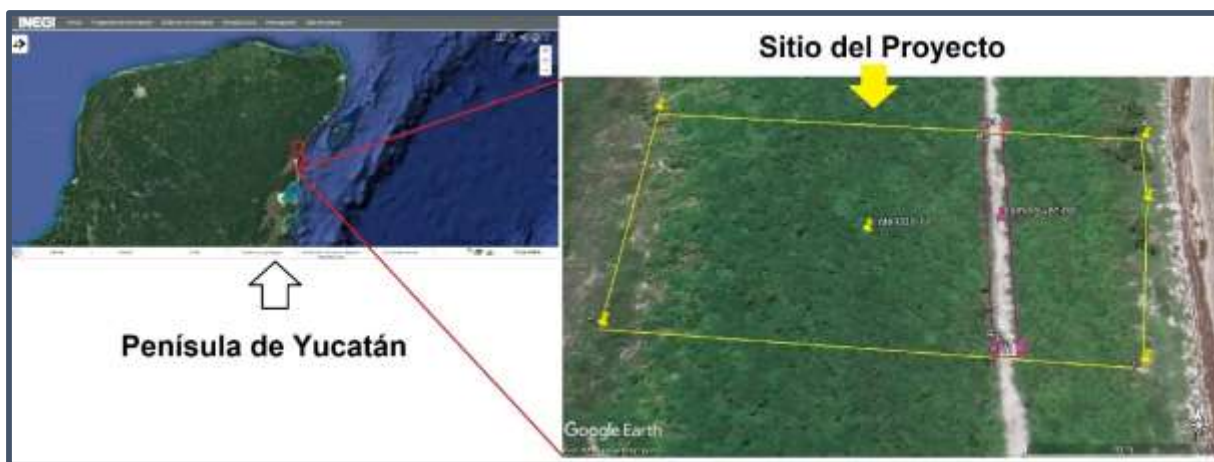


Imagen 1.1. Ubicación del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto referido a la Península de Yucatán.

Imagen procesada del Google Earth

I.1.3. Duración del Proyecto.

- El tiempo que se pretende para la Etapa de Preparación y Etapa de Construcción es de dos años, el tiempo que se pretende para la Etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto es indefinido, pero para efectos del presente estudio se contempla una duración de 100 años.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

I.2.1. Nombre o razón social.

-

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.

-

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.

-

I.2.4. Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones.

-
-

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio.

-
-
-

CAPÍTULO II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA.

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

II.1.1. Naturaleza del Proyecto.

El sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto se ubica dentro del Área Natural Protegida de competencia federal conocida como Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, aproximadamente a 20.3 km hacia el sur, partiendo del arco de la entrada a la Reserva. **El proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar para el descanso**, en una porción de un lote que cuenta con un uso de suelo que permite alcanzar los objetivos de la promotora sobre los derechos individuales y constitucionales sobre el predio de interés.

El lote donde se pretende llevar a cabo el proyecto cuenta con una superficie total de 20,943.21 m² y cuenta con un camino vecinal (ramal a Punta Allen) el cual atraviesa la propiedad, de aproximadamente 3.5 metros de corona y una superficie de 1,224.16 m². El objetivo del proyecto es la construcción y operación de una vivienda unifamiliar para el descanso utilizando solamente una superficie de 399.82 m² del total correspondiente al Lote 001-17, promoviendo la sustentabilidad y en apego a la normatividad aplicable para conservar el área en donde se encuentra el predio y la Reserva.

Con base al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, el Lote 001-17 se encuentra circunscrito en la UGA-Tu7 la cual cuenta con las siguientes atribuciones: política de conservación; uso predominante de turismo de bajo impacto; usos compatibles de flora y fauna; usos condicionados de infraestructura, asentamientos humanos y pecuario y como usos incompatibles la industria, centro de población, minería y agricultura, imagen 2.1.



Imagen 2.1. Ubicación del Lote 001-17 referido al POET de la Zona Costera de la RB Sian Ka'an. *Imagen procesada del SIORE.*

El proyecto de Construcción y Operación de Vivienda Unifamiliar en el Lote 001-17, se pretende desarrollar en un predio de propiedad privada según consta en la Escritura Pública número 108,898 de fecha 13 de junio de 2019, pasada ante la Fe del Notario, Luis Miguel Cámara Patrón, Titular de la Notaría Pública número 30 del Estado de Quintana Roo, **Anexo 4**. Dicha propiedad corresponde al Lote 001-17 de la Manzana 006, Región 20, ubicado sobre la Carretera Tulum-Punta Allen, municipio de Tulum, estado de Quintana Roo, el cual cuenta con una superficie total de 20,943.21 m².

El Proyecto consiste en llevar a cabo las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una Vivienda Unifamiliar en el Lote 001-17 en una superficie de 399.82 m² la cual estará integrada por los siguientes componentes:

Tabla II.1. Distribución de componentes de la vivienda unifamiliar.

Concepto	Cantidad	Superficie (m ²)
Cocina	1	35.19
Área de servicio	1	14.96
Sala/comedor	1	86.98
Vestíbulo	1	27.68
Circulaciones	N/A	18.54
Recamaras	4	138.82
Baños completos	4	67.65
Alberca	1	10.00
Superficie total		399.82

El desarrollo del proyecto esta conceptualizado para ser de bajo impacto ambiental y diseñado para armonizar con el entorno. Con relación a esto último se mantiene la integridad funcional del sitio considerando los siguientes factores:

1. La zona en la cual se encuentra localizado el sitio del proyecto es de fácil acceso y se caracteriza por contar con desarrollos similares al del presente documento.
2. La circulación que se presenta por las vialidades que comunican al predio se da de manera frecuente y continua a lo largo del día.
3. Prevalecerá el uso de tecnologías que contribuyan en la preservación del ambiente tales como llaves ahorradoras de agua, inodoros de bajo consumo, instalación de un sistema para el tratamiento de las aguas residuales con tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration).
4. Se realizará la reforestación con especies nativas para reforzar las zonas que carezcan de vegetación y por ende se contribuya en la conservación de la flora y fauna del sitio.

5. Dado la ubicación del proyecto y contemplando que se pretende desarrollar en total armonía con el entorno, se considera que no se producirán impactos negativos que pongan en riesgo a las condiciones ambientales del sitio.

II.1.2. Ubicación y dimensiones del Proyecto.

El Proyecto se pretende llevar a cabo en el Lote 001-17 de la Manzana 006, Región 20, ubicado sobre la Carretera Tulum-Punta Allen, municipio de Tulum, estado de Quintana Roo. Dicho predio cuenta con una superficie total de 20,943.21 metros cuadrados y con las siguientes medidas y colindancias:

Tabla II.2. Medidas y colindancias del Lote 001-17.

N	Sentido	Colindancia
1	Norte	225.19 metros con Lote 001-16
2	Sur	208.92 metros con predio San Miguel Fracción 2
3	Este	102.76 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre
4	Oeste	101.78 metros con Laguna Boca Paila

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación del Lote 001-17.

Tabla II.3. Coordenadas en UTM correspondientes al Lote 001-17.

Coordenadas UTM		
V	X	Y
1	451,270.23	2,207,443.69
2	451,060.86	2,207,458.84
3	451,065.08	2,207,560.47
4	451,289.71	2,207,544.53
5	451,284.87	2,207,512.03
Superficie total: 20,943.21 m ²		

En la imagen 2.2 se presenta en el plano georreferenciado correspondiente al lote 001-17. De igual forma, se adjunta el plano en el **Anexo 5**.

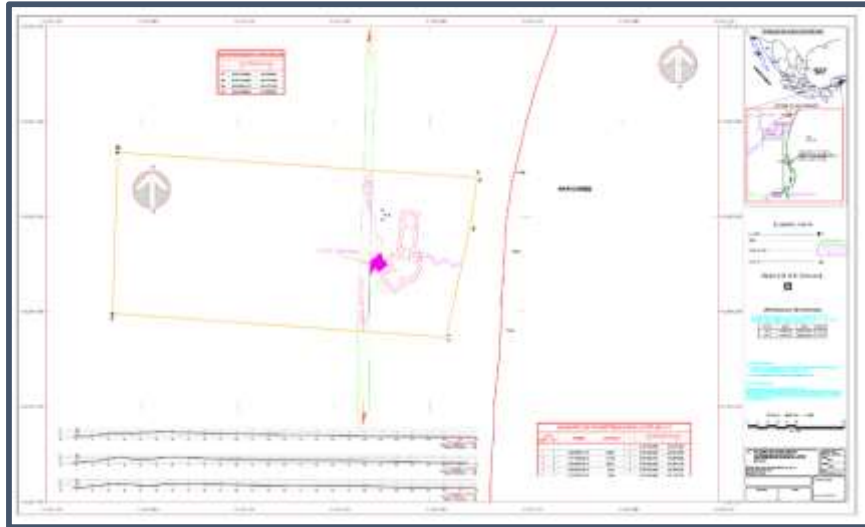


Imagen 2.2. Plano georreferenciado correspondiente al lote 001-17.

En las imágenes 2.3 y 2.4 se observan la macrolocalización y microlocalización respectivamente del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto.



Imagen 2.3. Macrolocalización del proyecto con referencia a la localidad de Tulum.
Imagen procesada del Google Earth.

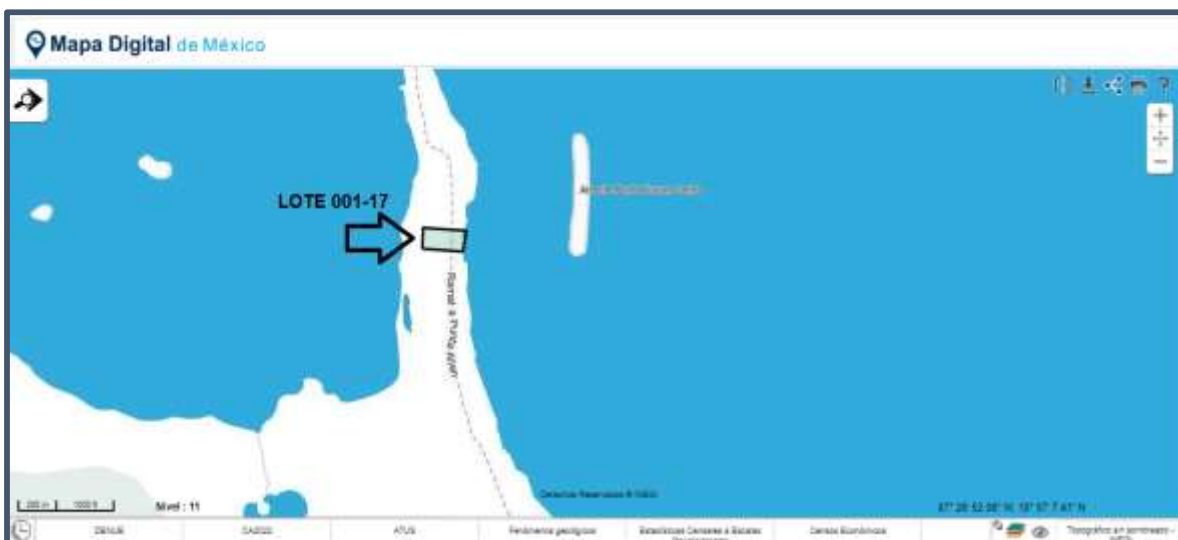


Imagen 2.4. Microlocalización del Lote 001-17 donde se pretende desarrollar el proyecto.
Imagen procesada del sistema de consulta del INEGI.

Es preciso señalar, tal y como se mencionó en el numeral II.1.1. que el objetivo del proyecto es la construcción y operación de una vivienda unifamiliar para el descanso utilizando solamente una superficie de 399.82 m² del total correspondiente al Lote 001-17. En ese sentido, la imagen 2.5 y Tabla II.4 muestran la localización y coordenadas respectivamente de la superficie destinada al proyecto en el Lote 001-17.



Imagen 2.5. Ubicación de la vivienda unifamiliar (proyecto) en el lote 001-17.

Tabla II.4. Coordenadas en UTM correspondientes a la vivienda unifamiliar (proyecto)

Coordenadas UTM								
V	X	Y	V	X	Y	V	X	Y
1	451,250	2,207,510	23	451,236	2,207,493	45	451,250	2,207,482
2	451,250	2,207,512	24	451,236	2,207,494	46	451,251	2,207,485
3	451,248	2,207,512	25	451,234	2,207,491	47	451,251	2,207,485
4	451,248	2,207,513	26	451,235	2,207,491	48	451,251	2,207,486
5	451,250	2,207,513	27	451,239	2,207,486	49	451,251	2,207,486
6	451,251	2,207,520	28	451,237	2,207,484	50	451,252	2,207,487
7	451,245	2,207,521	29	451,236	2,207,485	51	451,251	2,207,487
8	451,245	2,207,520	30	451,232	2,207,482	52	451,252	2,207,491
9	451,243	2,207,520	31	451,233	2,207,481	53	451,245	2,207,492
10	451,243	2,207,515	32	451,232	2,207,480	54	451,245	2,207,494
11	451,244	2,207,515	33	451,234	2,207,478	55	451,247	2,207,494
12	451,244	2,207,514	34	451,234	2,207,478	56	451,247	2,207,494
13	451,246	2,207,514	35	451,237	2,207,474	57	451,247	2,207,494
14	451,245	2,207,512	36	451,242	2,207,478	58	451,247	2,207,497
15	451,243	2,207,512	37	451,240	2,207,480	59	451,248	2,207,497
16	451,242	2,207,500	38	451,242	2,207,482	60	451,248	2,207,498
17	451,244	2,207,500	39	451,244	2,207,479	61	451,246	2,207,498
18	451,244	2,207,498	40	451,248	2,207,481	62	451,246	2,207,500
19	451,243	2,207,499	41	451,248	2,207,481	63	451,249	2,207,499
20	451,242	2,207,494	42	451,249	2,207,481	64	451,249	2,207,501
21	451,243	2,207,494	43	451,248	2,207,481			
22	451,243	2,207,493	44	451,249	2,207,483			
Superficie: 399.82 m ²								

En función de lo anterior, en la Tabla II.5 se muestra el área a impactar por la construcción y operación del proyecto, de igual modo se presenta la superficie correspondiente al camino vecinal y el área que no será intervenida y por consiguiente será destinada a la conservación.

Tabla II.5. Conceptos de aprovechamiento en el Lote 001-17.

Concepto	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	%
Vivienda unifamiliar	399.82	0.03998	1.90907
Camino vecinal	1224.16	0.12242	5.84514
Área sin intervenir	19319.23	1.93192	92.24579
Superficie total	20943.21	2.09	100.00

Por último, la Tabla II.6 presenta las coordenadas correspondientes al camino vecinal ilustrado en la imagen 2.5.

Tabla II.6. Coordenadas en UTM correspondientes al camino vecinal.

Coordenadas UTM		
V	X	Y
1	451,223	2,207,447
2	451,213	2,207,447
3	451,216	2,207,549
4	451,225	2,207,548
Superficie total: 1,224.16 m ²		

II.1.3. Inversión requerida.

Con base a las necesidades inherentes involucradas en el desarrollo de las diferentes etapas que conlleva el proyecto motivo de la elaboración del presente estudio, las estimaciones realizadas por el Promovente, suponen la inversión requerida en un monto aproximado a los \$ 10,000,000.00 (son: diez millones de pesos).

II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Dado que el sitio del proyecto se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, no se cuenta con los servicios básicos como son agua potable, energía eléctrica, drenaje sanitario y disposición final de los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto, en virtud de lo anterior, será la promovente la responsable de suministrar los diferentes servicios necesarios para la realización del proyecto.

A continuación, se describen las acciones que se implementarán para dotar de los servicios básicos al proyecto.

1. **Vialidades.** – no será necesario la apertura de caminos dado que el acceso al sitio del proyecto es por el ramal a Punta Allen (camino vecinal).
2. **Energía eléctrica.** – en virtud de que el sitio del proyecto no cuenta con el servicio proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad, la energía será suministrada mediante la instalación de un sistema híbrido fotovoltaico-eólico para la generación de energía eléctrica. Estos sistemas se denominan “híbridos” porque pueden generar energía eléctrica a partir de dos o más fuentes de energía renovable simultáneamente; por ejemplo, fotovoltaica-eólica, fotovoltaica-celdas de combustible, eólica-térmica entre otras.

Los sistemas híbridos se componen de varias partes fundamentales:

- Al menos 2 tipos distintos de energía renovable
- Fase de control de carga

- Banco de baterías
- Inversor Corriente Directa-Corriente Alterna (CD/CA)

Para el caso del presente proyecto, se implementará un sistema fotovoltaico-eólico similar al mostrado en la imagen 2.6. En México, actualmente existen varias empresas que se dedican a la venta e instalación de este tipo de sistemas. Derivado de lo anterior, a la par del presente estudio, se llevará a cabo el análisis para determinar el diseño particular, número de placas solares y aerogeneradores, que requerirá el proyecto.



Imagen 2.6. Sistema híbrido fotovoltaico-eólico, Airturb Model One.
Imagen tomada del portal de la empresa airturb.

3. **Agua potable.** – para satisfacer la necesidad de abastecimiento de agua potable para el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, la promotora realizará la compra de agua a través de empresas que proporcionen el servicio de transporte de agua en pipas.

De igual modo, se promoverá la captación y almacenamiento del agua de lluvia en techos mediante la implementación de canaletas como se muestra en la imagen 2.7. El agua será dirigida mediante canaletas de lámina galvanizada grado sanitizante doblada en forma de “U” hacia una cisterna de almacenamiento, previo a ello recibirá un tratamiento primario mediante una rejilla que frenará hojas, ramas y el paso de animales. De igual modo contará con un filtro de grava para la retención de sólidos y por último un sistema de filtrado de carbón activado para que de esta manera el agua pueda ser aprovechada para el consumo humano.

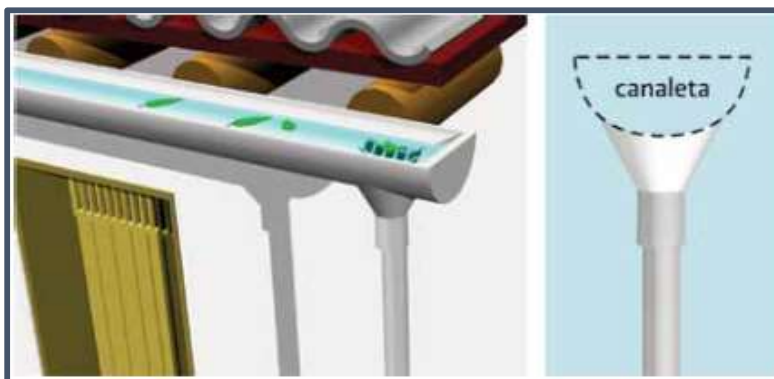


Imagen 2.7. Trampa de sólidos en la canaleta y embudo recortado.

Imagen extraída del manual de sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia de la SEMARNAT.

4. **Drenaje sanitario.** – en virtud de que en el sitio del proyecto no se cuenta con este servicio, se instalará un sistema para el tratamiento de aguas residuales. Para el tratamiento de las aguas residuales del presente proyecto se considera el uso de un sistema comercial que cumpla con las especificaciones del proyecto planteadas y por ende con la normativa aplicable.

Comercialmente existen muchas compañías en el mercado que ofrecen sistemas de tratamiento; sin embargo, con base al número probable de habitantes en la vivienda unifamiliar, se consideró la opción que ofrece la compañía Global Project Solution de México ya que entre los diferentes modelos que ofrece cuenta con uno denominado GPSMX DR AT el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, imagen 2.8.

El proceso biológico es efectuado por medio de lodos activados. El lodo activado dentro del bioreactor contiene bacterias aerobias y anaerobias que se alimentan de fuentes de carbón y nutrientes contenidos en el agua residual. La circulación del agua residual a través de este proceso, seguida por una filtración y clarificación en el separador USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) produce un efluente de buena calidad que cumple con las normas (NOM-001 SEMARNAT, NOM-003 SEMARNAT). Los sólidos biológicamente estabilizados se pueden disponer en composta o se pueden usar para el mejoramiento de suelos.



Imagen 2.8. Esquema del diseño de la línea DR AT.
Imagen tomada del portal de la empresa gpsmx.

El flujo de agua residual entra a la planta de tratamiento DR AT, donde cuenta con una canastilla para eliminar sólidos no biodegradables que pudiera traer consigo, por la parte inferior el agua pasa a la sección de desnitrificación, recorriendo las tres secciones en donde se crean condiciones anóxicas para la eliminación del fósforo. Posteriormente pasa a la zona de lodos activados en donde se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica y la nitrificación, mediante el suministro de aire a través de difusores de burbuja fina. El flujo pasa por la parte inferior hacia la sección de filtración/separación, por lo que el agua comienza a ascender a través del lecho de lodos obteniendo un agua clarificada hacia la salida de la planta, imagen 2.9.



Imagen 2.9. Esquema del tren de tratamiento de la línea DR AT.
Imagen tomada del portal de la empresa gpsmx.

El reactor integrado USBF es una modificación del tratamiento de aguas residuales convencional en donde el proceso de sedimentación en una unidad separada se omite y en su lugar se separan los sólidos en suspensión del agua tratada por medio de filtración ascendente a través del manto de lodos.

A continuación, se describen las operaciones unitarias empleadas en el sistema de tratamiento:

1) Pretratamiento, cribado

El cribado es fundamental ya que se emplea para remover los sólidos no biodegradables como son los plásticos, trapos, colillas, semillas entre otros, que deben ser eliminados para que no interfieran en el tratamiento biológico, además de evitar cualquier daño a las tuberías y equipos. El cribado consiste en la instalación de una o más canastillas de polipropileno, colocadas en la entrada de las aguas residuales. El sistema de limpieza de estos filtros iniciales se realiza de forma manual elevándola mediante un malacate a través de los rieles. Los sólidos removidos serán dispuestos de acuerdo a su tipo.

2) Ingreso del agua servida a la zona anóxica, desnitrificación

Este paso tiene por objeto remover nutrientes como el nitrógeno, llevando a cabo la desnitrificación, es decir que en ausencia de oxígeno los nitratos son reducidos por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular. El proceso anóxico permite obtener una mayor calidad de tratamiento, particularmente en las aguas grises mediante agitación a través de burbujeo grueso, el agua se mantiene en constante movimiento, para evitar que se estanque y se produzcan malos olores.

3) Zona aerobia (lodos activados)

En esta sección los microorganismos aerobios en suspensión llevan a cabo la degradación de la materia orgánica en presencia de oxígeno disuelto el cual se inyecta mediante un soplador de aire a través de difusores productores de burbujas finas.

4) Separador USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration)

La separación del agua tratada del lodo activado se hace mediante la tecnología USBF la cual se basa en un separador en forma de cono en el cual el agua entra por la parte inferior y, a medida que ésta sube, disminuye la velocidad ascendente ocasionando que los lodos o flóculos se vuelvan estacionarios y, por lo tanto, formen un medio de filtrado del tipo lecho de lodos. El sistema funciona a altas concentraciones de lodos, por lo general de 4,000a 6,000 mg/l, de tal forma que si la edad del lodo es mayor se tiene una mayor eficiencia biológica.

5) Tanque de retención de lodos. Manejo de lodos.

Contar con un sistema de tratamiento USBF y lodos activados modalidad aireación extendida tiene la ventaja adicional de que los lodos producidos están casi totalmente digeridos por lo que la generación de éstos es menor que un proceso convencional. Mediante una bomba sumergible, controlada de forma manual o semiautomática, el lodo en exceso se bombea al tanque aireado de retención de lodos (digestor de lodos). El tanque se encuentra aireado para evitar que se produzcan malos olores, reducir el volumen y llevar el proceso hasta la fase endógena, de esta forma los lodos producidos se obtienen de acuerdo a las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Al detenerse la aireación se permite la sedimentación y el agua sobrenadante se envía de regreso al proceso biológico. Así se incrementa una concentración de los sólidos al 4%, lo que permite el bombeo y su colecta por medio de un servicio con camión tipo vactor.

6) Tratamiento terciario

El tren de tratamiento terciario implica un sistema filtración de malla y desinfección. El agua cae por gravedad al tanque de traspaso a través de una canastilla que removerá sólidos suspendidos pasando por un dosificador con pastillas de clorantes a base de hipoclorito de calcio. Una vez terminado este proceso el agua tratada puede utilizarse para el riego de jardines.

Especificaciones generales.

Las dimensiones y aspectos técnicos de las microplantas se resumen en la siguiente imagen:

Planta GPSMX DR	AT06	AT08	AT10	AT12	AT15	AT20	AT30	AT40	AT50
CAPACIDAD PERSONAS	1-4	5-6	7-9	10-11	12-14	15-20	21-30	31-40	41-55
CAPACIDAD FLUJO (M3/DIA)	0.5	0.8	1.2	1.4	1.8	2.7	3.8	5.3	7.5
DIAMETRO (MTS)	1.40	1.40	1.75	1.75	2.05	2.05	2.30	2.85	2.95
ALTURA (MTS)	1.80	2.20	2.00	2.20	2.20	2.70	3.00	2.70	3.00
ALT. ENTRADA (MTS)	1.30	1.70	1.50	1.70	1.70	2.20	2.50	2.20	2.80
ALT. SALIDA (MTS)	1.15	1.50	1.25	1.50	1.50	2.00	2.30	2.00	2.60

Imagen 2.10. Especificaciones técnicas de la línea DR AT. En el caso del proyecto motivo del presente documento se considera la AT15.

Imagen tomada del portal de la empresa gpsmx.

a) Lodos activados para el arranque

Para el arranque de la planta de tratamiento se requiere adicionar “lodos activados” de otra planta ya estabilizada, ya que esto disminuye el tiempo de estabilización. Estos lodos se adicionan por única vez al inicio, si se siguen correctamente las instrucciones de operación y mantenimiento no es necesario volver a agregar. Como alternativa el arranque se realiza por medio de una mezcla de bacteria liofilizada y un activador bacteriano.

b) Hipoclorito de calcio

Se requiere la adición de pastillas de hipoclorito de calcio al 65% de concentración, la cantidad a dosificar se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$Dosis\ de\ cloro = \frac{Q\ (litros/día)\ x\ Cl}{Concentración}$$

c) Calidad del efluente.

El fabricante indica que el sistema de tratamiento de aguas residuales cumple con las especificaciones indicadas, en particular con las establecidas en la NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, se detalla a continuación:

Tabla II.7. Límites máximos permisibles conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Parámetro	Unidad	Valor
DBO ₅	mg/l	20
SST	mg/l	20
Grasas y aceites	mg/l	15
Coliformes fecales	NMP/100 ml	240
Huevos de helminto	Huevos/l	<1

5. **Residuos Sólidos Urbanos (RSU).** – en cuanto a la colecta y disposición final de los RSU, el proyecto contará con un programa de separación de residuos sólidos para después ser dispuestos en el servicio municipalizado de colecta; se realizará el reciclado y composteo para el caso de los residuos orgánicos. En el lugar del proyecto se contará con un contenedor con tapa para evitar la proliferación de fauna nociva y de malos olores. Se realizará el reciclado por medio de separación de materia orgánica (desechos de frutas y verduras) e inorgánica (plástico, papel, cartón y vidrio).

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El área total que ocupará el proyecto denominado: Construcción y Operación de Vivienda Unifamiliar en el Lote 001-17 es de 399.82 m² distribuidos en un solo nivel y constituido por los siguientes elementos: 1 cocina, área de servicio, sala-comedor, vestíbulo, circulaciones internas, 4 recamaras, 4 baños completos y 1 alberca tal y como se describió en la Tabla II.1. La altura máxima que tendrá el proyecto es de 7.86 metros. En el **Anexo 6** se adjuntan los planos del proyecto y en las imágenes 2.11 y 2.12 se esquematiza el proyecto en el plano de conjunto y altura respectivamente.

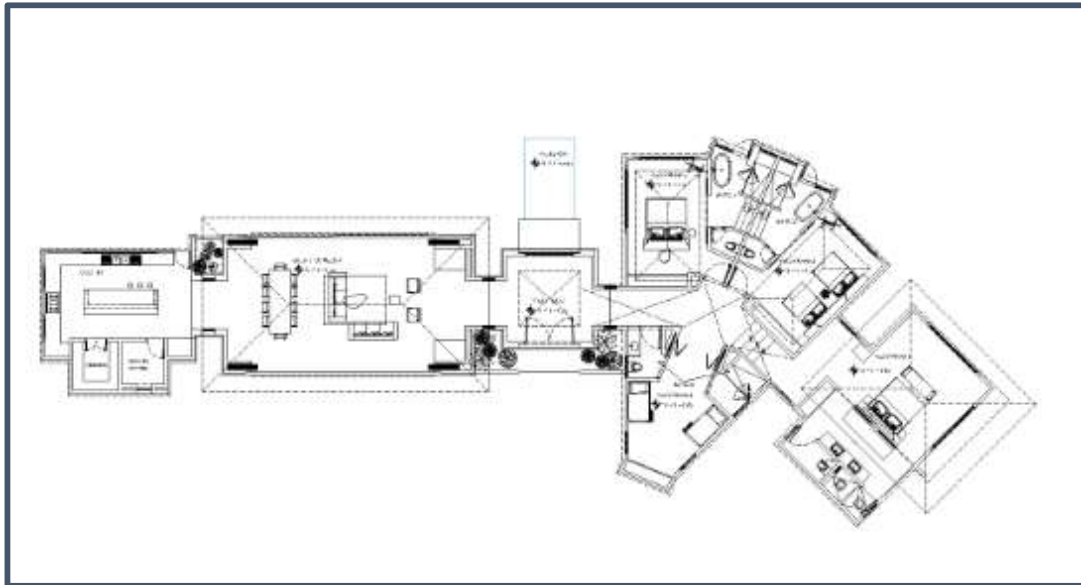


Imagen 2.11. Plano de conjunto del proyecto.



Imagen 2.12. Fachada frontal con la altura máxima que tendrá la vivienda.

II.2.1. Programa de trabajo.

Dada la naturaleza del proyecto, el tiempo que se pretende para la Etapa de Preparación y Etapa de Construcción es de dos años; el tiempo que se pretende para la Etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto es indefinido, aunque para efectos del presente documento se establece en 100 años periodo que podrá prolongarse en función de las condiciones económicas del promovente, así como también al cumplimiento de la normativa ambiental aplicable vigente.

La calendarización de las actividades del proyecto se presenta en el siguiente Diagrama de Gantt.

Tabla II.8. Calendario de actividades para el desarrollo del proyecto.

Etapa: Preparación del sitio														
Actividad	Año 1/meses						Año 2/meses						Años	
	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12	3	100
Delimitación topográfica	X													
Rescate de flora	X	X												
Rescate de fauna	X	X	X											
Desmonte	X	X	X											
Camino de acceso			X											
Colocación de baños portátiles			X											
Colocación de bodega			X											
Retiro de residuos sólidos			X	X										

Etapa: Construcción														
Actividad	Año 1/meses						Año 2/meses						Años	
	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12	3	100
Construcción de la vivienda				X	X	X	X	X	X					
Dotación de servicios									X	X				
Retiro de residuos sólidos				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Etapa: Operación y mantenimiento														
Actividad	Año 1/meses						Año 2/meses						Años	
	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12	3	100
Mantenimiento preventivo											X	X	X	X
Retiro de residuos sólidos											X	X	X	X

Etapa: Abandono del sitio														

Actividad	Año 1/meses						Año 2/meses						años	
	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12	3	100
Abandono del proyecto (sólo en caso de que llegue a darse)														X

II.2.2 Preparación del sitio.

Esta etapa contempla la integración y presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad Regional, así como la espera del tiempo de respuesta por parte de la Autoridad Federal. Se pretende realizar la delimitación física del área del proyecto, además de la implementación de programas de rescate y reubicación de flora y fauna en el caso de que estas interfieran con el desarrollo del proyecto. A manera de preparar el terreno se tiene contemplado la limpieza del área con el deshierbe y movimiento de tierras necesario para la cimentación de los pilotes que soportaran la infraestructura. Cabe señalar que esta última actividad referida se realizará de forma manual para no causar mayor afectación al componente suelo.

Trazo y nivelación: Este procedimiento comprende una serie de medidas efectuadas en campo utilizando instrumentos de medición y equipo para georreferenciar, como la estación total para topografía. El levantamiento topográfico se sujetará a las normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para levantamientos geodésicos. El método a aplicar para esta actividad consiste en “Topografía plana”, ya que esta se utiliza para abarcar superficies reducidas y se realizan despreciando la curvatura de la tierra.

Con el desarrollo del presente proyecto no se rellenarán cuerpos de agua o zonas inundables. No se realizarán actividades de dragado y no se realizarán actividades de ingeniería o construcción que causen desviación de cauces de cuerpos de agua.

Marcado y rescate flora. En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementa una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementa la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados son transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de alguna de las áreas de conservación del proyecto, sin que implique el desmonte de tal superficie.

Rescate de fauna. Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna recorre las áreas de desmonte, con la finalidad de rescatar animales de baja movilidad y de trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación. Previo

a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto.

Desmante y limpieza del terreno. Una vez que ha sido efectuado el rescate de flora y fauna, se realizan las actividades de desmante y limpieza del predio. La tierra vegetal y los restos vegetales serán triturados mecánicamente y dispuestos temporalmente en algún área prevista para la construcción. Esto con el fin de ser utilizados posteriormente para la creación de áreas ajardinadas.

Excavación, relleno y nivelación. Después de realizada la limpieza del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimitará físicamente los diferentes frentes de trabajo y se realizarán las actividades de excavación, relleno y nivelación necesarias para dar soporte al proyecto.

II.2.3 Etapa de construcción.

El proyecto trabajará con una metodología en la que se adaptarán las medidas de precaución necesarias para prevenir accidentes en función de la naturaleza y condiciones del terreno. Para esta fase se tomarán en cuenta los resultados que se obtengan del estudio de mecánica de suelos con el fin de garantizar la durabilidad de la infraestructura civil.

Para la etapa de construcción se instalará un toldo comercial para el uso de los trabajadores estableciéndose áreas para el acopio de materiales y residuos. Se hará una delimitación física de las áreas de acopio temporal del escombros producido durante la construcción con el fin de mantener el orden y limpieza y evitar afectaciones en las inmediaciones al sitio del proyecto. Los escombros serán retirados del área y dispuestos en sitios autorizados para tal fin.

El sistema de construcción general de las obras es a base de pisos y techos de vigueta y bovedilla, apoyados sobre muros cargadores, que transmiten sus cargas verticales hacia las trabes asentadas sobre la estructura de cimentación cuya vida útil se estima en más de 60 años. Para ello se dispondrá del uso de una revoladora de 1 m³ de capacidad para minimizar cualquier afectación al suelo al momento de preparar el concreto armado.

La obra civil comprende operaciones de levantamiento de la construcción con una altura máxima de 7.86 m. sobre el nivel del suelo; estas actividades se realizarán procurando no afectar el entorno natural. El uso de energías alternativas y materiales amigables con el ambiente, hacen que este proyecto se pueda considerar de bajo impacto ambiental.

Los materiales necesarios para realizar la construcción serán llevados al área del proyecto conforme sean necesarios para minimizar el desperdicio. Para los acabados se utilizará madera de la región la cual será obtenida en establecimientos legalmente constituidos y con los permisos adecuados para su transportación.

Estructura: la estructura es de carácter mixto integrando elementos estructurales de concreto en su gran mayoría. La cimentación es heterogénea, está resuelta a base de zapatas aisladas y mampostería de piedra. La superestructura consiste en muros de block de concreto vibro comprimido de diferentes espesores, castillos y columnas de diferentes dimensiones. El entrepiso y cubierta son a base de vigueta y bovedilla.

Muros: en general los acabados en muros en interior y exterior es en aplanado fino y acabado con pasta tipo chukum, con un tratamiento especial en zonas húmedas y exteriores, el cual es lijado, sellado con suttofondo 100, 3x1 y sellador impermeabilizante. En piscina es acabado fino con sellador e impermeabilizante tipo mate.

Pisos: en general son pisos de concreto con cemento pulido blanco, en exteriores, zonas húmedas y piscina es en acabado cemento pulido blanco, terminado final con sellador impermeabilizante transparente mate.

Cancelería: Ventanas de aluminio anodizado, según colores a escoger, con cristal duovent para aislar ruidos; puertas y closet de madera de la región.

Iluminación: lámparas tipo led de 3 watts en todo el edificio departamental.

Instalación eléctrica: Para la etapa de construcción de la obra se dispondrá de una planta portátil de generación de energía, la cual funcionará a base de combustible Diésel; esta planta se colocará dentro del toldo provisional instalado para el desarrollo de la obra. El suministro de energía eléctrica durante la etapa de operación será proporcionado por el sistema híbrido fotovoltaico-eólico. Adicionalmente, se contará con una planta de gasolina de 3,500 Watts como sistema de emergencia.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento.

La etapa de operación y mantenimiento del proyecto considera la operación de la vivienda unifamiliar y las actividades asociadas a la limpieza y mantenimiento preventivo o correctivo.

Las actividades que se realizarán en la etapa de operación corresponde a la ocupación de la vivienda por los dueños, así como también las distintas actividades que conlleve la limpieza de la casa, alberca y de las áreas comunes del proyecto lo cual representa la generación mayormente de residuos sólidos urbanos (RSU).

En las actividades de mantenimiento se realizará de manera preventiva la revisión periódica de las instalaciones eléctricas e hidráulicas, además se aplicará barniz a las instalaciones de madera que así lo requieran. Así como el mantenimiento preventivo de las instalaciones del sistema de tratamiento de las aguas residuales.

A continuación, se resumen las actividades a realizar durante la etapa de operación con la frecuencia planeada:

Tabla II.9. Frecuencia de las actividades a realizar durante la etapa de operación y mantenimiento

Actividad	Frecuencia
Limpieza de la casa	Diaria
Revisión y mantenimiento de extintores y equipo de emergencia contra incendios	Mensual
Mantenimiento a tanque bioenzimático	Anual
Manejo integral de los residuos sólidos urbanos	Anual

II.2.5. Descripción de las obras asociadas al proyecto.

El proyecto requiere del desarrollo de obras relativas a la instalación del sistema híbrido de energía, de captación de agua potable, la telefonía, internet y televisión serán del tipo satelital y serán contratados a su debido tiempo y en función de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental del presente proyecto.

II.2.6. Etapa de abandono del sitio.

Por las características del proyecto, su vida útil se estima indefinida, por lo que no se considera la etapa de abandono del sitio; sin embargo, para efectos del presente estudio se considera un promedio de vida útil de 100 años, periodo que podrá prolongarse en función de las condiciones económicas del promovente, así como también al cumplimiento de la normativa ambiental aplicable vigente. En caso de ser necesario implementar la etapa de abandono del sitio, se realizarán las acciones que la autoridad competente determine.

II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

La generación de residuos existirá en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto se detalla a continuación:

Etapa de preparación:

Los residuos generados durante esta etapa del proyecto serán residuos de manejo especial (RME) y residuos sólidos urbanos (RSU). Los RME serán producto del material geológico de las excavaciones y los residuos vegetales producto del deshierbe y limpieza del predio. Por otro lado, se generarán RSU por los trabajadores siendo los más comunes los envases de vidrio, envolturas de productos alimenticios y latas de aluminio. No se considera la generación de

Residuos Peligrosos (RP) por no considerar el uso de maquinaria en esta etapa del proyecto. Los RSU serán acoplados de manera temporal en un contenedor con capacidad de 200 litros el cual será dispuesto con el rótulo de residuos inorgánicos y ubicados dentro del área de trabajo. Posteriormente, los residuos serán dispuestos para que el servicio de recolección municipal, disponga de ellos en el sitio autorizado para tal fin. En virtud de que los trabajos en esta etapa serán de manera esporádica en el interior del predio, no se considera la generación de aguas residuales.

Etapa de construcción:

En esta etapa se generarán residuos de manejo especial entre los que destacan los residuos pétreos resultantes de las actividades derivadas de la propia construcción de las bases de cimentación, edificación, además de madera de las cimbras empleadas en el proceso constructivo, restos de concreto, varillas de acero corrugado y alambre recocido. Todos estos residuos serán confinados de manera temporal con delimitaciones físicas y separados entre sí. En este sentido todo RME resultante de esta etapa del proyecto será enviado a sitios de disposición final autorizados.

Para esta etapa se requerirá del apoyo de una planta de emergencia que proporcione la energía necesaria y requerida en el proceso constructivo. Con el fin de minimizar cualquier contaminación y prever situaciones de emergencia, el operador de la planta de emergencia, así como el encargado del suministro de combustible tendrán la obligación de presentar bitácoras de uso y mantenimiento. En caso de generarse residuos peligrosos (RP) estos serán confinados de manera temporal en un contenedor de 200 litros de color amarillo con tapa y con el rótulo de "Residuos Peligrosos". Cabe señalar que la recolección de este tipo de residuos será hecha por empresas autorizadas para tal fin con la intención de contar con el manifiesto de recolección y disposición final.

Dado que la permanencia de los trabajadores en el sitio del proyecto será constante, será necesario rentar un baño portátil a través de una empresa autorizada para el manejo y disposición final de los residuos sanitarios generados en esta etapa del proyecto.

Etapa de operación:

Durante la etapa de operación del proyecto se generarán mayoritariamente RSU, principalmente los generados por la elaboración y consumo de alimentos por parte de los habitantes de la casa. Se generarán residuos como cascara de frutas, verduras, cascara de huevo, así como restos vegetales derivados de las actividades de mantenimiento de las áreas verdes.

Se generarán aguas residuales, grises y jabonosas provenientes de la operación de la casa. No se prevé la generación de residuos peligrosos, toda vez que el proyecto, por su naturaleza no advierte la generación de este tipo de residuos.

II.2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

No se requiere generar una infraestructura para el manejo y disposición de los residuos en las diferentes etapas del proyecto; sin embargo, es importante mencionar que los residuos que se generen solamente se depositarán en contenedores de 200 litros y serán colocados al alcance de los trabajadores y usuarios para finalmente entregarlos a empresas autorizadas para el transporte y disposición final.

CAPÍTULO III.- VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO CON LA REGULARIZACIÓN DEL USO DEL SUELO.

El presente proyecto se vincula a una tendencia de construcciones que buscan una integración al paisaje natural con el uso preferido de materiales locales y algunos de origen natural, así como en cuanto a las dimensiones de las obras apegadas a los lineamientos vigentes en materia.

En este capítulo se establece la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican al proyecto por su localización y, específicamente para aquellos relacionados con la construcción y operación del proyecto.

El presente capítulo fundamenta el desarrollo del proyecto con base a los diferentes instrumentos normativos en materia ambiental que aplican para la zona y para el proyecto como son: Planes y Programas, Leyes y Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas y demás ordenamientos jurídicos vinculantes al proyecto.

III.1 PROGRAMAS.

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)

El POEMyRGMMyMC 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 POEMyRGMMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan en 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 POEMyRGMMyMC 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.

Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO).

El ASO, figura 3.1 está integrada por dos componentes, conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

- Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que, de acuerdo a su ubicación, establece este Programa. En términos del Artículo 20 BIS 6 de la LGEEPA, la SEMARNAT tiene la atribución de formular y expedir, en coordinación con las Dependencias competentes, el componente marino de este Ordenamiento Ecológico.

- El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales. En términos del Artículo 20 BIS 2 de la LGEEPA, en esta área, los Gobiernos de los Estados, en los términos de las leyes locales aplicables, tienen la atribución de formular y expedir los programas de ordenamiento ecológico regional, que abarcaron la totalidad o una parte del territorio de una entidad federativa. Dado que se trata de una región ecológica ubicada en el territorio de dos o más entidades federativas, y que incluye ANPs de competencia federal, el Gobierno Federal y los Gobiernos de los Estados, en el ámbito de sus competencias, formularon conjuntamente el componente Regional de este Ordenamiento Ecológico. En conjunto, toda el ASO tienen una extensión de 995,486.2 km², correspondientes a 168,462.4 km² del componente Regional y 827,023.8 km² del componente Marino.



Imagen 3.1. Área sujeta a ordenamiento territorial.

Imagen tomada y procesada del POEMyRGMyc.

Con base al Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico, se identifica que el sitio del proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA): **147**, Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

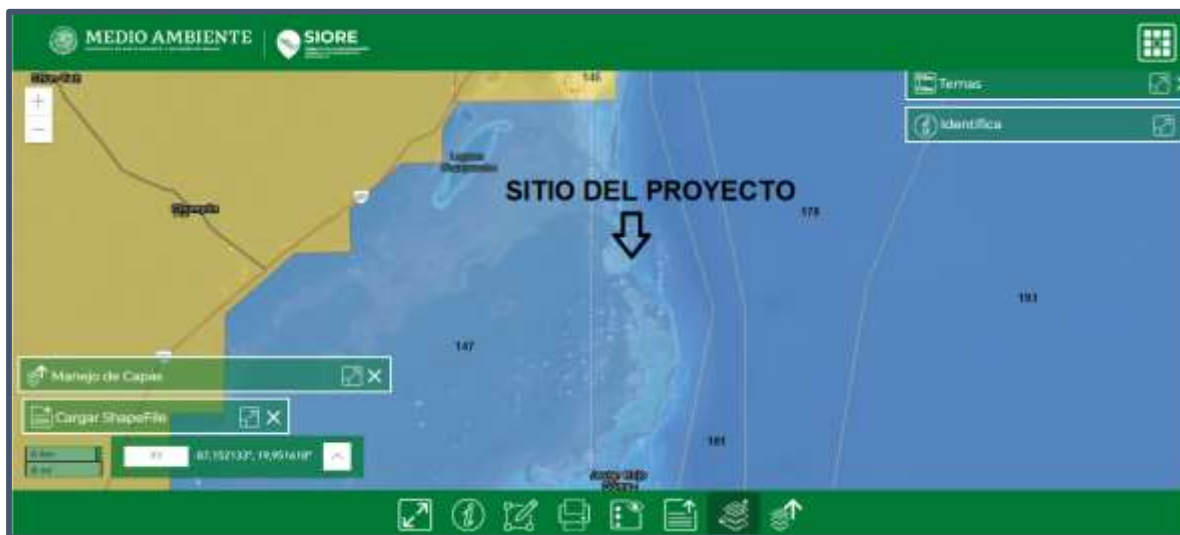


Imagen 3.2. UGA 147 Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Imagen tomada y procesada del SIORE.

Visto lo anterior, se presenta un análisis del Proyecto con respecto a las acciones que resultan aplicables a la UGA 147, se detalla a continuación:

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	<p>Mapa</p>
Nombre:	Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	345 Habitantes	
Superficie:	525,072.084 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

Imagen 3.3. Unidad de Gestión Ambiental 147
 Imagen tomada y procesada del POEMyRGMMyMC.

A esta UGA le aplican las Acciones Generales descritas en el Anexo 4; se detalla a continuación:

Anexo 4: Tabla de 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: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT (CONAGUA), los Estados y Municipios; al respecto, es preciso señalar que el proyecto contempla operar con equipos ahorradores de agua como son los inodoros ecológicos, grifos y regaderas que cuenten con tecnología que garantice el consumo mínimo del agua.

G002: Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT (CONAGUA), SAGARPA y los Estados; la promotora del proyecto está dispuesta a seguir las medidas que imponga la autoridad con relación a la presente acción.

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT (CONAGUA), SAGARPA, SEDESOL y los Estados; cabe señalar que el proyecto no contempla la creación de UMA's; sin embargo, se consideran medidas de mitigación en las cuales se prevé apoyar las acciones encaminadas a la conservación y preservación de la fauna en caso de acercarse al sitio del proyecto así como la que ronde por las zonas adyacentes. Se considerarán los señalamientos propuestos por la CONANP sobre la preservación y conservación de especies con estatus de protección que pudiesen encontrarse en la zona. Así mismo, se promoverá a través de la instalación de carteles acciones pertinentes sobre el cuidado de la fauna endémica.

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT (CONAGUA), SAGARPA, SEMAR y los estados; el proyecto llevará a cabo las medidas de mitigación pertinentes para realizar la preservación y conservación de la vegetación con estatus de protección que se encuentre en las zonas adyacentes al sitio del proyecto.

G005: Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA; el proyecto acatará las medidas que imponga la autoridad con relación a la presente acción.

G006: Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA; el proyecto contempla la generación de pocos gases considerados de efecto invernadero, los más comunes serán el CO₂ y el CH₄, los cuales provienen de la descomposición de la materia orgánica y de las actividades realizadas en la cocina para lo cual se contempla la utilización de una campana de extracción.

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA; el proyecto contempla la conservación y preservación de la vegetación existente en la zona adyacente y en el perímetro del sitio del proyecto, con esta acción se contribuye en minimizar los efectos causados por los Gases de Efecto Invernadero.

G008: El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que el principal responsable de llevar a cabo esta acción es la SEMARNAT; el proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados.

G009: Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SCT, SEDESOL, Estados y Municipios; el proyecto no contempla la construcción de infraestructura de comunicaciones terrestres.

G010: Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SAGARPA, SEDESOL, SEMARNAT, Estados y Municipios; cabe señalar que en el sitio del proyecto no se encuentra en zonas agropecuarias.

G011: Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, SECTUR, Estados y Municipios; el proyecto contempla la implementación de un sistema para el tratamiento de las aguas residuales de origen sanitario con tecnología (USBF) con lo que se contribuye en la disminución de las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por actividades humanas.

G012: Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SAGARPA, SEDESOL, SEMARNAT, Estados y Municipios; el proyecto no contempla la construcción y operación de parques industriales.

G013: Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SAGARPA, SEMARNAT, Estados y Municipios; el proyecto no contempla la implementación de especies invasoras.

G014: Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; el sitio del proyecto no se encuentra cerca de márgenes de ríos. Sin embargo, la promotora está dispuesta a participar en acciones de restauración y reforestación de la zona o donde la autoridad disponga con la finalidad de compensar el impacto generado por el presente proyecto.

G015: Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, Estados y Municipios; el sitio del proyecto no se ubica en zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.

G016: Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; cabe señalar que, aunque la presente acción no es aplicable directamente al proyecto, la promotora está dispuesta a participar en acciones de restauración y reforestación de la zona o donde la autoridad disponga, con la finalidad de compensar el impacto generado por el presente proyecto.

G017: Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; la presente Acción No es aplicable al proyecto.

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: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; se señala que en el sitio del proyecto no existen cauces naturales.

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, Estados y Municipios; se señala que en la zona no existe Programa de Desarrollo Urbano; sin embargo, se considera la vinculación con el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an para realizar las acciones pertinentes que tienen como objetivo minimizar los impactos ambientales en zonas costeras.

G020: Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; se señala que cerca del sitio del proyecto no existen ríos. Sin embargo, se encuentran cuerpos de agua cercanos por lo que el proyecto contempla la conservación y preservación de la vegetación existente en la zona adyacente y en el perímetro del sitio del proyecto.

G021: Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; se señala que la presente acción No es aplicable al proyecto.

G022: Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA y Estados; se señala que la presente acción No es aplicable al proyecto.

G023: Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y municipios; se señala que, dentro de las medidas de mitigación propuestas en el presente documento, se contempla la prevención de fauna nociva con el control y gestión de los residuos.

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; cabe señalar que, aunque la presente acción no es directamente aplicable al proyecto, la promovente está dispuesta a participar en las acciones que la autoridad disponga para tal fin.

G025: Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales para las actividades productivas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios; el proyecto respetará las especies nativas existentes en la zona adyacente y en el perímetro del sitio del proyecto.

G026: Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, Estados y Municipios; el proyecto promueve una conectividad con la naturaleza existente sin causar impactos significativos a los factores presentes en el sitio referido y zonas aledañas.

G027: Promover el uso de combustibles de no origen fósil.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable directamente al proyecto.

G028: Promover el uso de energías renovables.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; el proyecto contempla la instalación de un sistema híbrido de energía renovables para la obtención de energía eléctrica.

G029: Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; el proyecto plantea utilizar lámparas tipo led las cuales son de bajo consumo energético.

G030: Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; el proyecto contempla la utilización de equipos de aire acondicionado tipo inverter así como también lámparas tipo led.

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: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; se señala que la presente acción no es aplicable directamente al proyecto.

G032: Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G033: Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G034: Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL, SECTUR, SENER, CFE, Estados y Municipios; el proyecto contempla el uso y la implementación de tecnologías ahorradoras de energía, así mismo, el diseño arquitectónico está basado en función de las condiciones climáticas y ambientales que imperan en la región.

G035: Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL, SENER, CFE, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuye a la presente acción con el uso de tecnologías en pro del cuidado y conservación del ambiente.

G036: Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SENER, CFE, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.

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: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y SAGARPA; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G038: Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y SAGARPA; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G039: Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G040: Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

***Vinculación:** de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y los Estados; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

G041: Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.

***Vinculación:** de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y los Estados; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

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 Acuicultura Sustentable.

***Vinculación:** de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNA y SAGARPA; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

G044: Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.

***Vinculación:** de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SAGARPA, INAPESCA y SE; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

G045: Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.

***Vinculación:** de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SCT, SEDESOL, Estados y Municipios; la presente acción no es directamente aplicable al proyecto.*

G046: Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SCT, SEDESOL, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G047: Impulsar la diversificación de actividades productivas.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL SE, SECTUR, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G048 Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado; con base a los diferentes requerimientos municipales para el desarrollo del presente proyecto, a la par de la presentación de este estudio se gestiona la licencia de protección civil municipal.

G049: Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado; la presente acción no es directamente aplicable al proyecto.

G050: Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL, Municipios y Estado; la presente acción no es aplicable al proyecto; sin embargo, se señala que el diseño arquitectónico del proyecto motivo del presente documento se basa tomando en cuenta las condiciones climáticas y ambientales de la región.

G051: Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, Estados y

Municipio; el proyecto contempla llevar a cabo las acciones correspondientes para el manejo y disposición de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial mediante la implementación de contenedores con tapa debidamente rotulados y a través del establecimiento o firma de contrato con la empresa autorizada para el traslado y disposición final.

G052: Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).

Vinculación: *de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SSA y Municipio; la presente acción no es directamente aplicable al proyecto.*

G053: Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.

Vinculación: *de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y Municipios; el proyecto contempla la instalación de un sistema de tratamiento que cumple con la NOM-001-SEMARNAT-1996 para el tratamiento de las aguas provenientes de los servicios sanitarios.*

G054: Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.

Vinculación: *de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, Estados y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

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: *de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, Estados y Municipios; el sitio del proyecto como tal posee vegetación forestal, por lo cual a la par del presente estudio se tramitará el cambio de uso de suelo.*

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: *de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEDESOL y Municipios; la presente acción no es aplicable al proyecto.*

G057: Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SSA y los Estados; la presente acción no es aplicable al proyecto.

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 a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y los Estados; se señala que en caso de que el proyecto genere residuos peligrosos, se implementarán las acciones pertinentes con el fin de no contravenir lo estipulado en la legislación vigente en materia.

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: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados y Municipios; el proyecto se vinculó con la legislación correspondiente al encontrarse en un Área Natural Protegida competencia de la Federación como lo es la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. En este caso se vinculó con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Programa de Manejo del ANP y sitios de prioridad ecológica.

G060: Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT y SCT; se señala que el presente proyecto no contempla la construcción de infraestructura costera.

G061: La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT, SCT, Estados y Municipios; el proyecto no pretende desarrollar infraestructura costera.

G062: Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que el principal responsable de llevar a cabo esta acción es la SAGARPA; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G063: Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SAGARPA e INAPESCA; la presente acción no es aplicable al proyecto.

G064: La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.

Vinculación: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SCT, SEMARNAT y los Estados; la presente acción no es aplicable al proyecto.

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: de acuerdo a lo establecido en el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, que señala que los principales responsables de llevar a cabo esta acción son la SEMARNAT-CONANP; con la presentación de este documento para su evaluación y dictaminación conducente, se da atención a la presente acción.

Además de las acciones descritas anteriormente, le aplican las siguientes Acciones Específicas, se detalla a continuación:

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

NA = NO APLICA

Imagen 3.4. Acciones específicas de la UGA 147
 Imagen tomada y procesada del POEMyRGMMyMC.

Clave	Acciones específicas	Vinculación
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto.</i>
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto.</i>
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto.</i>
A005	Evitar las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	<i>Durante la etapa de operación del proyecto de ser el caso, se ejecutarán medidas preventivas y correctivas sobre las instalaciones hidráulicas con el fin de minimizar la pérdida de agua</i>

		<i>durante su distribución hacia las diferentes instalaciones.</i>
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	<i>Se desarrollará un plan para la captación de agua de lluvia para ser usada en el riego de áreas verdes. En el caso de las aguas grises, se implementará un sistema de tratamiento que dé cumplimiento a la normativa aplicable; la disposición de las aguas tratadas serán destinadas para el riego de áreas verdes.</i>
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	<i>El proyecto contempla solo la superficie de desplante (399.82 m²) para cambio de uso de suelo, la superficie restante será destinada para la conservación.</i>
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	<i>En el sitio del proyecto no existen zonas de anidación de tortugas; sin embargo, en caso de que un individuo decida anidar cerca del área del proyecto se contemplará la aplicación de las medidas necesarias para la conservación y protección de las especies.</i>
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	<i>En el sitio del proyecto no existen zonas de anidación de tortugas; sin embargo, en caso de que un individuo decida anidar cerca del área del proyecto se contemplará la aplicación de las medidas necesarias para la conservación y protección de las especies.</i>
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	<i>La Promovente está dispuesta a participar en los programas de conservación que la autoridad indique.</i>
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	<i>Cerca del sitio no existe frontera agrícola y/o agropecuaria que pueda desplazar a la vegetación original en el sitio del proyecto.</i>
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a	<i>El proyecto de vivienda unifamiliar no afectará los cordones de duna</i>

	través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	<i>frontales, al contrario, se busca conservar estos paisajes naturales.</i>
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	<i>El proyecto no contempla la introducción de especies de ningún tipo, ni la ejecución de actividades marítimas.</i>
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	<i>La Promovente está dispuesta a participar en los programas de restauración, reforestación y recuperación de manglares que la autoridad indique.</i>
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	<i>La Promovente está dispuesta a participar en los programas de restauración, reforestación y recuperación de manglares que la autoridad indique.</i>
A018	Promover acciones de apoyo a la protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando 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), así como las competencias del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y	<i>La Promovente está dispuesta a participar en los programas de restauración, reforestación y recuperación de manglares que la autoridad indique.</i>

	Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.	
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	<i>El sitio del proyecto no se ubica dentro de zonas industriales.</i>
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	<i>El sitio del proyecto no se ubica en zonas o aguas afectadas por hidrocarburos.</i>
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	<i>El sitio del proyecto no se ubica en zonas con suelos contaminados. Para las diferentes etapas del proyecto se contempla la aplicación de las medidas preventivas y correctivas pertinentes con el fin de coadyuvar con la presente regla.</i>
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.	<i>El proyecto no es de corte industrial.</i>
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	<i>El proyecto no se relaciona con industrias y no es de corte industrial.</i>
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las	<i>El proyecto no se relaciona con industrias; sin embargo, se prevé la implementación de tecnologías</i>

	industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	<i>amigables con el ambiente para su desarrollo y operación.</i>
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	<i>El sitio del proyecto se encuentra fuera de los límites de la ZOFEMAT.</i>
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	<i>Se tomarán las medidas necesarias para que el desplante del proyecto no ocupe el primer o segundo cordón de dunas, considerando siempre la evaluación de posibles impactos en el capítulo que corresponda.</i>
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	<i>El desarrollo del proyecto no se realizara en la zona de playa, de manera que no se afecta el perfil de la costa, ni los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa.</i>
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	<i>El proyecto no tendrá influencia sobre el perfil costero ni afectará el patrón de circulación de aguas costeras.</i>
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	<i>El proyecto no afectará las características naturales de las playas y dunas costeras.</i>
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	<i>El proyecto contempla implementar un sistema de generación de energía renovable de tipo híbrido (fotovoltaica-eólico). Este sistema será instalado en</i>

		<i>el techo de la vivienda con el fin de no causar mayor afectación a las especies migratorias.</i>
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	<i>No se contempla para el proyecto usar la fuerza del mar como generador de energía eléctrica</i>
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	<i>Se coadyuva con la presente regla ya que el proyecto contempla implementar un sistema de generación de energía renovable de tipo híbrido (fotovoltaica-eólico).</i>
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	<i>Se colocarán carteles en el sitio del proyecto con la leyenda de prohibición para la extracción de especies del medio marino, sean acuáticas o terrestres.</i>
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>

A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A048	Redimensionar, y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>

A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	<i>El sitio del proyecto se ubica en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) establecida en el Programa de Manejo del ANP con el carácter de Reserva de la Biósfera Sian Ka'an donde la actividad que se pretende desarrollar está permitida y por consiguiente no se contrapone a la presente acción.</i>
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	<i>El promovente promueve el desarrollo de un proyecto sustentable, adecuando diferentes tecnologías que reducen y eficientizan el consumo de agua y energía eléctrica entre otros tal y como se ha descrito con anterioridad.</i>
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto; sin embargo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se promoverán empleos para la población lo que contribuirá sin lugar a dudas de manera positiva en la economía de la población.</i>
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	<i>En caso de generarse residuos peligrosos o de manejo especial, se tomarán las acciones pertinentes.</i>
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A064	Completar la conexión de todas las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	<i>El proyecto contempla la instalación de un sistema de tratamiento con tecnología USBF tal y como se describió en el capítulo anterior.</i>

A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	<i>Se tiene contemplado diseñar en el corto plazo un Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos. En caso de generarse residuos peligrosos o de manejo especial, se tomarán las acciones pertinentes.</i>
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.	<i>Se tiene contemplado diseñar en el corto plazo un Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos. En caso de generarse residuos peligrosos o de manejo especial, se tomarán las acciones pertinentes.</i>
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	<i>Existe el compromiso de la promotora del proyecto para coadyuvar en las diferentes acciones que se emprendan para minimizar el impacto al medio ambiente.</i>
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	<i>Se promoverá entre los habitantes de la vivienda de las diferentes acciones encaminadas a la conservación del medio ambiente con el fin de preservar al máximo el entorno.</i>
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	<i>El proyecto no corresponde con un desarrollo turístico, no obstante existe el compromiso del promotor ya que contempla aplicar acciones encaminadas a la sustentabilidad ambiental.</i>

Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas.

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa es un espacio que presenta una intensidad de uso mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento la Zona Costera Inmediata, como: la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina. Esta zona será manejada como un espacio en el cual se deben promover un conjunto extra de acciones que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

Considerando que este espacio de aguas alineadas a la costa reviste particular importancia para el desarrollo de distintas actividades productivas en el ASO se establecen cinco zonas con base en sus características generales y posibilidades de uso, para las cuales, además de las acciones ya referidas por UGA en los apartados anteriores se deberán aplicar respectivamente conjuntos de acciones particulares para cada región.

La delimitación de las zonas costeras inmediatas se asocia las UGA regionales y las unidades marinas definidas por las corrientes alineadas a la costa en cada caso, siendo sus límites los siguientes:

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe: Inicia en el límite internacional México-Belice y termina en el norte sobre el extremo occidente de la Isla de Holbox.

Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo: Frente del Municipio de Solidaridad.

Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán: Inicia en el límite occidente de la Zona Sujeta a Conservación de Flora y Fauna Yum Balam y se extiende hasta el límite norte del ANP Los Petenes en Campeche.

Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche: Se inicia en el límite norte del ANP Los Petenes y se extiende hasta la desembocadura oriente de Laguna de Términos.

Zona Costera Inmediata del Sur del Golfo de México: Se extiende desde la desembocadura oriente de Laguna de Términos hasta el límite norte del municipio de Ursulo Galván en Veracruz.

Zona Costera Inmediata del Occidente del Golfo de México: Tiene su límite sur en el municipio de Ursulo Galván y su extremo norte en el límite internacional México- Estados Unidos de Norteamérica.

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe: Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la zona del Mar Caribe es un espacio que presenta una intensidad de uso turístico mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por

definir para fines del presente ordenamiento un conjunto extra de criterios que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

Estos criterios responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones arrecifales y al intenso uso turístico de que son objeto esas aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del estado de Quintana Roo.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.

Vinculación: el proyecto no contempla realizar construcciones en las áreas de arrecifes.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-02	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. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Vinculación: el proyecto no realizará acciones que afecten los pastos marinos. No contempla dragado o remoción de pastos.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-03	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 demás disposiciones jurídicas aplicables.

Vinculación: el proyecto no realizará captura de fauna de ningún tipo.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.

Vinculación: el presente criterio no aplica al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.

Vinculación: el presente criterio no aplica a los fines del proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.

Vinculación: el presente criterio no aplica a los fines del proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.

Vinculación: durante el desarrollo del proyecto se vigilará que no se lleve a cabo el vertimiento de hidrocarburos ni cualquier químico a cuerpos de agua o al mar.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-08	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 contempla la realización de actividades recreativas marinas, no obstante, se atenderán las recomendaciones que realice la autoridad en atención a la temporada de anidación de tortugas.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
-------	----------------------------------

ZMC-09	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: el presente criterio no aplica al proyecto, no obstante, la promovente queda sujeta a tramitar los permisos respectivos en caso de tener la intención de realizar actividades en la zona arrecifal.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-10	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: aunque el presente proyecto no contempla la realización de actividades náuticas en la zona, en caso de llevarse a cabo estas actividades se difundirán las normas ambientales correspondientes.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen 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 presente criterio no aplica al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.

Vinculación: el presente criterio no aplica al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
-------	----------------------------------

ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.
--------	--

Vinculación: el presente criterio no aplica al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente 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 en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) 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 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 Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

Vinculación: el presente criterio no aplica al proyecto.

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona denominada Costa de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Por su ubicación, el proyecto es regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la zona denominada Costa de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, publicado en el periódico oficial del gobierno del estado de Quintana Roo, el día 14 de mayo de 2002. El sitio del proyecto y específicamente la zona en la cual se ubica el desplante de la vivienda unifamiliar se encuentran incluidos dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA)-Tu7, por lo cual se realiza la vinculación con los criterios establecidos en la UGA.

Los Usos Predominantes, Compatibles, Condicionados e Incompatibles de la UGA-Tu7 se presentan a continuación:

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN						
CLAVE UGA	POLITICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	CRITERIOS
Tu7	conservación	Turismo de bajo impacto	Flora y fauna	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuario	Industria Centro de población Minería Agricultura	AC 2,3, AG 2,3 Ah 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 C 4,5,6,7,8,9,10,11 EI 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,29,31,33,34,35 ,36,37,38 FI 1,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18 ,19,20,21,22 FO 1,2,3,4,5, I 1,2 MAE 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,24,26 P 1,2,3,4 Tu 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,20,21,22, 23,24,26,27,28,29,30

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
ACUACULTURA		
AC2	Sólo se permiten instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas, estos requerirán la presentación de un estudio de impacto ambiental en modalidad específica.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto.</i>
AC3	La superficie de aguas nacionales utilizada para acuacultura por el promovente, no podrá superar la superficie de su(s) predio(s). En caso que se opte por este uso, los predios no podrán usar servidumbres voluntarias para ejercer densidades de construcción en tanto ocupen la superficie acuática en acuacultura.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto.</i>
AGRICULTURA		
AG2	Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto.</i>
AG3	El uso de fertilizantes y plaguicidas deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas Respectives, además de la autorización de la CONANP. El uso de plaguicidas al interior de las viviendas, deberán de	<i>No habrá uso de fertilizantes y plaguicidas y en su caso sólo se usarían insecticidas orgánicos de baja permanencia en el ambiente.</i>

	ser De baja permanencia en el ambiente.	
ASENTAMIENTOS HUMANOS		
Ah5	En los predios de menos de 50 m de frente al Mar Caribe, aquellos que no tengan frente a este o aquellos con menos de media hectárea, se podrá construir una casa habitación de hasta 75 m ² de superficie construida y un máximo de 1.5 baños.	<i>No Aplica al presente proyecto.</i>
Ah6	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 50 m o mayor, y más de media hectárea sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 100 m ² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.	<i>No Aplica al presente proyecto.</i>
Ah7	Los predios de propiedad privada con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m ² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.	<i>No Aplica al presente proyecto.</i>
Ah8	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con menos de 1 ha podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m ² de superficie construida y un máximo de 3.5 baños y una cocina.	<i>No Aplica al presente proyecto.</i>
Ah9	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y entre 1 a 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m ² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.	<i>No Aplica al presente proyecto.</i>

Ah10	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con más de 2 has. podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m ² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.	<i>En función del presente criterio, el lote 001-17 cuenta con 102.76 metros de frente de playa y con una superficie aproximada de 2.09 Ha; por consiguiente, la construcción y operación de vivienda unifamiliar en el lote 001-17 cumple con el presente criterio al contar con 399.82 m² de superficie de desplante.</i>
Ah11	No se permitirán construcciones adicionales para servicio y resguardo de instalaciones (encargado o velador). En su caso, estas instalaciones deberán estar adosadas a la casa o construcción principal y sumarse en la superficie de construcción autorizada.	<i>Con base al diseño presentado en el Anexo 6, no se realizarán construcciones adicionales que no se encuentren contempladas en la superficie de construcción descrita en el Capítulo II del presente documento.</i>
Ah12	La superficie de los predios libre de construcción, será destinada a la conservación de las condiciones naturales del sitio, para lo cual, previo a la autorización de la SEMARNAT para el desarrollo, el propietario firmará un contrato transaccional notariado en la que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida. O bien podrá establecerse una servidumbre voluntaria en favor de la Reserva que favorezca la obtención de dicho objetivo.	<i>La promotora se da por enterado del contenido del presente criterio y en la espera de contar con la autorización en materia ambiental, atenderá las indicaciones de la autoridad.</i>
Ah13	Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.	<i>No se considera la subdivisión del predio en ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>

Ah14	No se autorizará construcción alguna en lotes subdivididos con fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, que no cuenten con las características arriba establecidas.	<i>No se considera la subdivisión del predio en ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
Ah15	Sólo se permite la subdivisión de lotes menores de 100 metros de frente de playa, cuando la(s) superficie(s) menores de 100 m de frente de playa resultantes de la división, sea con fines de donación al patrimonio de la Reserva.	<i>No se considera la subdivisión del predio en ninguna de las etapas del presente proyecto.</i>
Ah16	Las donaciones de superficies en favor del patrimonio de la Reserva, no afectarán las densidades o derechos de casa habitación, servicios o infraestructura turística otorgados a los predios en sus superficie originales.	<i>Por el momento, la Promovente no considera realizar donaciones de superficies en favor del patrimonio de la Reserva.</i>
Ah17	Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.	<i>La Promovente no considera realizar la fusión de predios.</i>
Ah18	No se permite la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.	<i>El presente proyecto no contempla la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.</i>
CONSTRUCCIÓN		
C4	No se permite la utilización de explosivos	<i>En el desarrollo del presente proyecto no se contempla la utilización de explosivos.</i>
C5	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración de sitio.	<i>La promovente se da por enterado de que al finalizar la obra, la infraestructura temporal asociada al proyecto será retirada y en su debido momento presentará el programa de restauración del sitio.</i>
C6	No se permite la disposición de materiales derivados de obras,	<i>La promovente se da por enterado del presente criterio y vigilará que la disposición de materiales se realice en los sitios</i>

	excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	<i>dispuestos para tal fin y no sobre la vegetación nativa.</i>
C7	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	<i>Con relación al presente criterio se implementarán diferentes acciones con el fin de minimizar cualquier afectación derivada por el vertimiento de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Dichas medidas serán descritas más adelante.</i>
C8	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	<i>Para evitar la dispersión de polvos se colocará una lona para cubrir los materiales pétreos empleados en la construcción y en caso de ser necesario se mantendrá húmeda la superficie para evitar la dispersión de partículas a la atmósfera.</i>
C9	Los permisos de construcción se otorgarán en dos fases. La primera será para las instalaciones dedicadas al manejo sanitario de las aguas servidas y solo una vez supervisado el cumplimiento de la normativa establecida por los criterios específicos se otorgará la autorización para iniciar la edificación de la construcción habitacional o de servicios.	<i>La promovente se da por enterado del presente criterio y acatará las disposiciones que emita la autoridad correspondiente.</i>
C10	Toda obra pública o privada (incluyendo excavación, cimentación, demolición o construcción) en predios que cuenten con vestigios arqueológicos o adyacentes a estos, requieren adicionalmente la autorización del INAH.	<i>Derivado de la inspección física en el sitio del proyecto, se señala que el predio no cuenta con vestigios arqueológicos, denotando que la zona más cercana en la de Muyil ubicada a poco más de 20 kilómetros del sitio del proyecto en dirección noroeste.</i>
C11	En el caso de las estructuras arqueológicas aisladas en predios de propiedad privada, las construcciones u obras autorizadas deberán contemplar una distancia	<i>Derivado de la inspección física en el sitio del proyecto, se señala que el predio no cuenta con estructuras arqueológicas.</i>

	de radio mínima de 10 m con centro alrededor de cada estructura.	
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA		
EI1	La SEMARNAT y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotecnias apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.	<i>La promovente se da por enterado del presente criterio y acatará las disposiciones que emita la autoridad correspondiente. No obstante, el presente proyecto promueve el uso de energías renovables mediante la implementación de un sistema híbrido fotovoltaico – eólico.</i>
EI2	Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad Municipal correspondiente.	<i>La promovente somete a evaluación el presente documento y en su debido tiempo llevará a cabo el trámite para obtener la licencia de construcción correspondiente.</i>
EI4	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	<i>En el Anexo 7, se adjunta el Programa Integral de Manejo de Residuos correspondiente al presente proyecto.</i>
EI5	Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.	<i>En el Anexo 7, se adjunta el Programa Integral de Manejo de Residuos correspondiente al presente proyecto.</i>
EI6	Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje y servicios y los asentamientos humanos y en general cualquier edificación que genere aguas negras y grises, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.	<i>El proyecto pretende instalar el sistema de tratamiento denominado GPSMX DR AT15 el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios</i>

		<p>para el tratamiento de las aguas residuales. El resultado es un reactor biológico con dimensiones reducidas en comparación con otros sistemas de tratamiento convencional.</p>
EI7	<p>Deberá incorporarse el uso de sistemas secos para el manejo y disposición final de excretas, con composteo y reaprovechamiento; o bien sistemas húmedos como los humedales artificiales, que cumplan con remociones mínimas del 90 % tanto de Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO5) como de Sólidos Suspendidos Totales (SST). En el caso de humedales o procesos de biofiltración, deberá contarse con un sistema de impermeabilización a base de geomembranas de manera que se garantice que no habrá percolación hacia el terreno o a los cuerpos de agua naturales aledaños. La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en los criterios Ah.</p>	<p>Con relación a las etapas de preparación del sitio y construcción, la promovente contará con la instalación de baños provisionales en donde la empresa contratada estará a cargo de los desechos que se generen. En lo concerniente a la etapa de operación, la vivienda unifamiliar contará con un sistema de tratamiento con tecnología USBF descrito anteriormente.</p>
EI8	<p>Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.</p>	<p>Con relación a las etapas de preparación del sitio y construcción, la promovente contará con la instalación de baños provisionales en donde la empresa contratada estará a cargo de los desechos que se generen y de su disposición final. En lo concerniente a la etapa de operación, la vivienda unifamiliar contará con un sistema de tratamiento con tecnología USBF, donde el fabricante indica que el sistema de tratamiento de aguas residuales cumple con las especificaciones indicadas en la normativa aplicable. En ese sentido, la promovente se compromete a realizar los análisis de calidad del efluente para</p>

		<i>comprobar la eficacia del sistema de tratamiento.</i>
EI9	Sólo en condiciones extraordinarias por razones de limitaciones de espacio, se permitirá el uso de fosas sépticas y cuando estas sean de tipo mejorado de concreto armado, de tres cámaras, con filtro inverso en la última cámara y pozo sellado hasta el manto salino de cuando menos 20 metros. de profundidad. El agua proveniente de la fosa deberá mezclarse con un volumen de agua salina de mínimo el doble del volumen de agua dulce proveniente de la fosa, con el objeto de disminuir la flotabilidad del agua dulce dentro de la capa de agua salina en donde será descargada. Debido a la inestabilidad del terreno, no se permiten aquellas fosas construidas con tabique o block.	<i>El proyecto pretende instalar el sistema de tratamiento denominado GPSMX DR AT15 el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales. El resultado es un reactor biológico con dimensiones reducidas en comparación con otros sistemas de tratamiento convencional y el efluente cumple con las especificaciones indicadas en la normativa aplicable.</i>
EI10	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen, sean menores a 180 gr/m ³ de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la reserva.	<i>El proyecto pretende instalar el sistema de tratamiento denominado GPSMX DR AT15 el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales incluyendo el manejo de lodos el cual cumple con lo establecido en el presente criterio.</i>
EI11	En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a	<i>Con relación al presente criterio la promovente se da por enterado y asume el</i>


	los sistemas de tratamiento de aguas residuales	<i>compromiso de cumplir con lo requerido en caso de instalar sistemas de riego.</i>
EI12	Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.	<i>No se llevará a cabo la disposición de desechos en los cuerpos de agua natural.</i>
EI13	Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, esto con el fin de evitar su contaminación.	<i>El predio se ubica anterior al inicio de la laguna Xamach, por lo que la orientación de la infraestructura de tratamiento se realizará en la porción oriente.</i>
EI15	No se permite la pavimentación de los caminos costeros existentes. Se permite la construcción de 1 camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m. Si los caminos caen en manglares, se deberán hacer puentes.	<i>No se llevará a cabo la pavimentación de los caminos existentes. El actualmente existente conservará la estructura natural y permeabilidad.</i>
EI16	Cualquier modificación al trazo actual de los caminos requerirá la -autorización de impacto ambiental de la SEMARNAT y del Gobierno del Estado.	<i>El presente proyecto no pretende la modificación del trazo actual.</i>
EI17	Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.	<i>El presente proyecto no considera la colocación de carteles.</i>
EI18	Sólo se permitirá un cartel publicitario por predio con una dimensión máxima de 1.2 m x 0.6 m, que indique la razón social o el nombre comercial y los servicios que se ofrecen dentro del propio predio.	<i>El presente proyecto no considera la colocación de carteles</i>

EI19	Los carteles deberán estar pintados con un fondo color café (o el color propio de la madera natural) y el texto o logotipos con letras amarillas.	<i>El presente proyecto no considera la colocación de carteles</i>
EI20	Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas (servidumbre de paso) al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. Los propietarios en coordinación con las autoridades competentes evaluarán y determinarán la ubicación de los mismos. En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y coadyuvará con la autoridad correspondiente en caso de ser necesario el establecimiento de servidumbres de paso.</i>
EI21	No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.	<i>El presente proyecto no considera el establecimiento de estacionamiento para vehículos automotores en los accesos a las playas.</i>
EI22	No se permite la instalación de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.	<i>El proyecto no contempla la instalación de pistas aéreas.</i>
EI23	No se permite la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para el acuatizaje de hidroaviones.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla utilizar hidroaviones.</i>
EI24	No se permite la instalación de marinas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la instalación de marinas.</i>
EI26	La instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras, deberán guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 m en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la instalación de muelles o embarcaderos rústicos.</i>

	<p>el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y afectando al manglar en un ancho máximo de 2 m. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir un muelle, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar el muelle más cercano a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño del predio en donde está construido el muelle en su mantenimiento.</p>	
EI27	<p>La construcción de muelles o embarcaderos rústicos deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.</p>	<p><i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la instalación de muelles o embarcaderos rústicos.</i></p>
EI28	<p>Se prohíbe el uso de creosota y otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.</p>	<p><i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la instalación de embarcaderos rústicos.</i></p>
EI29	<p>La construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar, se podrán instalar de la siguiente forma: una en la laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel - Xamach y dos en el río con una distancia promedio de 8 km entre ellas, y una en Laguna Pájaros. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir una rampa, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar la rampa más cercana a la construcción principal del predio, siempre y</p>	<p><i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar.</i></p>

	cuando apoyen al dueño en su mantenimiento.	
EI31	La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.	<i>Con relación al presente criterio la promovente manifiesta que la instalación de las líneas de conducción eléctrica sólo la línea principal de distribución bajará del techo ya que es en esa zona donde se instalará el sistema híbrido de energía renovable.</i>
EI33	Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía. Los generadores de combustión interna, deberán estar protegidos del ambiente y cumplir con la Norma Oficial Mexicana de ruido.	<i>Con relación al presente criterio la promovente ha señalado en el Capítulo II del presente documento que para la operación de la vivienda unifamiliar instalará un sistema híbrido de energía renovable (fotovoltaica – eólica)</i>
EI34	La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	<i>Con relación al presente criterio la promovente manifiesta que no realizarán instalaciones sobre el derecho de vía ya que el sistema de energía renovable será colocado en el techo de la vivienda.</i>
EI35	No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l. (gas y diésel) y NOM.	<i>El presente proyecto no contempla la instalación de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 litros.</i>
EI36	Se prohíben los campos de golf.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la construcción de campos de golf.</i>
EI37	La disposición de baterías y acumuladores, insecticidas, así como sus empaques y envase, deberá cumplir con lo dispuesto en la LEGEEPA en materia de recursos peligrosos.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente acatará lo dispuesto en la legislación vigente en materia para disponer eficazmente en el caso de contar con residuos de baterías, acumuladores, etc. en el desarrollo del proyecto.</i>
EI38	Sólo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas	<i>En el sitio del proyecto no se encuentran vestigios arqueológicos. Derivado a que la zona arqueológica más cercana se encuentra aproximadamente a 20 km al oeste del proyecto.</i>
FLORA Y FAUNA		

Ff1	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-RECNAT-012-1996 y se requerirá permiso de la Dirección de la Reserva.	<i>El presente proyecto no contempla el aprovechamiento de leña.</i>
Ff3	No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.	<i>El presente proyecto no realizará dragado ni la remoción de pastos marinos.</i>
Ff4	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de Impacto Ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	<i>El presente proyecto no contempla la construcción de infraestructura en la línea de costa, de igual forma, tomará las medidas necesarias para garantizar la no afectación a las nidadas.</i>
Ff6	Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.	<i>En virtud de que el proyecto consiste en una vivienda unifamiliar para el descanso, el acceso a las playas tortugueras estará restringido durante el período de anidación. Adicionalmente, la promotora se compromete a acatar las indicaciones que emita la autoridad competente.</i>
Ff7	En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	<i>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las actividades se realizarán en el turno matutino de 8 horas que comprende el horario de 07:00 a 15:00 horas. Durante la etapa de operación del proyecto, se descarta por completo la iluminación directa al mar y a la playa ya que existe una separación entre a vivienda y la línea de playa de aproximadamente 40 metros en promedio y, por consiguiente, la luz de la vivienda no incide directamente sobre el mar y la playa.</i>
Ff8	En las áreas adyacentes a las playas tortugueras se manejará la inclinación y los colores de la iluminación artificial (preferentemente roja o amarilla), que garantice la arribazón de las tortugas.	<i>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las actividades se realizarán en el turno matutino de 8 horas que comprende el horario de 07:00 a 15:00 horas. Durante la etapa de operación del proyecto, se descarta por completo la iluminación directa al mar y a la playa ya que existe una separación entre a vivienda y la línea de playa de aproximadamente 40 metros en promedio y, por consiguiente, la</i>

		<p>luz de la vivienda no incide directamente sobre el mar y la playa. Esto último en virtud de que la iluminación exterior de la vivienda y contigua al lado de la playa, serán colocadas lámparas como las del siguiente ejemplo:</p>  <p style="text-align: center;">Imagen 3.4. Ejemplo de luz exterior <i>Imagen tomada de la red.</i></p>
<p>Ff9</p>	<p>Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.</p>	<p><i>En lo que respecta al proyecto motivo del presente documento, no se contempla el uso de vehículos sobre la playa y dunas.</i></p>
<p>Ff10</p>	<p>Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).</p>	<p><i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i></p>
<p>Ff11</p>	<p>Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.</p>	<p><i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i></p>
<p>Ff12</p>	<p>Se prohíbe el tránsito de ganado caballar y cualquier otra fauna doméstica o domesticada para transporte o recreación en las playas y dunas de la Reserva.</p>	<p><i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i></p>

Ff13	El establecimiento de viveros, invernaderos y criaderos de especies nativas, así como de Unidades de Manejo de Vida Silvestre requieren autorización de la SEMARNAT.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado.</i>
Ff14	Se requiere permiso de la SEMARNAT para el aprovechamiento de las hojas de las palmas <i>Trinax radiata</i> y <i>Cocotrinax readii</i> .	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i>
Ff16	Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos (<i>Felis catus</i>)	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i>
Ff17	Se promoverá la erradicación del pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y el restablecimiento de la flora nativa.	<i>Derivado de la inspección física en el sitio del proyecto, se señala que no se evidenció la presencia de <i>Casuarina equisetifolia</i> al interior del predio.</i>
Ff18	En las áreas jardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación este suprimida.	<i>Con relación al presente criterio, las especies nativas producto del rescate serán empleadas en las áreas desprovistas de vegetación.</i>
Ff19	La recolección de plantas para uso ornamental y sus subproductos (semillas, esquejes, acodos, brotes, yemas, propágulos, etc), podrá realizarse por el propietario dentro del mismo predio en donde serán utilizadas, o en otros predios mediante permiso de la Dirección de la Reserva.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la condicionante y manifiesta que en caso de realizar la recolección de plantas para uso ornamental gestionará la autorización pertinente.</i>
Ff20	Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se plantea la construcción de arrecifes artificiales.</i>
Ff21	Se prohíben los dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se plantea la realización de dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.</i>

Ff22	No se permite la desecación de humedales, tala y relleno del manglar, con la excepción de las podas autorizadas por la SEMARNAT para la instalación de infraestructura menor que se requiera tales como accesos peatonales, senderos y muelles rústicos.	<i>No habrá desecación de humedales, tala y relleno de manglar. La vivienda unifamiliar se ubicará en donde se distribuye vegetación de ecosistema de duna, sin incidir sobre el primer cordón de duna.</i>
FORESTALES		
FO1	Se permite la reforestación con palma de coco hasta en un 50 % del frente de mar de cada predio sin seccionarse.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado.</i>
FO2	En las áreas con presencia de palma de coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i>
FO3	Queda prohibido el uso del fuego para desmontes, para la quema de basura y para la reducción de desechos vegetales y para el manejo de las áreas de crecimiento de palma de coco.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i>
FO4	No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.	<i>El proyecto no contempla el uso de maquinaria pesada para desmontes.</i>
FO5	Queda prohibida la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa (<i>Casuarina sp.</i>), Pirul Brasileño (<i>Schinus terebinthifolius</i>), Meleleuca (<i>Meleleuca quinineria</i>), Almendro (<i>Terminalia sp</i>) y Columbrina (<i>Columbrina asiática</i>), Eucaliptos (<i>Eucalipto sp</i>) y flamboyán (<i>Delonix regia</i>).	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado de la restricción correspondiente.</i>
INDUSTRIA		
I1	No se permite la instalación de industrias.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la instalación de industria.</i>
I2	Sólo se permitirá la instalación de talleres para la actividad artesanal	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la</i>

	<p>de bajo impacto que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía.</p>	<p><i>instalación de talleres para la actividad artesanal.</i></p>
MANEJO DE ECOSISTEMAS		
MAE1	<p>Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.</p>	<p><i>El presente documento detalla las actividades relacionadas al recurso agua, como son la promoción de la captación de agua de lluvia y el sistema de tratamiento de aguas residuales que garantiza la no percolación al suelo y manto freático. Aunado a lo anterior, en el Anexo 8, se adjunta el estudio geohidrológico del predio donde se detallan las características geológicas del subsuelo, denotando que en cuanto a la calidad del agua que yace en el subsuelo es totalmente salada con el 100% arriba de los límites permisibles. Es por esta razón la recomendación de que para el inicio del proyecto en sus etapas de preparación del sitio y construcción se contrate el suministro de agua potable a través de pipas y para la etapa de operación se promueve la captación de agua de lluvia. La imagen 3.5 muestra el esquema del sistema de captación pluvial.</i></p>



Imagen 3.5. Sistema de captación pluvial en techos de 2 y 4 aguas y azoteas planas.

Fuente de elaboración propia.

MAE2	No se permite que el agua obtenida de acuíferos superficiales y subterráneos ubicados en esta Unidad de Gestión Ambiental sea canalizada y trasladada fuera de ella.	<i>El desarrollo del presente proyecto no contempla la obtención de agua de acuíferos superficiales y subterráneos.</i>
MAE3	Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente manifestación de impacto ambiental.	<i>Con relación al presente criterio se señala que para las etapas de preparación del sitio y construcción el agua será suministrada a través de pipas y para la etapa de operación se promueve la captación de agua de lluvia la cual se contempla en el presente documento.</i>
MAE4	Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	<i>La promovente no contempla la apertura de pozo para el aprovechamiento del agua subterránea, en el caso que decida lo contrario, llevará a cabo los trámites correspondientes ante las instancias pertinentes.</i>
MAE5	La autorización para la construcción de pozos y su funcionamiento, requiere de autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de	<i>La promovente señala que en el caso que decida realizar el aprovechamiento de agua subterránea a través de la apertura de un pozo, llevará a cabo los trámites</i>

	la Reserva, así como de la factibilidad derivada de estudios específicos y monitoreo constante de la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).	<i>correspondientes ante las instancias pertinentes.</i>
MAE6	El aprovechamiento de aguas subterráneas, no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.	<i>La promovente señala que en el caso que decida realizar el aprovechamiento de agua subterránea a través de la apertura de un pozo, llevará a cabo los trámites correspondientes ante las instancias pertinentes.</i>
MAE7	Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia <i>in situ</i>	<i>Tal y como se ha descrito con anterioridad, el proyecto promueve la captación de agua de lluvia a través del techo de la vivienda. La disposición de ella se complementa con la colocación de una bomba sumergible de ½ Hp, imagen 3.5, la cual dirigirá el agua para ser usada en el servicio.</i>
MAE8	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	<i>No habrá obstrucción o modificación de escurrimientos pluviales, con base al estudio geohidrológico, la permeabilidad y porosidad es alta y por ello el acuífero es libre, somero y drena en ambos sentidos al mar y a la bahía.</i>
MAE9	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no existen cenotes en el interior del predio.</i>
MAE10	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no existen dolinas, cenotes y cavernas en el interior del predio.</i>
MAE11	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no se contempla la realización de dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones y remoción de vegetación acuática.</i>
MAE12	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no existen dolinas, cenotes y cavernas en el interior del predio.</i>

MAE13	Los desechos orgánicos podrán procesarse dentro de los propios predios en la Reserva, siempre y cuando se garantice que los lixiviados no tengan contacto con los cuerpos de agua naturales.	<i>Los desechos orgánicos, serán colocados en bolsas plásticas y colocadas en contenedores con tapa para disponerlos fuera de la Reserva. En ese sentido, previo acuerdo de concertación con el H. Ayuntamiento para la disposición final de los desechos orgánicos.</i>
MAE14	Quedan prohibidas las quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
MAE15	No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
MAE16	Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
MAE17	Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zig zag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados..	<p><i>La vegetación de la duna costera será respetada y para tener acceso a la playa, se seleccionará el sitio para la realización de un sendero. Siempre siguiendo las recomendaciones de este criterio. En la imagen 3.6 se presenta una propuesta esquemática del sendero.</i></p> <div data-bbox="902 1249 1321 1724" data-label="Image"> </div> <p>Imagen 3.6. Esquema representativo del sendero propuesto para el proyecto.</p>

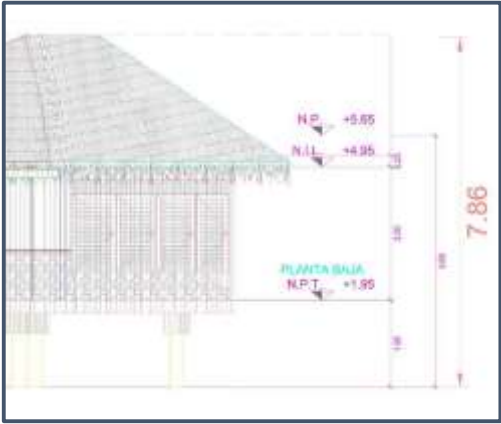
		<i>Fuente de elaboración propia.</i>
MAE18	Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.	<i>No Aplica el presente criterio en virtud de que no existen sitios arqueológicos en el interior del predio.</i>
MAE19	El desarrollo de la infraestructura turística o habitacional solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir. Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación.	<i>En atención al presente criterio, la promovente se da por enterado y señala que el proyecto motivo del criterio MAE19 se alinea a lo establecido en el.</i>
MAE20	Solo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.	<i>Con base a lo establecido en el presente criterio, se solicitan 10 metros perimetrales por cuestiones de seguridad.</i>
MAE21	Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
MAE22	Con la excepción de la palma de coco (<i>Cocus nucifera</i>), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
MAE24	La edificación de cercas y los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre. Con el objeto de evitar diferencias en la interpretación, los interesados deberán contar con el visto bueno del tipo de cercado de la CONANP.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
MAE26	En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera de un poste y hoja de palma o pasto, siempre y	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>

	cuando no sea un área de anidación de tortugas.	
PECUARIO		
P1	No se permite la ganadería de traspatio	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
P2	Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
P3	Solo se permite la ganadería vacuna y caballar de tipo estabulado con una superficie máxima de ocupación del predio del 10 %, en la cual se dé un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, a través de su deposición en sitios autorizados o el uso de biodigestores.	<i>No Aplica a ninguna de las etapas del proyecto ya que no es del interés de la promovente el establecimiento de algún tipo de ganadería.</i>
P4	No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
TURISMO		
Tu1	La prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales al interior de los predios de propiedad privada, requieren permiso de la SEMARNAT y en el caso de zonas arqueológicas, adicionalmente del INAH.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y señala que el objetivo del proyecto motivo del presente documento no es la prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales.</i>
Tu2	La prestación de servicios recreativos al interior de la Reserva que requieran del uso de vehículos o artefactos terrestres o acuáticos, en aguas nacionales, terrenos federales estará en función de la capacidad de carga de los ecosistemas y requiere permiso expreso de la SEMARNAT .	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y señala que el objetivo del proyecto motivo del presente documento no es la prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales.</i>

Tu3	Los predios de propiedad privada que cuenten con más de 100 m de frente de playa y menos de 600 podrán ejercer una densidad de 0.5 cuartos tipo hotelero/ha, en otros predios de la misma región, mediante el uso de servidumbres voluntarias.	<i>No aplica al presente proyecto ya que el presente proyecto no corresponde a cuartos tipo hotelero.</i>
Tu5	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de playa o de campamento es de 350 m de frente de playa.	<i>No aplica al presente proyecto ya que la promovente señala que no se ofrecerán servicios comerciales de playa o campamento.</i>
Tu6	Los predios que desarrollen servicios comerciales o de playa, no podrán ejercer densidades de cuartos tipo hotelero mediante el uso de servidumbres voluntarias, ni instalar en el predio infraestructura habitacional, con la excepción de una casa habitación para la permanencia de personal asignado a la vigilancia.	<i>No aplica al presente proyecto ya que la promovente señala que no se ofrecerán servicios comerciales de playa o campamento.</i>
Tu7	Sólo los predios con un frente de playa mayor de 150 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de servicios de playa o de campamento cuando, al establecer servidumbres voluntarias, estos resulten los predios dominantes donde se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 250 m de frente de playa, estén ubicados en la misma región y en su totalidad en una UGA de Protección o Restauración.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu8	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>

Tu9	Los predios que desarrollen servicios comerciales de cuartos tipo hotelero, no podrán instalar de forma adicional o separada servicios de playa o de campamento, o instalar infraestructura habitacional, con la excepción de las instalaciones necesarias para el servicio del personal.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu10	Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 500 m de frente de playa, estén ubicados en su totalidad en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu11	Los predios con 600 m de frente de playa pueden instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en función de 0.5 ctos. /ha.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu13	Los predios con 600 m de playa podrán incrementar su densidad de cuartos tipo hotelero, mediante el uso de servidumbres voluntarias con predios de la misma región o mediante la fusión con predios vecinos.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu14	Los predios de propiedad privada que cuenten con 600 m de frente de playa o más y cuenten con 10 has. o más se les asignará de forma adicional 0.2 cuartos tipo hotelero	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>

	por hectárea a partir de la undécima.	
Tu15	En el uso de servidumbres voluntarias, los predios dominantes podrán instalar hasta 3 veces más su densidad original permitida. Se exceptuarán aquellos predios dominantes que reciban la densidad total de los predios sirvientes cuando estos últimos se ubiquen en una UGA de Protección o Restauración.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu20	El Municipio correspondiente y la CONANP a través de la Dirección de la Reserva, en el ámbito de sus respectivas competencias instalarán el registro y control de las servidumbres que con motivo del POET se lleven a cabo entre los particulares que voluntariamente así lo determinen. Dichas servidumbres deberán constar por escrito y se establecerán <i>ad perpetum</i> y de manera irrevocable. En el registro de servidumbres se especificarán los datos correspondientes a la inscripción del gravamen en los Registros Públicos de la Propiedad, así como las demás características, medidas y colindancias de los predios destinados para tal fin.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu21	Una vez establecida la servidumbre voluntaria, la autoridad Municipal otorgará la Licencia de Uso del Suelo resultante y definitiva, tanto al predio dominante como al predio sirviente, misma que será inscrita en el registro de servidumbres. Este trámite deberá ser realizado previo a la presentación de la Manifestación de Impacto	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>

	Ambiental y el trámite de la Licencia de Construcción.	
Tu22	Se permite la instalación de infraestructura de apoyo para actividades de turismo contemplativo, tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores, torres para observación de aves, etc.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu23	Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu24	Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles hasta 8 m de altura.	<p><i>Con relación al presente criterio la promovente se da por enterado y señala que la altura máxima que tendrá la vivienda unifamiliar es de 7.86 metros en un solo nivel. Lo anterior se esquematiza en la imagen 2.10 del Capítulo II y se ejemplifica en la imagen 3.7 que se presenta a continuación.</i></p>  <p>Imagen 3.7. Esquema ampliado de la altura de la vivienda. <i>Fuente de elaboración propia.</i></p>
Tu26	No se permite el uso de plataformas flotantes, uso de embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar,	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>

	bahías y zona marina de la Reserva.	
Tu27	El uso de áreas de campamento temporal de tipo recreativo o educativo fuera de las propiedades privadas, o en las UGA's a las que se asignó una política ecológica de protección, requerirán el permiso expedido por la Dirección de la Reserva, previo análisis de su viabilidad y condicionantes a las que habrán de sujetarse.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu28	Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu29	La utilización de cavernas y cenotes para uso recreativo, estará sujeto a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la diversidad biológica.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>
Tu30	El uso y aplicación de otros instrumentos jurídicos o administrativos que promuevan la equidad social en la y la distribución de los costos y beneficios asociados a la conservación de los recursos naturales y al aprovechamiento del valor inmobiliario deberá ser aprobado previamente por el Comité Técnico del POET de la Zona Costera de Sian Ka'an.	<i>Con relación al presente criterio, la promovente se da por enterado y acata la restricción correspondiente.</i>

III.1.3. Área Natural Protegida

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ambientales brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus

alrededores. El predio de interés se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, decretada como área natural protegida en 1986, publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Conforme al DECRETO por el que se declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, de fecha 20 de enero de 1986, en el cual se establecen y describen diferentes zonas núcleos, y zonas de amortiguamiento, en esta última se propiciará un desarrollo agropecuario y turístico nacional.

El Artículo Octavo del DECRETO establece que “Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología”. Por lo tanto, la promovente somete a evaluación la propuesta de proyecto en concordancia con el decreto.

El Programa de Manejo constituye el instrumento de planeación y regulación basado en el conocimiento de la problemática del área, sus recursos naturales y el uso de los mismos. Éste documento plantea la organización, jerarquización y coordinación de acciones que permitirán alcanzar los objetivos de la creación del área natural protegida. Por esta razón, el Programa es concebido como una herramienta dinámica y flexible, que se retroalimenta y adapta a las condiciones del área, en un proceso de corto, mediano y largo plazos, con base en la aplicación de las políticas de manejo y la normatividad que para la misma se establezcan.

Conforme a la subzonificación de la reserva en su plan de manejo, en su regla 79 se menciona que: con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en la Reserva, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro del mismo, se establecen 19 subzonas dentro de las 4 Zonas Núcleo conocidas como: Zona Núcleo Muyil, Zona Núcleo Cayo Culebras, Zona Núcleo Uaimil y Zona de Amortiguamiento.

El predio se ubica en 2 subzonas, en la denominada Subzona de Preservación Xamach (SP4) y en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) imagen 3.8; con relación a la SP4, el predio solo abarca una pequeña porción la cual se ubica al poniente del camino, en esta zona no se realizará ningún tipo de obra o actividad, de manera que se destinará a su conservación. Por consiguiente, para efectos del presente documento, se vincula el proyecto a la SAEC en virtud de encontrarse circunscrita en ella.

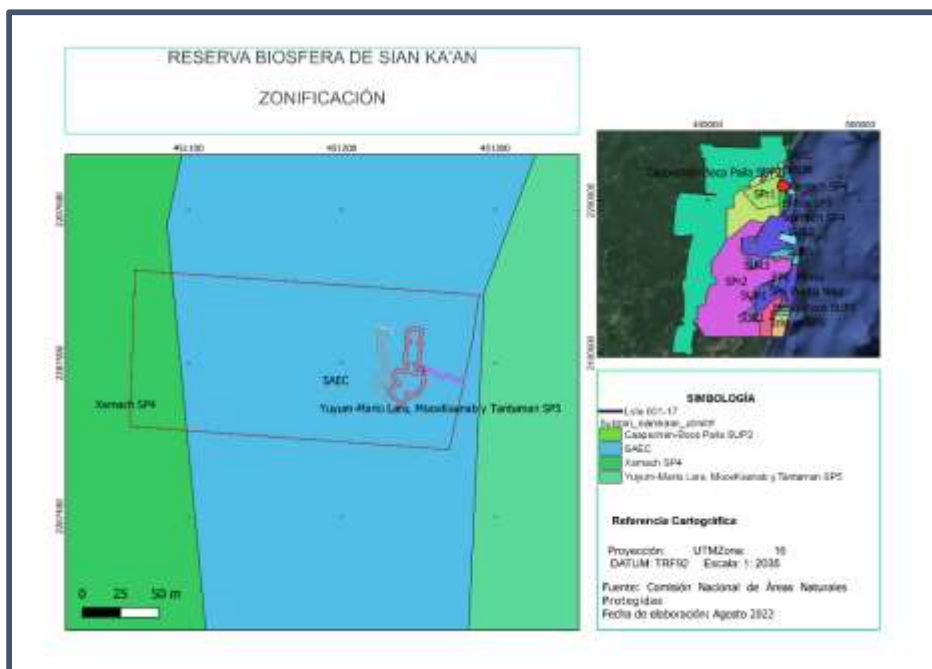


Imagen 3.8. Lote 001-17 referido a la Subzona de Preservación Xamach (SP4) y a la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)
 Fuente de elaboración propia.

Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) Abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos. Ubicados al Norte de la Reserva comprende los sitios conocidos como San Eric, Paso Caapechén, Paso del Muerto, Paso Lágrimas, Paso Juana, Punta Yuyum-Mario Lara, San Miguel de Ruiz, Punta Xamach, Punta el Recodo, Punta Santa Rita, Chenchomac, San Miguel y El Faro; al Centro comprende los sitios conocidos como Punta Pájaros, Punta Tambo, Punta Arena, Punta Estrella, Punta Rosa, Punta la Victoria y Campamento María Elena, y al sur Punta Herrero, La Sardina, Punta X-KanabHaltun, Punta Mosquitero, Punta Rompeolas, Tampalam y Punta Pulticub.

De acuerdo a lo establecido en el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, se presenta el listado de las actividades permitidas y no permitidas en la SAEC, las cuales se indican a continuación:

Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)

Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
17. Acuacultura ³	20. Actividades que impliquen la fragmentación del hábitat
18. Apertura de senderos, brechas o caminos	21. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres
19. Colecta científica ²	22. Apertura de bancos de material
20. Colecta científica ³	
21. Construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica,	

<p>monitoreo del ambiente y administración de la Reserva⁴</p> <p>22. Construir infraestructura temporal en las playas arenosas⁵</p> <p>23. Construir rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar⁶</p> <p>24. Construcción, instalación y operación de establecimiento de servicios recreativos y de hospedaje</p> <p>25. Construcción, instalación y operación de vivienda rural</p> <p>26. Desembarco</p> <p>27. Educación ambiental</p> <p>28. Establecimiento de UMA</p> <p>29. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos</p> <p>30. Instalar infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental., tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación, de aves</p> <p>31. Investigación científica y monitoreo ambiental</p> <p>32. Turismo de bajo impacto ambiental⁷</p>	<p>23. Aprovechamiento forestal, salvo colecta científica</p> <p>24. Agricultura</p> <p>25. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje⁸</p> <p>26. Hacer marcas permanentes en árboles o plantas</p> <p>27. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos. Así como remover, rellenar, trasplantar, podar, o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar</p> <p>28. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras⁹</p> <p>29. Limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras</p> <p>30. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta científica</p> <p>31. Pesca en cenotes</p> <p>32. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua</p> <p>33. Utilizar artes de pesca no selectivas¹⁰</p> <p>34. Utilizar vehículos todo terreno tipo jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 km/h.</p> <p>35. La construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna, ni entre el borde</p>
--	--

	<p>del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados.</p> <p>36. No se permite la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes</p> <p>37. Remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados</p> <p>38. Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua.</p>
--	--

Ante tal motivo se debe considerar que el proyecto tenga una visión natural y tratar que el impacto ambiental sea reducido a su mínima expresión, con la finalidad de preservar los recursos naturales presentes en la zona.

Con base a lo anterior, dentro de las actividades permitidas se encuentra la construcción, instalación y operación de establecimiento de servicios recreativos y de hospedaje, en ese sentido, el sitio donde se pretende realizar el desarrollo del Proyecto, es factible para que se lleve a cabo por lo que se considera que las actividades y obras descritas en capítulos anteriores se apegan con los ordenamientos locales y federales, plasmando en todo momento utilizar los recursos naturales disponibles en forma ordenada.

REGLAS ADMINISTRATIVAS DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA SIAN KA'AN.

CAPÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

SECCIÓN I.

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Regla 1. Las presentes reglas administrativas son de observancia general, y obligatorias para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528 mil 147-66-80 hectáreas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se apegará a todas las reglas contenidas en el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera Sian Ka'an.

Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con la Secretaría de Marina sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.

Vinculación:

La promovente del proyecto acatará las determinaciones que tome la autoridad con relación a la aplicación de las reglas dentro del Área Natural Protegida.

Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, así como a la siguiente:

V.- Casa Habitación. Infraestructura sin fines comerciales, destinada a albergar a una familia de manera permanente o temporal con un máximo de una cocina y un número variable de habitaciones y baños de conformidad con el tamaño del predio

Vinculación:

El uso del presente proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar para el descanso, la cual estará constituida por los siguientes elementos: 1 cocina, área de servicio, sala-comedor, vestíbulo, circulaciones internas, 4 recamaras, 4 baños completos y 1 alberca en una superficie de 399.82 m².

Regla 4. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, de la Reserva, deberán cumplir con las presentes reglas administrativas, y tendrán las siguientes obligaciones:

- I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos;
- II. Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos interpretativos establecidos para recorrer la Reserva;
- III. Respetar las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la subzonificación de la Reserva;
- IV. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma;
- V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y

- VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender las obligaciones antes señaladas.

Regla 5. La Dirección de la Reserva podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe, con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos; prevención de incendios forestales y protección de los elementos naturales existentes en el área; así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista:

- a. Descripción de las actividades a realizar;
- b. Tiempo de estancia;
- c. Lugares a visitar, y
- d. Origen del visitante.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender las obligaciones antes señaladas.

Regla 6. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an estará abierta para los turistas y visitantes en un horario de las 07:00 hrs. a las 18:00 hrs. todos los días.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado de la presente Regla.

SECCIÓN II

DISPOSICIONES APLICABLES A LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN LA RESERVA

Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo jeep sólo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de diez minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 km/h.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 8. Todos los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva, que requieran autorización, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, en la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 10. En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico-recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la PROFEPA y de otras dependencias de la administración pública federal competentes, así como en situaciones de emergencia y/o contingencia ambiental.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 11. En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos, excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 12. En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada. En ese sentido manifiesta que no utilizará fogatas en ninguna de las etapas del proyecto y de igual forma garantiza el manejo adecuado de los residuos sólidos provenientes de las diferentes etapas del proyecto.

Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada. En ese sentido manifiesta que no verterá o descargará contaminantes en el suelo o subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante. De igual forma manifiesta que instalará el sistema de tratamiento denominado GPSMX DR AT15 el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales incluyendo el manejo de lodos el cual cumple con lo establecido en el presente criterio.

Regla 14. En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 15. En la Reserva queda prohibido el uso de bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada. De igual forma manifiesta que la presente Regla la hará del conocimiento a los habitantes de la vivienda unifamiliar.

Regla 16. Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada. De igual forma manifiesta que la presente Regla la hará del conocimiento a los habitantes de la vivienda unifamiliar.

Regla 17. Queda prohibido utilizar dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañe a los organismos de la flora y fauna silvestre, terrestre o acuática, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, así como hacer marcas permanentes en árboles o plantas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada. De igual forma manifiesta que la presente Regla la hará del conocimiento a los habitantes de la vivienda unifamiliar.

Regla 18. Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada. De igual forma manifiesta que la presente Regla la hará del conocimiento a los habitantes de la vivienda unifamiliar.

SECCIÓN III

INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA VIVIENDA RURAL Y ESTABLECIMIENTO DE SERVICIOS RECREATIVOS Y DE HOSPEDAJE EN LA SUBZONA DE APROVECHAMIENTO ESPECIAL COSTERA (SAEC) Y DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES COSTERO-MARINA BOCA PAILA (SASRN-CMBP)

Regla 19. La edificación en predios particulares de menos de 50 metros de frente al Mar Caribe, que no tengan frente a éste o con menos de media hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 75 m² de superficie construida.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 20. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 50 m o mayor de media hectárea sólo se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 100 m² de superficie construida.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 21. La edificación en predios particulares con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 22. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y con menos de una hectárea se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 23. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y entre una a dos hectáreas podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m² de superficie construida.

Vinculación:

La promovente del proyecto se da por enterado y se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 24. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 metros o más y con más de 2 hectáreas, sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m² de superficie construida.

Vinculación:

Con relación a la presente Regla y tal como ha sido descrito en apartados anteriores, el proyecto motivo del presente documento consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar en el lote 001-17 en una superficie de 399.82 m². En función de la presente Regla, el lote 001-17 cuenta con 102.76 metros de frente de playa y con una superficie aproximada de 2.09 Ha; por consiguiente, la construcción y operación de vivienda unifamiliar corresponde a lo establecido en la Regla en comento.

Regla 25. Las edificaciones no excederán los dos niveles y los 8 metros de altura.

Vinculación:

Con relación a la presente Regla y tal como ha sido descrito en apartados anteriores, la altura máxima que tendrá la vivienda unifamiliar es de 7.86 metros en un solo nivel. Lo anterior quedo representado en la imagen 2.10 del Capítulo II y en la imagen 3.7, ambas establecidas en el presente documento.

Regla 26. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera se podrá construir infraestructura turística o de vivienda rural, la cual solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada. En atención al presente criterio, la promovente se da por enterado y señala que el proyecto motivo del criterio MAE19 se alinea a lo establecido en el.

Regla 27. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) sólo se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 metros, a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 metros.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 28. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se prohíbe contar con más de un pozo por predio con vivienda unifamiliar.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 29. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrá instalar y ofrecer servicios públicos de playa o de campamento en lotes menores de 350 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 30. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrá instalar y ofrecer servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en lotes menores de 600 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 31. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero (SAEC) los servicios de hospedaje y otros complementarios para la recreación y turismo sólo podrán ser instalados en los predios de propiedad privada que cuenten con una longitud de frente de playa igual o mayor a 600 m. En dichos predios se podrán instalar un máximo de 20 cuartos tipo hotelero. En el caso de que la longitud de frente de playa sea mayor, se podrán instalar cuartos adicionales en función de un máximo de 4 cuartos por cada 100 m o su equivalencia si la longitud es intermedia.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 32. En las subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP), no se podrá subdividir con fines de construcción de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 metros de frente al Mar Caribe, para evitar la fragmentación del hábitat.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 33. En las subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP):

- a) No se podrá construir viviendas e infraestructura permanente de cuartos tipo hotelero o de vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna y entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.
- b) No se podrán realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas.
- c) No se podrá remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de andadores elevados o la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 metros de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa.
- d) No se podrá usar plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.
- e) La superficie de los predios libre de construcción, será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio.
- f) Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.
- g) Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje, servicios y en general cualquier edificación que genere aguas residuales, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.
- h) Las aguas residuales deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y deberá cumplir con NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.
- i) Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m³ de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva.
- j) En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, ésta deberá estar articulada a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- k) No se deberán depositar residuos en cualquier cuerpo de agua natural.
- l) Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y

al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, con el fin de evitar su contaminación.

- m) Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m.
- n) No se podrán instalar ni construir pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.

CAPÍTULO II

DE LOS PERMISOS, AUTORIZACIONES, CONCESIONES Y AVISOS

Regla 34. Se requerirá autorización de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades:

- I. Actividades comerciales dentro de áreas naturales protegidas;
- II. Actividades turístico recreativas dentro de áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades, y
- III. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en áreas naturales protegidas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 35. El período de recepción de solicitudes a que se refiere la fracción II de la Regla anterior, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año.

La vigencia de las autorizaciones será:

- I. Para las actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías) por un año;
- II. Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas dentro de la Reserva, y
- III. Por el período que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requieran más de un técnico especializado.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 36. Para realizar las siguientes actividades se deberá presentar previamente un aviso acompañado con el proyecto correspondiente, a la Dirección de la Reserva:

- I. Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo;
- II. Educación ambiental que no implica ninguna actividad extractiva dentro del área natural protegida;
- III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo, y
- IV. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal.

Previo a la realización actividades de investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre, el interesado deberá, además de contar con la autorización correspondiente, presentar un aviso ante la Dirección.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 37. Se requerirá de autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables:

- I. Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades;
- II. Colecta de recursos biológicos forestales, en todas sus modalidades;
- III. Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre;
- IV. Aprovechamiento para fines de subsistencia;
- V. Obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental, en todas sus modalidades;
- VI. Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, y
- VII. Registro de Unidades de Manejo para la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre (UMA).

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 38. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades:

- I. Aprovechamiento de aguas superficiales, y
- II. Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 39. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la SEMARNAT para el uso aprovechamiento o explotación de una superficie de playa y/o zona federal marítimo terrestre y/o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 40. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere en el presente capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y para brindar transparencia y certeza jurídica a los particulares se podrá consultar el Registro Federal de Trámites y Servicios a cargo de la Secretaría de Economía, en la página www.cofemer.gob.mx.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO III

DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS

Regla 41. Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en la presentes Reglas y, en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

La Dirección de la Reserva no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de sus actividades dentro del mismo.

Vinculación:

La promotora del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 42. Los prestadores de servicios que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán observar lo siguiente:

- I. Informar a los usuarios que están ingresando a un área natural protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y en general de los recursos naturales y la protección del entorno natural, y hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia, pudiendo apoyar esa información con material gráfico y escrito;
- II. Observar un intervalo entre salidas de embarcaciones de al menos 20 minutos, tanto para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil como del sistema lagunar Boca Paila, quienes registrarán su salida en la caseta de vigilancia Muyil y centro de visitantes Caapechén, respectivamente;
- III. Para las embarcaciones que realizan flotación recreativa en el tramo del canal que une la laguna Chunyaxché en la SUP1 con el sistema lagunar Boca Paila en la SUP2, respetar la capacidad de carga máxima de 4 embarcaciones motorizadas en el muelle del sitio arqueológico Xlapak, así como 4 embarcaciones en el Chan Muelle, para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil y del sistema lagunar Boca Paila, respectivamente, con el objeto de reducir el riesgo de erosión en los bordes y lecho del canal, así como daños a la vegetación, además de evitar la aglomeración de visitantes en el sitio arqueológico, los muelles y el canal;
- IV. A efecto de reducir la erosión en los canales y lagunas, las embarcaciones que naveguen en la SUP1 y SUP2, deberán usar motores de hasta 40 caballos de fuerza;
- V. Durante la flotación recreativa las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil deberán permanecer en el muelle del sitio arqueológico, mientras sus pasajeros inician la actividad y retornan a las embarcaciones a través del sendero Ximbal-Ha, y las embarcaciones provenientes del sistema lagunar Boca Paila deberán permanecer en el Chan Muelle mientras sus pasajeros acceden al sitio arqueológico a través del mismo sendero para realizar la actividad, y
- VI. Para las embarcaciones que realizan actividades turísticas en las inmediaciones de Punta Allen en la SASM3 deberán respetar la capacidad de carga consistente en 30 buzos por día como máximo en cada unidad arrecifal, entendiendo como éstas a las 14 formaciones principales ubicadas frente a la Colonia Javier Rojo Gómez, que comprenden colonias de corales duros de forma irregular, que estarán señaladas con boyas de amarre especiales para esta actividad. Estas estructuras arrecifales sirven de sustrato a varios grupos de organismos marinos como corales, gorgonáceos y algas, así como son hábitat de peces y langostas.

Vinculación:

Promotora: OLSOMON S.A. de C.V.

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 43. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los turistas, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades dentro de la Reserva.

Asimismo, deberá designar un guía por cada grupo de turistas, que será responsable del comportamiento del grupo y deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y la conservación de la Reserva.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 44. Los guías que presenten sus servicios en la Reserva deberán cumplir, según corresponda, con lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- I. NOM-05-TUR-2003, requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para garantizar la prestación del servicio;
- II. NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural;
- III. NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas, y
- IV. NOM-011-TUR-2011, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios de Turismo de Aventura.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO IV

DE LOS VISITANTES

Regla 45. Los visitantes deberán observar las siguientes disposiciones durante su estancia en la Reserva:

- I. No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva;
- II. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, coleccionar o apropiarse de vida silvestre y sus productos,

- apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural);
- III. Las actividades de campismo se podrán realizar únicamente dentro de las subzonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC y SAS-CMBP, conforme a la subzonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe;
 - IV. Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y
 - V. El embarque y desembarque deberá efectuarse exclusivamente en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y subzonificación del presente instrumento.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 46. Dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 47. Las actividades de buceo libre y autónomo estarán sujetas a lo siguiente:

- I. El tamaño máximo de los grupos es de 6 visitantes acompañados por un guía;
- II. Mantener una distancia no menor de 2.5 metros de las formaciones coralinas;
- III. Únicamente el instructor de buceo podrá portar cuchillo;
- IV. Queda prohibido el uso de guantes;
- V. En las actividades buceo libre será obligatorio la utilización de chalecos salvavidas para todos los usuarios y guías, y
- VI. En las actividades buceo autónomo es obligatoria la supervisión de un instructor de buceo acreditado, y las embarcaciones deberán estar sujetas a las boyas de amarre.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO V

DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Regla 48. Todo investigador que ingrese a la Reserva con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección de la Reserva sobre el inicio de sus actividades, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente; asimismo, deberá informar al mismo del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección de la Reserva una copia de los informes exigidos en dicha autorización.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 49. Quienes realicen actividades de colecta científica dentro de la Reserva, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 50. La colecta científica a que hace referencia el artículo 2o., fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, deberá realizarse respetando el hábitat de las especies de flora o fauna silvestres en riesgo y deberá hacerse de tal manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 51. Para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas subzonas que comprende la Reserva de la Biosfera, y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los investigadores, estos últimos deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la NOM-126-SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de creación de la Reserva, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 52. Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la región ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia, con el objeto de evitar la fragmentación de los ecosistemas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 53. La colecta científica, tanto de vida silvestre como de recursos biológicos forestales se llevará a cabo con el consentimiento previo, expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del sitio donde ésta se realice, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 54. En el caso de organismos capturados accidentalmente, éstos deberán ser liberados en el sitio de la captura.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 55. El establecimiento de campamentos para actividades de investigación científica se podrá realizar sólo en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y subzonificación del presente instrumento quedando sujeto a los términos especificados en la autorización, así como a lo previsto en la fracción III de la Regla 45.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO VI

DE LAS EMBARCACIONES

Regla 56. Todas las embarcaciones que ingresen a la Reserva deberán cumplir con las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 57. En los canales, áreas de anidación de aves acuáticas y áreas de buceo de las subzonas SUR2, SP2, SP3, SP5, SASM1, SASM2, SASM3, SUP1, SUP2, SUP3 y SAS-CMBP, la velocidad máxima será de 4 nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 58. Dentro de la Reserva no podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones y abastecimiento de combustible, o cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área natural protegida.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 59. Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección de la Reserva, PROFEPA o SEMAR, para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 60. En caso de emergencia, la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua de la Reserva, a fin de evitar daño a los ecosistemas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 61. Dentro de la Reserva sólo se permitirá el anclaje zonas de fondo arenoso, libres de arrecifes, la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 62. Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono de la Reserva, instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el área.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 63. Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de los prestadores de servicios descargar las aguas residuales y desperdicios orgánicos de comida fuera de la Reserva, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO VII

DE LOS USOS Y APROVECHAMIENTOS

Regla 64. Para el aprovechamiento de leña para uso doméstico en la Reserva deberá sujetarse a lo establecido en la NOM012-SEMARNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 65. El aprovechamiento de subsistencia en la Reserva se podrá llevar a cabo por los pobladores de la Reserva, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los ecosistemas de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 66. Sólo se podrán realizar actividades de reforestación con variedades de coco (Cocos nucífera) en las subzonas SPCM, SAEC y SAS-CMBP, hasta un 50% del frente al mar de cada predio, de modo que la vegetación de duna pueda regenerarse en el 50% restante.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 67. Sólo se permitirá la instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras que se ubican en la SAEC debiendo guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 metros en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y sin afectar el manglar.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 68. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse en las subzonas que así lo establezcan mediante líneas manuales, y estará sujeta a lo previsto por la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 69. Los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa dentro de la Reserva deben contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y para la pesca comercial con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en su caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 70. Durante las actividades pesqueras no se deberá dañar, contaminar o alterar el medio marino de la Reserva, así como remover, destruir y arrastrar el fondo marino. Asimismo, los aprovechamientos pesqueros no deberán implicar la captura incidental de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, ni el volumen de captura incidental deberá ser mayor que el volumen de la especie objeto de aprovechamiento, salvo que la Secretaría, conjuntamente con la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, establezcan tasas, proporciones, límites de cambio

aceptables o capacidades de carga, así como las condiciones, para un volumen superior de captura incidental en relación con la especie objetivo, mediante acuerdo que deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación cada tres años. En su defecto, el último acuerdo publicado mantendrá su vigencia.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 71. Las especies de sábalo, palometa, macabí y róbalo podrán utilizarse preferentemente para la pesca deportiva recreativa de captura y liberación.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 72. En las actividades de pesca no se permite utilizar artes de pesca no selectivas como almadraba, trampas de corazón, trampas de atajo, redes de enmalle y de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado, deberá cumplir con los lineamientos de la NOM001-SEMARNAT-1996, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y sólo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 74. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico de cuerpos de agua ubicados en las zonas de amortiguamiento de la Reserva requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la NOM-003-CNA-1996, requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 75. En la Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1) solo podrán autorizarse un máximo de 30 embarcaciones motorizadas para realizar actividades turísticas recreativas. Las cuales estarán distribuidas de la siguiente manera: a) 15 embarcaciones en la ruta de navegación de Laguna Muyil al Muelle de Xlapac, y b) 15 embarcaciones en la ruta de navegación de la Laguna Caapechén-Boca Paila al sitio conocido como Chan Muelle.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 76. En la Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2), sólo podrán autorizarse un máximo de 32 embarcaciones, para realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 77. En la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM3) Bahías de la Ascensión polígonos 3 y 4, Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR 1) polígonos 1 y 2, y en la Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2), sólo se podrán realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas, sin rebasar la capacidad de carga de 140 embarcaciones para las subzonas y los polígonos señalados.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 78. La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general, requieren previo a su realización de la autorización en materia de impacto ambiental a que hace referencia el artículo 28, fracciones I y XI de la LGEEPA, así como la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad a lo dispuesto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO VIII

DE LA SUBZONIFICACIÓN

Regla 79. Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en Reserva, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro del mismo, se establecen las siguientes subzonas:

Zona Núcleo Muyil:

- I. Subzona de Protección Muyil (SPr1). Abarca una superficie de 33,418.5000 hectáreas, constituida por un polígono.

Zona Núcleo Cayo Culebras:

- I. Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2). Abarca una superficie de 6,105.0000 hectáreas, constituida por un polígono.

Zona Núcleo Uaimil:

- I. Subzona de Protección Uaimil (SPr2). Abarca una superficie de 225,926.7310 hectáreas, constituida por un polígono.
- II. Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1). Abarca una superficie de 14,253.7690 hectáreas, constituida por cuatro polígonos.

Zona de Amortiguamiento

- I. Subzona de Preservación Tziguál (SP1). Abarca una superficie de 22,476.0971 hectáreas, constituida por un polígono.
- II. Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayo Culebras, Lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2). Abarca una superficie Total de 12,671.0169 hectáreas, constituida por siete polígonos.
- III. Subzona de Preservación El Río (SP3). Abarca una superficie de 7,757.6637 hectáreas, constituida por un polígono.
- IV. Subzona de Preservación Xamach (SP4). Abarca una superficie de 979.3170 hectáreas, constituida por 10 polígonos.
- V. Subzona de Preservación Marina Yuyum-Mario Lara, Mook Kaanab y Tantaman (SP5). Abarca una superficie de 10,011.0219 hectáreas, constituida por tres polígonos.
- VI. Subzona de Preservación Refugios Pesqueros (SP6). Abarca una superficie de 1,032.1984 hectáreas, constituida por ocho polígonos.

- VII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM1), (SASM2), (SASM3). Constituida por diez polígonos marinos con una superficie total de 123,143.1804 hectáreas.
- VIII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono.
- IX. Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1). Constituida por un polígono con una superficie total de 2,158.0602 hectáreas.
- X. Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2) - Mosquitero (SUP3), abarca una superficie total de 4,360.8986 hectáreas constituida por dos polígonos.
- XI. Subzona de Asentamientos Humanos Colonias de Pescadores Javier Rojo Gómez y Punta Herrero (SAH). Abarca una superficie de 34.3812 hectáreas, constituida por dos polígonos.
- XII. Subzona de Recuperación El Playón (SR). Abarca una superficie de 116.5249 hectáreas, constituida por un polígono.

Subzonas definidas para la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an:

- XIII. Subzona de Preservación Costero-Marina. (SPCM) Abarca una superficie de 1,073.3907 hectáreas, comprende 17 polígonos.
- XIV. Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC). Abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos.
- XV. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAS-CMBP). Abarca una superficie de 22.7376 hectáreas, constituida por un polígono.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 80. El desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas a que se refiere la regla anterior se estará a lo previsto en el apartado denominado Zonificación y subzonificación del presente programa de manejo.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO IX

DE LAS PROHIBICIONES

Regla 81. Dentro de la Reserva, queda expresamente prohibido:

- I. Ejecutar de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo.
- II. Colectar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de las zonas núcleo.
- III. Cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las zonas núcleo.
- IV. Cazar y capturar las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO X

DE LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA

Regla 82. La inspección y vigilancia del cumplimiento de las presentes Reglas, corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 83. Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas de la Reserva deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o de la Dirección de la Reserva, con el objeto de realizar las gestiones correspondientes.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

CAPÍTULO XI

DE LAS SANCIONES

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

Regla 84. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA y sus reglamentos, así como en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal y demás disposiciones legales aplicables.

Vinculación:

La promovente del proyecto se compromete a atender la obligación antes señalada.

III.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

El proyecto tendrá que ajustarse a lo que establecen las normas oficiales mexicanas para la protección, prevención y control de la contaminación, de la generación de ruidos, emisiones de polvo a la atmósfera y del manejo de residuos sólidos, para mitigar los efectos adversos sobre los recursos naturales, estas son de observancia obligatoria y se deberán de considerar como medidas precautorias para minimizar los posibles impactos al medio ambiente y sus recursos naturales.

- NOM-001-SEMARNAT-1996.

Establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación:

El proyecto que se promueve, contempla instalar un sistema de tratamiento denominado GPSMX DR AT15 el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales incluyendo el manejo de lodos Por lo que con esta acción se evitará la contaminación a las aguas subterráneas, además de que los efluentes antes de ser colectados, cumplirán con los límites máximos permisibles de contaminantes que indica la norma en cuestión.

- NOM-022-SEMARNAT-2003

Establece las especificaciones para la preservación, conservación y aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en las zonas de manglar.

Numeral 4.0: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida

silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

De manera generalizada, los puntos que plantea este numeral deben de ser considerados en el programa de conservación.

Numeral 4.16: Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

Vinculación:

Con relación a la presente Norma, la distancia que existe entre el límite de distribución del manglar y la ubicación del proyecto es de más de 159.84 metros lineales.

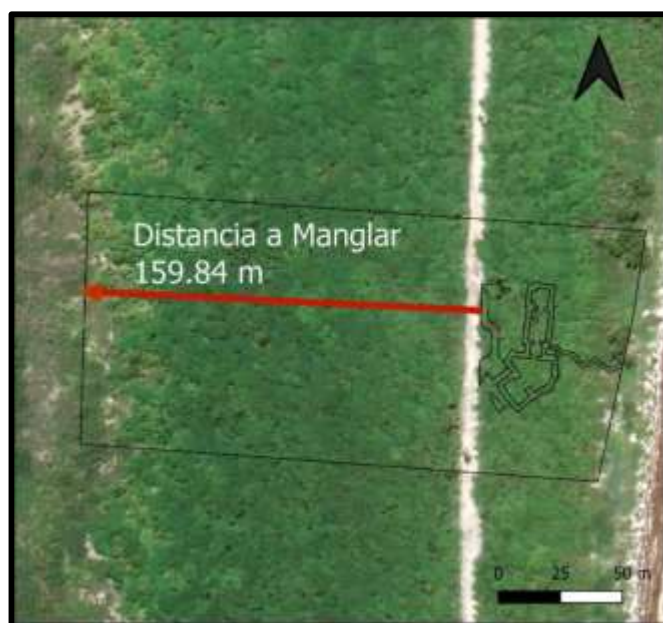


Imagen 3.9. Lote 001-17 referido en la distancia de separación con el mangle.
Fuente de elaboración propia.

- NOM-041-SEMARNAT-2015

Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Vinculación:

Con relación a la presente Norma, se verificará que, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los vehículos y equipos que se utilicen cuenten con sus mantenimientos preventivos y correctivos.

- NOM-045-SEMARNAT-1997

Establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo provenientes de escapes de vehículos automotores en circulación que usen diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

Vinculación:

Durante la etapa de construcción se utilizará la revolvedora de concreto de 1 m³ de capacidad la cual deberá contar con sus mantenimientos preventivos y correctivos para evitar contravenir lo establecido en la presente Norma.

- NOM-052-SEMARNAT-2005

Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación:

Con relación a la presente Norma y de acuerdo a la naturaleza del proyecto, no se manejarán residuos de clasificación peligrosa.

- 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:

El responsable del desarrollo del proyecto no pretende promover la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo establecidas por esta Norma, su vinculación con el proyecto es sólo de referencia en relación con lo que se establece en la legislación ambiental mexicana, en particular en la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre.

Esta Norma Oficial Mexicana es indicativa y establece los listados de las especies que presentan alguna categoría de riesgo. Las categorías de riesgo que maneja dicha norma son:

Probablemente extinta en el medio silvestre. Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

En peligro de extinción. - Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas. - Aquellas especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial. - Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de sus poblaciones de especies asociadas.

De acuerdo con análisis de campo en el predio del proyecto se registró una especie de vegetación, *Thrinax radiata* (chit) que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT2010, bajo la categoría de Amenazada.

En lo que respecta a la fauna dentro del predio se registraron dos especies: pericopechisucio (*Eupsittula nana*), y la iguana rayada (*Ctenosaura similis*).

Las especies como la iguana rayada, serán rescatados mediante trampeo, por otrolado, no se evidenciaron sitios de uso exclusivo para anidación y reproducción.

- NOM-080-SEMARNAT-1994

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación:

Durante la operación se prohibirá el uso de vehículos automotores en el sitio del proyecto.

III.3 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

Artículo 4: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Vinculación:

El desarrollo del proyecto se vincula con el presente artículo en virtud de que el medio ambiente en el que se sitúa, actualmente se encuentra perturbado por el crecimiento poblacional de la zona en cuestión, por lo que su operación no afectará al no contraponerse con las características del lugar además de que proveerá bienestar y una mejora en la calidad de vida de las personas otorgándoles una fuente de empleo digna durante la etapa de preparación y construcción.

Artículo 25: Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático

y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución.

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

Vinculación:

Con la puesta en marcha del proyecto se contribuye al crecimiento y al desarrollo económico del Municipio y del Estado; así mismo, se fomentará la competitividad económica de manera justa ofreciendo más y mejores servicios promoviendo la sustentabilidad, en la cual se les permita a todos los individuos el ejercicio libre que protege la misma constitución hacia un mejor desarrollo nacional.

III.4 LEYES Y REGLAMENTOS

III.4.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional. Las disposiciones que de ella emanen son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar así como la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente y 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.

El Artículo 1° del Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo I, Normas Preliminares; indica que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y sienta las bases para los siguientes numerales:

- I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
- V.- 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;
- VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
- VII.- 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;
- VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;
- IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
- X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

El artículo 28;

Indica que 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 una de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

- X. Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.
- XI. Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

Artículo 30;

Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser

afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas; así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación:

Dado que el desarrollo del proyecto se pretende realizar en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, considerada un Área Natural Protegida de competencia de la Federación, se requerirá la autorización en materia de impacto ambiental que emite la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; por consiguiente, se realiza la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional con la finalidad de someter a evaluación.

III.4.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

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

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES

- I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y
- II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su Reglamento no requieren la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, así como la navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación con excepción de:

- a) Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo de residuos.

- b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad aplicable.
- c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables....

Vinculación:

De acuerdo a las características del proyecto en cuanto a su ubicación, este se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. El proyecto como tal pretende realizar la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de Vivienda Unifamiliar en el Lote 001-1 7 y con base en el artículo 5º, es que se vincula el proyecto al observarse que las obras y actividades requerirán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT para obtener la respectiva autorización.

III.4.3 Ley General de Vida Silvestre.

Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

Vinculación:

El presente proyecto no conlleva, ni implica, ni requiere de la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar. En este caso, no se tocará el manglar el cual queda a 159 metros de la construcción de la vivienda unifamiliar.

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

El área geográfica será siempre un espacio superior al que ocupara físicamente el proyecto, pero que cuya definición no resulta evidente; y donde pueden existir un gran número de ecosistemas entre los cuales existen complejas y dinámicas interacciones ecológicas. Puede ser delimitado por sus componentes ambientales como topografía, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura y paisaje; elementos con los que el proyecto interactuará en un espacio y tiempo.

IV.1. Delimitación del área de influencia

IV.1.1. Cuencas Hidrográficas

La cuenca se define como un territorio cuyas aguas fluyen todas hacia un mismo río, lago o mar, y a esta clase de cuencas se les llama “cuencas hidrográficas”. Una cuenca hidrográfica se refiere a la definición geográfica de la cuenca, es el contorno o límite de la misma que drena agua en un punto común¹. Es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ellas tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, es decir, es una especie de “embudo” del territorio por el que escurre el agua desde las partes altas, hasta llegar a un punto en común, de donde sale toda el agua que fluye hacia otro lado².

La cuenca hidrográfica se distingue por lo general en tres sectores característicos: alto, medio y bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos. En una cuenca se tiene: subcuenca, microcuenca y quebradas³.

- **Cuenca:** Sistema integrado por varias subcuenca o microcuencas
- **Subcuenca:** Conjunto de microcuenca que drenan a un solo cause con caudal fluctuante pero permanente
- **Microcuencas:** es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca; es decir que una subcuenca está dividida en varias microcuencas.

Hay 5 tipos de cuencas: geográficas, de objeto, relieve, por dirección de evaluación de aguas, y por ecosistemas, esta última se tienen cuencas frías, húmedas y tropicales en la cual entra la península de Yucatán⁴. Sin embargo, para la península de Yucatán, se encuentran las cuencas llamadas “criptorreicas”,

¹ SEMARNAT. 2015. *Revista Agua en Quintana Roo*. CONAGUA, CAPA, Gobierno de Quintana Roo.

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2019. ¿Qué es una cuenca? <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>

³ SEMARNAT. 2015. *Revista Agua en Quintana Roo*. CONAGUA, CAPA, Gobierno de Quintana Roo.

⁴ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2019. ¿Qué es una cuenca? <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>

que influyen subterráneamente, cuyos suelos son cal y permiten una infiltración casi inmediata de la lluvia y la formación de corrientes subterráneas⁵.

En una cuenca hidrográfica interactuarán una serie de ecosistemas naturales, cuyo grado de complejidad aumenta en relación directa con el tamaño de la cuenca. Estos ecosistemas tienen elementos como el aire, clima, suelo, subsuelo, agua, vegetación, fauna, paisaje entre otros. Como ya se mencionó dentro de una cuenca puede haber una o más subcuencas, y varias microcuencas, cuyas salidas secundarias llegan finalmente al cauce principal de salida (en caso de que haya), o a un punto determinado de la misma. Se considera que una cuenca abarca un territorio mayor a 50 000 hectáreas, mientras que una subcuenca, entre 5 000 y 50 000, y una microcuenca menos de 5 000 hectáreas⁶.

La subcuenca o microcuenca son divisiones convencionales hechas con fines de manejo de la cuenca, en donde se basa en la organización espacial fundamental en la estructura geológica y geomorfológica. En la península de Yucatán, la delimitación de microcuenca es difícil, debido a que no se presentan grandes cambios topográficos⁷.

Por lo tanto, para fines prácticos de este proyecto, se describen los elementos físicos y biológicos a nivel de cuenca y se determina un sistema ambiental, el cual fue delimitado tomando en cuenta que un sistema es un complejo de elementos que interactúan generalmente dentro de un espacio tridimensional que tiene límites reales o imaginarios (Valverde, 2005)⁸, en donde pueden existir más de un ecosistema donde se contendrán algunos elementos vivos (Garmendia, 2005)⁹ y que es necesario definir sus límites espacio-temporales.

Un sistema ambiental se define como la interacción entre ecosistemas (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto (SEMARNAT, s/a)¹⁰.

Por otro lado, los factores sociales, de municipio, uso de suelo, vegetación y geomorfología del sitio son homogéneos, por lo que el área delimitada es suficiente para caracterizar los atributos involucrados y en donde el proyecto puede ejercer su influencia. Por otro lado, Margalef (1973)¹¹ define ecosistema como sistemas formados por individuos de muchas especies, en el seno de un

⁵ <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>

⁶ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2019. **¿Qué es una cuenca?** <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>

⁷ Corte A. H. 2010. **Las cuencas hidrográficas de México**. SEMARNAT, INE.

⁸ Valverde, T., Z. Cano Santana, J. Meave, J. Carabias. 2005. **Ecología y medio ambiente**. PEARSON. México.

⁹ Garmendia S. A., S. Alcaide, C. Crespo, S. L. Garmendia. 2005. **Evaluación de Impacto Ambiental**. Pearson education, S.A. España.

¹⁰ http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/aproot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D4_GLOS_IMPACTO.htm

¹¹ Margalef R. 1973. **Ecological theory and prediction in the study of the interaction between man and the rest of the biosphere**. En: Sioli, H. (ed.), *Ökologie und Lebensschutz in internationaler Sicht*, pp. 307-353. Rombach, Freiburg. Traducción al español: Margalef, R. 1982. *La teoría ecológica y la predicción en el estudio de la interacción entre el hombre y el resto de la biosfera*, En: *Ecología y protección de la naturaleza. Conclusiones internacionales*, pp. 306-355. Blume, Barcelona, España.

ambiente de características definidas e implicados en un proceso dinámico e incesante de interacción ajuste y regulación, expresable bien como intercambio de materia y energías o como secuencia de nacimientos y muerte y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de especies y la sucesión a nivel del sistema entero. Entonces, el sistema ambiental planteado cumple con estos criterios y es suficiente para realizar una descripción y análisis de los atributos ambientales y sociales involucrados.

La delimitación del Sistema Ambiental para este proyecto parte de los límites que imponen los ecosistemas y los límites físicos del predio objeto de este estudio, las que finalmente definieron las Unidades de Paisaje que son notorias tanto en la imagen satelital utilizada¹² que se presenta a continuación, como a nivel del suelo. Así se orientó el ejercicio para identificar y determinar las Unidades de Paisaje (UP), entendidas éstas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que la hace ser claramente diferenciables unas de otras.

Esta particularidad de las UP ofrece además la posibilidad de evaluar y cuantificar la oferta de recursos naturales, su condición y localización territorial ya que éstas son entonces, porciones de un mosaico diferenciado localizadas de la superficie terrestre que establecen entre y con ellas, límites visibles sean estos naturales o producidos por el hombre. En estos espacios los componentes naturales, bióticos y abióticos forman ensambles que se interrelacionan o no, de manera clara y evidente. Bajo el planteamiento de diferenciación mencionado se delimitó el Sistema Ambiental (SA).

Este es un ejercicio replicable que permite la caracterización del estado general de aquellos elementos ambientales que forman parte del espacio en el que se inserta el proyecto tal como lo establece el Artículo 35 de la LGEEPA:

".. 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."

Bajo este postulado el SA, delimitado para la valoración de este proyecto, es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio, así como en la identificación de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) QGis 3.10, se llevaron a cabo análisis de la imagen satelital disponible para este fin.

¹² Imagen satelital escala 1:500 utilizada para la delimitación del Sistema Ambiental

Las corroboraciones de campo fueron realizadas de manera sistemática sobre cada Unidad de Paisaje definida. A continuación, se muestra sobre un mosaico fotográfico, el Sistema Ambiental delimitado para este ejercicio.

IV.2. Delimitación del sistema ambiental

1. Límite Sur del Sistema Ambiental propuesto: está compuesto por vegetación en buen estado de conservación de tipo duna costera por donde pasa el camino vecinal que lleva a Punta Allen.

Problemática. No se detectó problemática ambiental en el sitio; El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

2. Límite Norte del sistema ambiental propuesto: este colinda con vegetación de tipo de duna costera en buen estado de conservación y con el camino vecinal que va hacia Boca Paila.

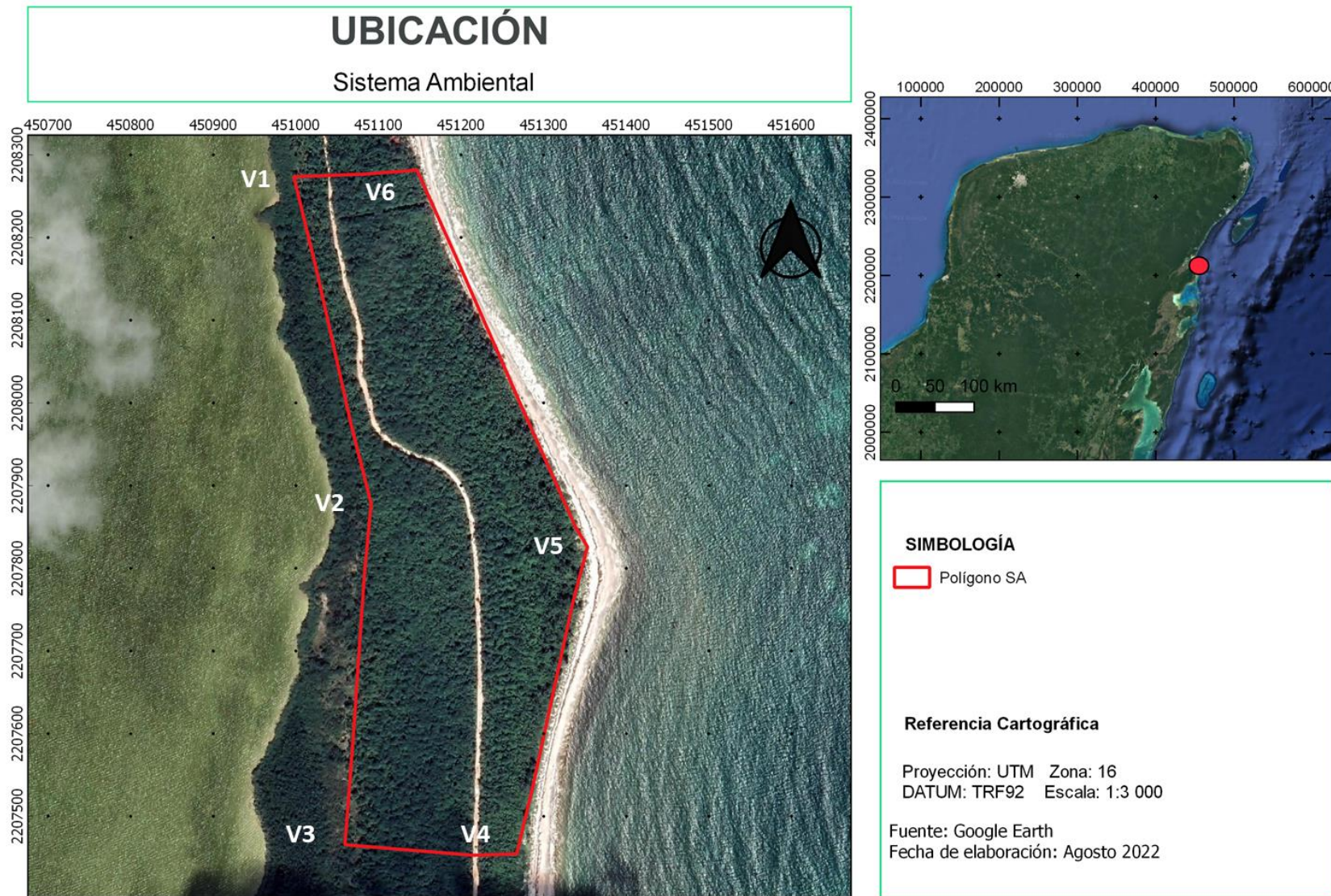
Problemática. No se ha identificado un problema en esta colindancia que amerite atención inmediata. El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

3. Límite Este del sistema ambiental propuesto: éste se ve delimitado por la línea de playa y Mar caribe.

Problemática. En esta colindancia se observaron huellas de nidadas de especies de tortuga marina, por lo que se deberán tomar las medidas preventivas para no afectar esta especie y el proceso de anidación, en el caso de aprovechamiento del predio para uso habitacional.

4. Límite Oeste del sistema ambiental propuesto: éste se ve delimitado por la una línea de ecotono entre la vegetación de duna costera y el manglar.

Problemática. No se ha detectado un problema en esta colindancia, conforme a la normatividad vigente aplicable, las obras que se desarrollarán en el predio, no interferirán en algún proceso evolutivo ni productivo de la vegetación de manglar.



Mapa 1. Ubicación del sistema ambiental del proyecto.

Las coordenadas del polígono del sistema ambiental se muestran en la siguiente tabla:

VERTICE	X	Y
1	450997.52	2208273.19
2	451090.73	2207885.95
3	451060.39	2207466.35
4	451267.19	2207454.59
5	451351.59	2207825.95
6	451149.85	2208281.22
1	450997.52	2208273.19

IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.3.1. Justificación técnica de la delimitación del sistema ambiental

El sistema ambiental delimitado sobre el cual tiene influencia el predio, comprende una superficie de 17.8747 ha, fue delimitado tomando en cuenta que un sistema es un complejo de elementos que interactúan generalmente dentro de un espacio tridimensional que tiene límites reales o imaginarios (Valverde, 2005)¹³, en donde pueden existir más de un ecosistema donde se contendrán algunos elementos vivos (Garmendia, 2005)¹⁴ y que es necesario definir sus límites espacio- temporales. Por otro lado, los factores sociales, municipio, uso de suelo urbano, vegetación y geomorfología del sitio es homogéneo, por lo que el área delimitada es suficiente para caracterizar los atributos involucrados y en donde el proyecto puede ejercer su influencia; se identificaron problemas ambientales, identificación de atributo ambiental y social. Esto se robustece con lo planteado por Tansley (1935)¹⁵ que menciona que pueden ser de muchas clases y tamaños, formando una de las categorías de los muchos tipos de sistemas físicos del universo, que van desde el universo como un todo hasta el átomo. Por otro lado, Margalef (1973)¹⁶ define ecosistema como sistemas formados por individuos de muchas especies, en el seno de un ambiente de características definidas e implicados en un proceso dinámico e incesante de interacción ajuste y regulación, expresable bien como intercambio de materia y energías o como secuencia de nacimientos y muerte y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de especies y la sucesión a nivel del sistema entero. Entonces, el sistema ambiental planteado cumple con estos criterios y es

¹³ Valverde, T., Z. Cano Santana, J. Meave, J. Carabias. 2005. Ecología y medio ambiente. PEARSON. México.

¹⁴ Garmendia S. A., S. Alcaide, C. Crespo, S. L. Garmendia. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson educación, S.A. España.

¹⁵Tansley, A. G. (1935). The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. Ecology, 16, (3), 284-307.

¹⁶ Margalef R. 1973. Ecological theory and prediction in the study of the interaction between man and the rest of the biosphere. En: Sioli, H. (ed.), Ökologie und Lebensschutz in internationaler Sicht, pp. 307-353. Rombach, Freiburg. Traducción al español: Margalef, R. 1982. La teoría ecológica y la predicción en el estudio de la interacción entre el hombre y el resto de la biosfera, En: Ecología y protección de la naturaleza. Conclusiones internacionales, pp. 306-355. Blume, Barcelona, España

suficiente para realizar una descripción y análisis de los atributos ambientales y sociales involucrados.

La delimitación del Sistema Ambiental para este proyecto parte de los límites que imponen las vialidades en el polígono estudiado, las que finalmente definieron las Unidades de Paisaje que son notorias tanto en la imagen satelital utilizada¹⁷ que se presenta a continuación, como a nivel del suelo. Así se orientó el ejercicio para identificar y determinar las Unidades de Paisaje (UP) entendidas éstas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que la hace ser claramente diferenciables unas de otras.

Esta particularidad de las UP ofrece además la posibilidad de evaluar y cuantificar la oferta de recursos naturales, su condición y localización territorial ya que éstas son entonces, porciones de un mosaico diferenciado localizadas de la superficie terrestre que establecen entre y con ellas, límites visibles sean estos naturales o producidos por el hombre. En estos espacios los componentes naturales, bióticos y abióticos forman ensambles que se interrelacionan o no, de manera clara y evidente. Bajo el planteamiento de diferenciación mencionado se delimitó el Sistema Ambiental (SA).

La delimitación planteada se estableció a través de un delineado de vialidades y caminos de acceso rústicos, cubriendo una superficie con vegetación natural que permitiera evaluar la disponibilidad de recursos sobre un mosaico transformado.

Este es un ejercicio replicable que permite la caracterización del estado general de aquellos elementos ambientales que forman parte del espacio en el que se inserta el proyecto tal como lo establece el Artículo 35 de la LGEEPA:

".. 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."

Bajo este postulado el SA, delimitado para la valoración de este proyecto, es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio, así como en la identificación de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS 3.10 se llevaron a cabo análisis de la imagen satelital disponible para este fin.

¹⁷ Imagen satelital escala 1:500 utilizada para la delimitación del Sistema Ambiental

Las corroboraciones de campo fueron realizadas de manera sistemática sobre cada Unidad de Paisaje definida. A continuación, se muestra sobre un mosaico fotográfico, el Sistema Ambiental delimitado para este ejercicio.

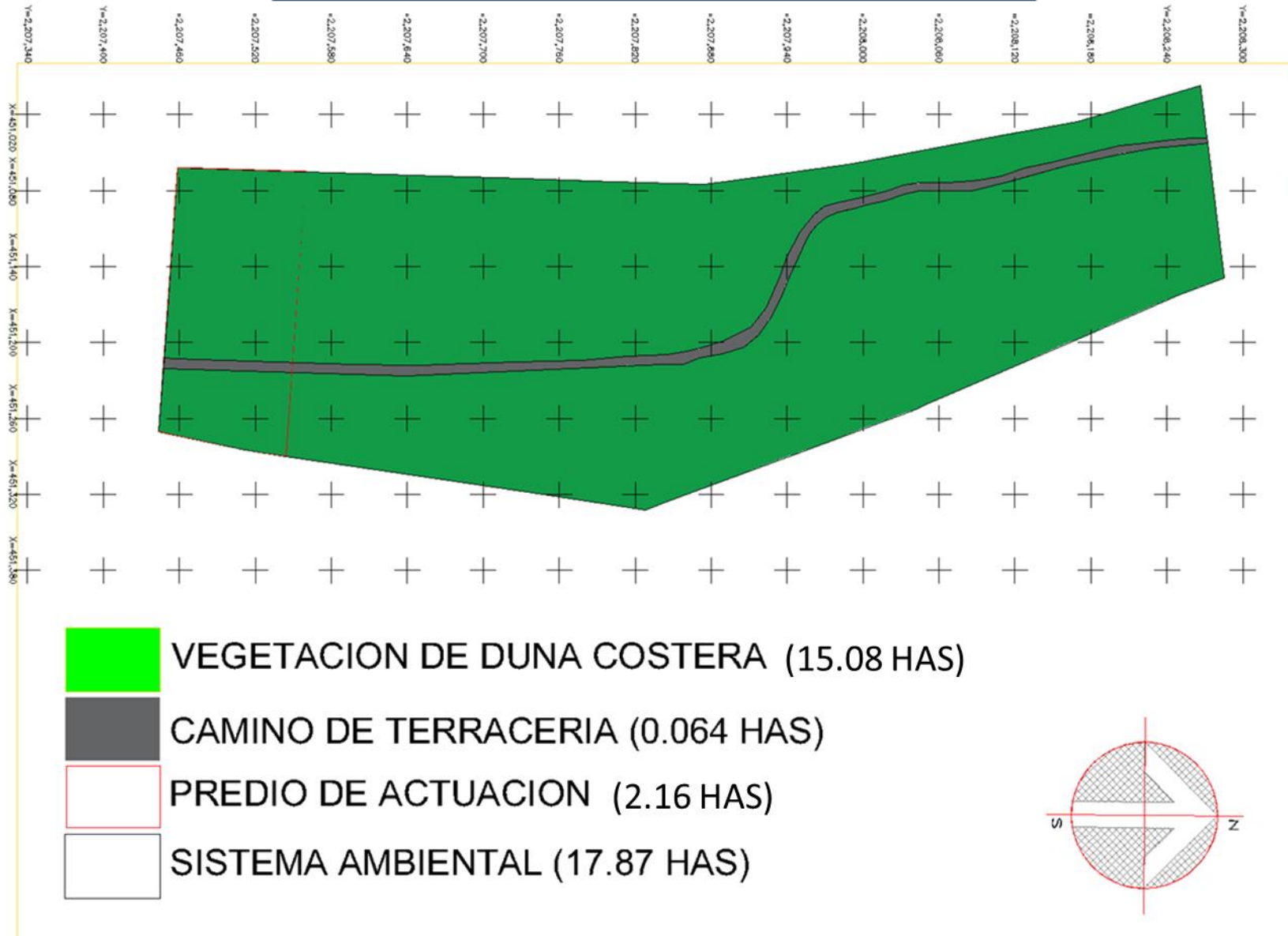
Esta imagen permite visualizar que, dentro del SA que se analiza se observa vegetación de tipo duna costera homogénea en buen estado de conservación.

El espacio delimitado expresa, como se dijo antes, un avance de vivienda unifamiliar, donde se pretende realizar de manera ordenada. Para efecto del análisis del Sistema Ambiental se determinó una escala de trabajo 1:500 y la misma a nivel predial, que se estiman adecuadas ya que muestran de manera clara, los elementos presentes permitiendo su cuantificación y con ello la realización del inventario

El análisis cuantitativo de las superficies del mapeo, que caracteriza el Sistema Ambiental, es de 17.87 ha del espacio estudiado, 15.08 ha son predominantemente vegetación de duna costera, sin incluir el predio; 0.64 has al camino de terracería que atraviesa todo el SA; y 2.15 ha del predio de actuación que será descrito a detalle por separado.

Tabla 1. Análisis cualitativo de superficie de mapeo

Concepto UP /SA	sup/ ha
Vegetación de duna costera	15.08
Camino de terracería	0.64
Predio de actuación	2.15
Superficie total SA	17.87



Mapa 2. Unidades de paisaje discriminadas

Las coberturas de las UP se expresan con la siguiente gráfica:

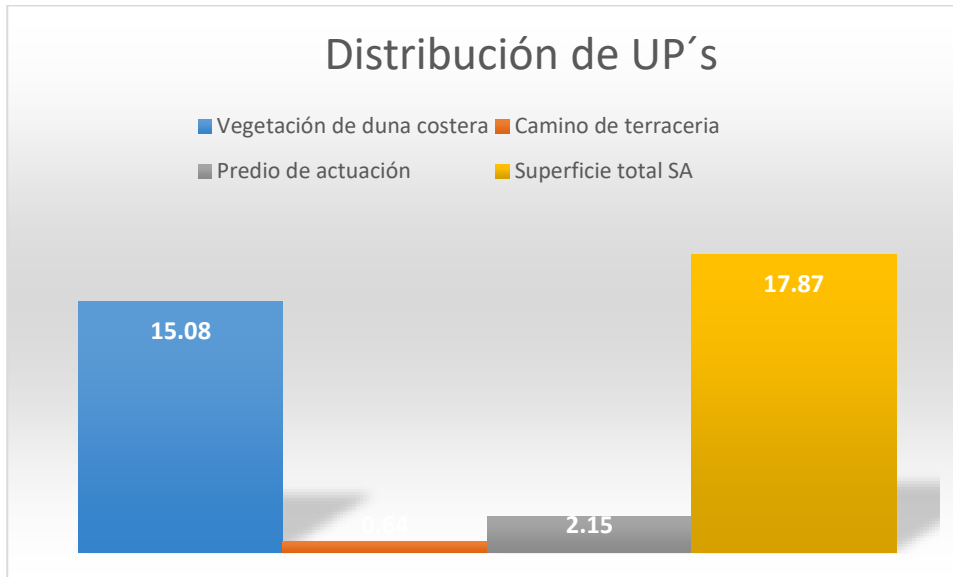


Figura 1. Ocupación en superficie de cada UP identificado dentro del SA.

La gráfica anterior permite visualizar que, en términos de cobertura geográfica, el espacio delimitado y analizado como Sistema Ambiental corresponde a un sitio sin actividades humanas, más que lo correspondiente a la superficie que ocupa el camino de terracería que atraviesa el SA.

En termino de porcentajes, el 96% de la superficie del SA está ocupado por vegetación de duna costera

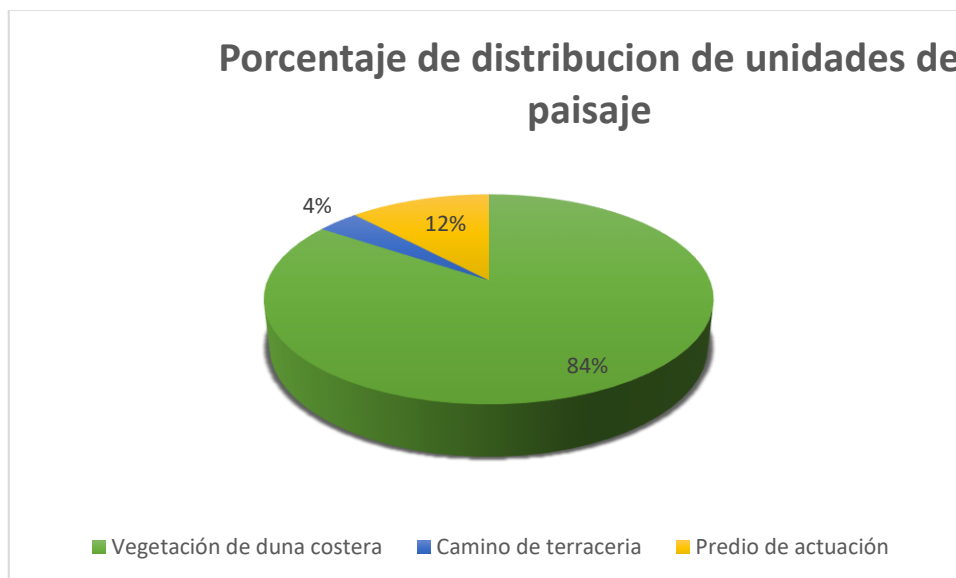


Figura 2. Porcentajes de ocupación de cada UP dentro del Sistema Ambiental

Lo anterior en términos del inventario se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN POR CADA UP	
UNIDAD DE PAISAJE (UP)	% DE OCUPACIÓN EN EL SA
Vegetación de duna costera	84
Camino de terracería	4
Predio de actuación con vegetación de duna costera	12
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	100

El conteo expuesto indica que el predio se encuentra en un ambiente en el que predominan los elementos naturales; en este contexto establecido por el Sistema Ambiental, se describen las Unidades de Paisaje definidas y con las cuales el proyecto interactuará eventualmente en un espacio y tiempo. El polígono de actuación será descrito de forma separada, implica una superficie de 2.157 ha.

IV.3.2. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

IV.3.2.1. Zonas de influencias

Conforme a la definición de zona de influencia descrita en *Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluaciones de Impacto Ambiental en el caribe mexicano: Sistema ambiental punta Bete-Punta Maroma* menciona que:

Un proyecto o actividad de desarrollo genera dos tipos de zonas de influencia, la directa y la indirecta.

La zona de influencia directa (ZID) puede ser conceptualizada como aquella superficie en la

que un proyecto genera impactos ambientales de tipo directos (p. ej. áreas de desplante y construcción, áreas donde se vierten residuos sólidos y líquidos, áreas donde se presentan contingencias ambientales, entre otras).

La zona de influencia indirecta (ZII) puede entenderse como la superficie que no es transformada por desplante o afectación directa del proyecto, pero que es el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y/o proyectos vecinos y viceversa (conversión acumulativa de vegetación y ecosistemas con varios proyectos, alteración a la integridad funcional y capacidades de carga de ecosistemas por efecto de varios proyectos, entre otros).

La suma de la ZID y la ZII, conforman el Sistema Ambiental (SA) el cual puede definirse como el territorio que potencialmente puede ser afectado de manera directa o indirecta, por los componentes y acciones/actividades de un proyecto, programa o actividad de desarrollo.

Por lo descrito en los apartados anteriores, el proyecto del presente documento forma parte del sistema ambiental, por lo tanto, la ZID del proyecto es el polígono del proyecto con un área de 2.16 ha, y la ZII es el sistema ambiental delimitado de 17.87 ha.

Se toma en cuenta la generación de impactos ambientales que están relacionados en causa/efecto con los componentes del sistema ambiental, por lo tanto, se presentan en el siguiente cuadro:

Eta	Obras y actividades
Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none">• Desmonte de vegetación en área de desplante• Rescate y reubicación de flora y fauna• Generación y manejo de residuos sólidos urbanos
Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Construcción de vivienda unifamiliar• Instalación de torre eólica• Instalación de planta de tratamiento de aguas residuales• Generación y manejo de residuos sólidos urbanos
Operación	<ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento de:• Planta de tratamiento• Área jardinada,• Supervisión ambiental• Generación y manejo de residuos sólidos urbanos
Abandono	<ul style="list-style-type: none">• Restauración del sitio en sus características originales.

IV.3.2.2. Impactos que se generaran con la implementación del proyecto

A continuación, se presenta los indicadores de impacto que se generaran con la implementación y acciones del proyecto en el sistema ambiental, en los capítulos posteriores se indican las medidas de mitigación para cada uno de ellos.

Tabla 3. Impactos que se generan con las acciones de la implementación del proyecto¹⁸¹⁹²⁰²¹.

	Medio físico	Sin proyecto	Con proyecto	Biótico y Abiótico	Interacciones	Etapa de proyecto
Sistema ambiental	Cobertura vegetal	Sin cambios	<ul style="list-style-type: none"> •Desmonte de vegetación en un área de 0.086 ha (867 m2) •Disminución en la captura de carbono •Disminución de oxígeno •Afectación a la flora de la zona y/o a incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 •Disminución en el número de individuos 	Fauna Ciclo de carbono Medio físico	Nichos ecológicos Hábitat de especies de flora silvestre Hábitat, refugio y/o zona de paso para fauna silvestre Captura de carbono Vegetación favorece la infiltración y recarga de acuíferos	•Preparación del sitio
	Manglar	Sin cambios	El manglar está a 121 m lineales de la construcción por lo tanto no se tocará, no se verterá aguas residuales, basura u otros contaminantes que puedan dañar al manglar.	fauna ciclo de carbono Hábitat	Nichos ecológicos Hábitat, refugio y/o zona de paso para fauna silvestre Captura de carbono Aglutinar y formar los suelos Reducir la velocidad de los flujos de agua Reducción costera Importancia en el ciclo biogeoquímicos	En ninguna etapa se va a interferir, dañar o tocar.
	Fauna silvestre terrestre	Sin cambios	<ul style="list-style-type: none"> •Afectación a fauna silvestre de la zona y/o incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 •Alteración en el número de individuos de especies silvestres 	fauna Hábitat	<ul style="list-style-type: none"> •Nicho ecológico Hábitat, refugio y/o zona de paso para fauna silvestre •Dispersión de semillas 	•Preparación del sitio
	Clima	Sin cambios	•Aumento en temperatura por suelo descubierto	<ul style="list-style-type: none"> •Hábitat •Suelo •Aire •Vegetación 	•La vegetación disminuye la temperatura ambiental	<ul style="list-style-type: none"> •Preparación del sitio •Construcción

¹⁸ Villegas. J. 2004. Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de Antioquia. REV.EIA.

¹⁹ Duval V., Benedetti G., Campo A. 2015. Relación clima-vegetación: adaptaciones de la comunidad de la jarilla al clima semiarido, Parque Nacional Calel, Provincia de la Pampa, Argentina. Invest. Geog.

²⁰ Birch A. La importancia de los manglares. 2020. The nature conservancy.

²¹<https://www.gob.mx/conanp/articulos/el-aire-elemento-de-vida-en-la-tierra#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20genera,seres%20humanos%2C%20animales%20y%20plantas.>

			<ul style="list-style-type: none"> •disminución de humedad 		<ul style="list-style-type: none"> •Genera precipitación y viento 	
Agua	Sin cambios	<ul style="list-style-type: none"> •Derrame de sustancias ajenas a la composición de agua durante preparación y construcción de proyecto •Cambio en el escurrimiento de agua •Cambio en la permeabilidad del suelo (aunque la construcción va hacer con pilotes, esta área estará techada) 	<ul style="list-style-type: none"> •Hábitat •Suelo •Acuífero •vegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de agua en cuerpos de agua •Interceptación de lluvia por cobertura vegetal •Vegetación favorece la infiltración y recarga de acuíferos 	<ul style="list-style-type: none"> •Preparación del sitio •Construcción 	
Aire	Sin cambios	Contaminación por ruido y polvo en un lapso parcial	<ul style="list-style-type: none"> •Clima y sensación térmica •Atmosfera •Desastres naturales (huracanes, tornados, incendios) 	<ul style="list-style-type: none"> Generación de gases de efecto invernadero temporalmente Generación de ruido y polvo por maquinaria 	<ul style="list-style-type: none"> •Preparación del sitio •Construcción 	
Suelo	Sin cambios	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio de uso de suelo en 0.086 ha •Perdida de permeabilidad •Erosión hidrológica 	<ul style="list-style-type: none"> •Vegetación •agua 	<ul style="list-style-type: none"> •Propiedades físicas y químicas del suelo •Humedad de suelo •Protección contra erosión 	<ul style="list-style-type: none"> •Preparación del sitio •Construcción 	
Paisaje	Sin cambios	Cambio del paisaje visual	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio visual de paisaje •Cambio de usos de suelo •Económico 	<ul style="list-style-type: none"> Hábitat y refugio para flora y fauna Socioeconómico 	<ul style="list-style-type: none"> •Preparación del sitio •Construcción 	
SOCIAL Y CULTURA						
Socioeconómico y cultural	En el polígono del SA aun se conserva la vegetación de duna costera. En el SA no hay economía aparente.	<ul style="list-style-type: none"> •Empleo temporal en todas las fases del proyecto •Cambio en la oferta y demanda de bienes de uso común •Alteración en valores culturales (idioma, costumbres y tradiciones) •Cambio en el uso y demanda 	<ul style="list-style-type: none"> •Empleo •Económico 	<ul style="list-style-type: none"> •Generación de empleo en diferentes sectores •Infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> •Preparación del sitio •Construcción •Operación 	

			de vías de comunicación •Cambio en el volumen de residuos sólidos urbanos generados			
	Salud	---	Modificación en el número de personas adscritas al régimen de servicios médicos institucionales	•Económico	Personal adscrito a sector salud	•Preparación del sitio •Construcción Operación

Actualmente, la vegetación que presenta el SA es de duna costera en perfecto estado de conservación, no hay presencia de algún cambio de usos de suelo dentro de este. Sin embargo, al norte con el límite del polígono de SA se encuentra un hotel (Two wáter Caphe Ha Ocean Villa). Y más al norte (a 390.5 m del SA) se encuentra una zona de camping (The vegas beach), por lo tanto, la economía no se verá afectada, al contrario, hará que haya una fuente de empleo temporal local.

El porcentaje de afectación en el medio físico de los diferentes componentes que se identifican como impactos por la implementación del proyecto al SA es de 0.49%. Sin embargo, se implementarán las medidas de mitigación como el rescate y reubicación de flora y fauna (ANEXO 11), así como demás medidas de mitigación y compensación que se describen con más detalle en los capítulos posteriores.

IV.3.3. Medio Abiótico

IV.3.3.1. Clima y fenómenos meteorológicos

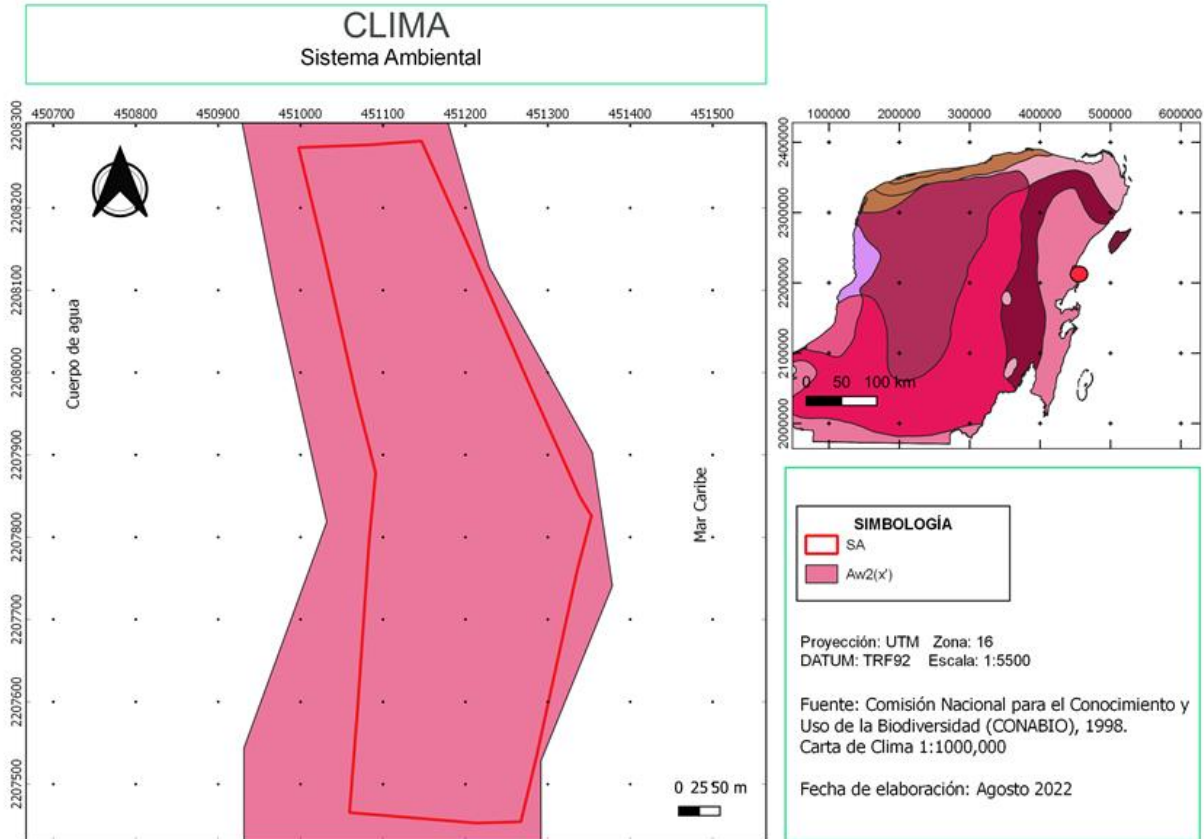
IV.3.3.1.1. Clima

El clima en la zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio de 1300 mm, cuyo subtipo climático es Aw2 (x'), con un porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 mm, con base en la clasificación del INEGI de la carta de Climas 1:1000000, este resulta ser el más húmedo de los subhúmedos (Orellana, s.f.)²².

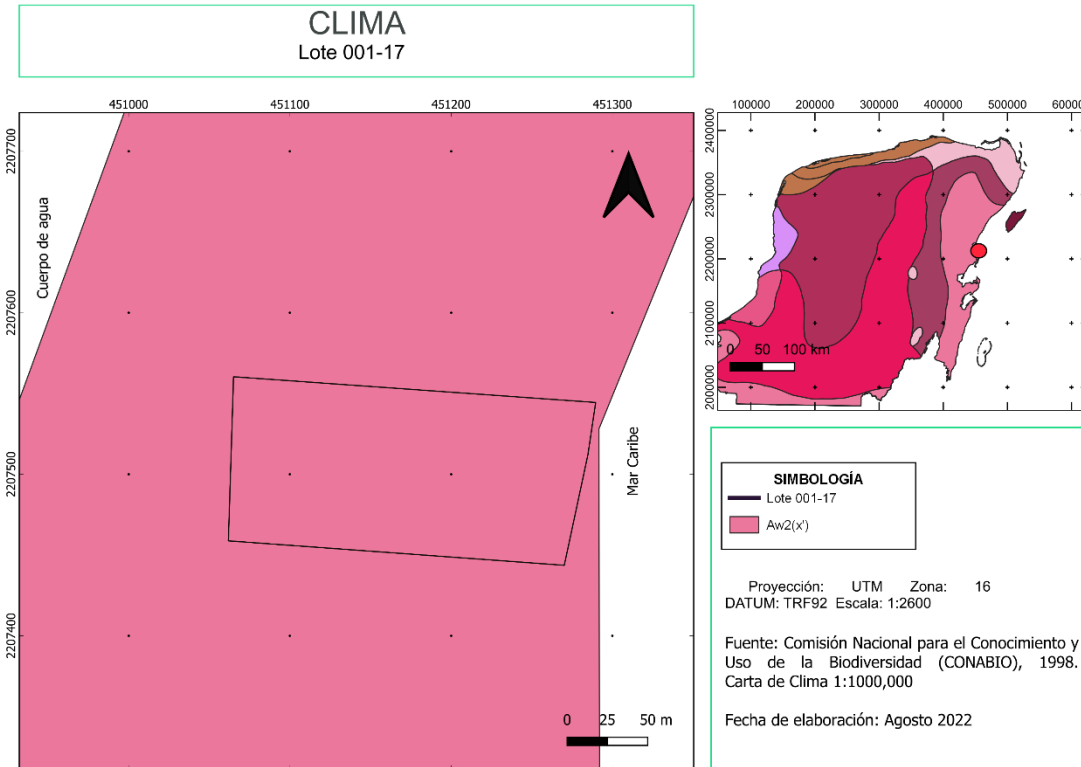
El clima en el Municipio de Tulum, presenta una temperatura media anual de 25.45°C con una evaporación media de 1,546.03 mm, tanto la temperatura como la evaporación corresponden a periodos de 1951 al 2010²³.

²² Orellana Lanza Roger. S.f. Climas. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.

²³ <https://tulum.gob.mx/Pdfs/2daXls/proteccion/2019/ATLAS%20DE%20RIESGOS%20NATURALES%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20TULUM%20QUINTANA%20ROO.pdf>



Mapa 3. Clima del Sistema Ambiental.



Mapa 4. Clima en el Predio del proyecto.

IV.3.3.1.2. Fenómenos meteorológicos²⁴

La ubicación geográfica del Municipio de Tulum, hace que su mayor afectación de manera directa o indirecta sea por los fenómenos meteorológicos que se forman en el Mar Caribe cuyas dimensiones pueden ser hasta de toda la superficie de la plataforma calcárea yucateca, por lo que, cualquier fenómeno de esa naturaleza puede azotar la costa oriental de la península y por consecuencia a la porción geográfica correspondiente al Municipio de Tulum.

Estos fenómenos meteorológicos han afectado a los pobladores de la península desde tiempos remotos. Históricamente los huracanes que han afectado a la Península de Yucatán desde el año de 1955, por los huracane Hilda y Janet, posteriormente en 1974, Carmen azoto fuertemente la parte oriental de la península causando fuertes daños la Ciudad de Chetumal. En 1988, el huracán Gilberto afecto enormemente la parte nororiente de Yucatán, dicha afectación pudo haber sido una de las causas de los incendios forestales registrados un año después. Para 1994, Roxana produjo grandes inundaciones afectando a las vías de comunicación y la producción agrícola. En el 2002, el huracán Isidoro ocasionó un estado de emergencia dejando miles de pérdidas en materiales y producción agrícola.

En cuanto a la vulnerabilidad de los geosistemas que conforman el entorno natural dentro del Municipio de Tulum, depende de la sensibilidad de los mismos para cambiar. Tanto el grado de respuesta como el grado de adaptación o absorción a

²⁴ Atlas de riesgo Naturales del Municipio de Tulum Quintana Roo 2015.

los cambios o trastornos que alteren a los sistemas definen al grado de vulnerabilidad. Por lo tanto, los sistemas naturales a lo largo de la costa de Quintana Roo tienen la capacidad de absorber con respecto al potencial aumento en el nivel de mar generado por el cambio climático, tal y como lo han hecho durante los últimos miles de años como una respuesta a los cambios graduales suscitados durante el Holoceno Tardío. El incremento en el nivel del mar que se prevé en el futuro no será simplemente inundación, como se ha proyectado, sino se deberá presentar una reorganización de la dinámica física de los materiales sedimentarios, ya que deberá presentarse un cambio en la línea de playa produciendo alteraciones en el suministro de arenas y en consecuencia en el gradiente costero. Un factor que altera con relativa frecuencia a la costa de Quintana Roo, son los procesos hidro meteorológicos, los cuales producen erosión en la barrera natural consistente en arrecifes tal y como pudo ser observada durante la afectación del huracán Wilma en 2005, en la acreción de los 80.30 kilómetros de línea de costa como resultado de la movilización de los sedimentos lagunares.

Aun cuando los huracanes pueden formarse desde principios de mayo en el Mar Caribe o en el Golfo de México, la temporada oficial de huracanes comienza el primero de junio y termina el 30 de noviembre. En la zona este del Pacífico Oriental, la temporada comienza oficialmente el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre. En la cuenca del Atlántico (la parte norte del Atlántico, el Golfo de México y el Mar Caribe) la temporada de huracanes llega a su punto más alto desde mediados de agosto hasta octubre. La mayoría de huracanes toca tierra en septiembre, aunque esto no significa que no ocurran poderosas tormentas durante otros meses de la temporada.

La afluencia de los ciclones del Atlántico hace que en la región de la Península de Yucatán se registren las más elevadas precipitaciones. Es por eso que la península se encuentra en una región ciclónica de muy alto riesgo. Por otro lado, los registros de la Comisión Nacional del Agua (CNA), revelan que durante los últimos cien años más de 400 huracanes entraron a tierra por la zona costera de los estados de Baja California Sur, Sinaloa, Michoacán, Guerrero, Quintana Roo y Tamaulipas. Es decir, cada año cerca de cuatro huracanes entran a territorio mexicano, ya sea por el Océano Pacífico, el Golfo de México o el Mar Caribe. Durante el siglo pasado, los estados de la península registraron el ingreso de huracanes en el siguiente orden: Quintana Roo, con 86 impactos; seguido por Yucatán con 38 y Campeche con 37, según los datos estadísticos de la CNA y el Servicio Meteorológico Nacional.

Con relación a los fenómenos del Niño y Niña, el comportamiento de los huracanes que han impactado la península, permite precisar que existe una alta correlación entre la fase de Niña y el número de huracanes en la península. De acuerdo al número de huracanes impactados en la península y la relación de años Niño y Niña encontrados en la literatura, nos permite inferir que durante eventos Niño se presentaron sólo 11 huracanes mientras que en fases de Niña hubo un total de 34 fenómenos, de los 58 registrados para el período de análisis.

La distribución espacial de los impactos en tierra de huracanes intensos, que alcanzaron categorías H3 a H5, se concentra en las zonas norte y sur del estado.

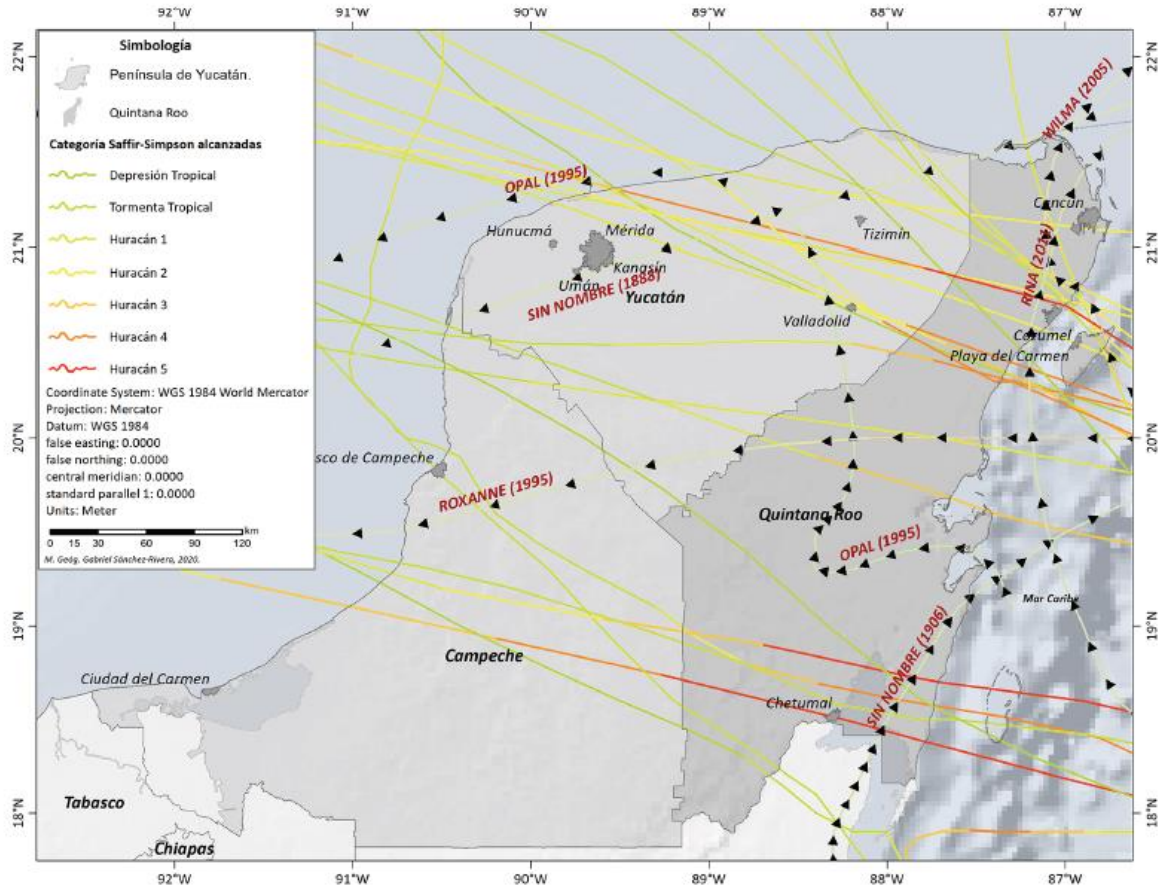


Figura 1. Huracanes que impactaron a Quintana Roo con categoría de H3 y H5, tomado de Sánchez-Rivera et al., 2021²⁵.

En el 2020 se registró en la península el impacto directo de 4 ciclones: *Amanda-Cristóbal*, *Gamma* estos dos como tormenta tropical, *Delta* (H4) y *Zeta* (H2), hecho que no había vuelto a ocurrir desde el año 2005 cuando 4 ciclones ingresaron a la PY. Con excepción de *Cristóbal*, los 3 ciclones restantes ingresaron por la zona noreste de Quintana Roo, con trayectorias uniformes con rumbo aproximado SE-NO²⁶.

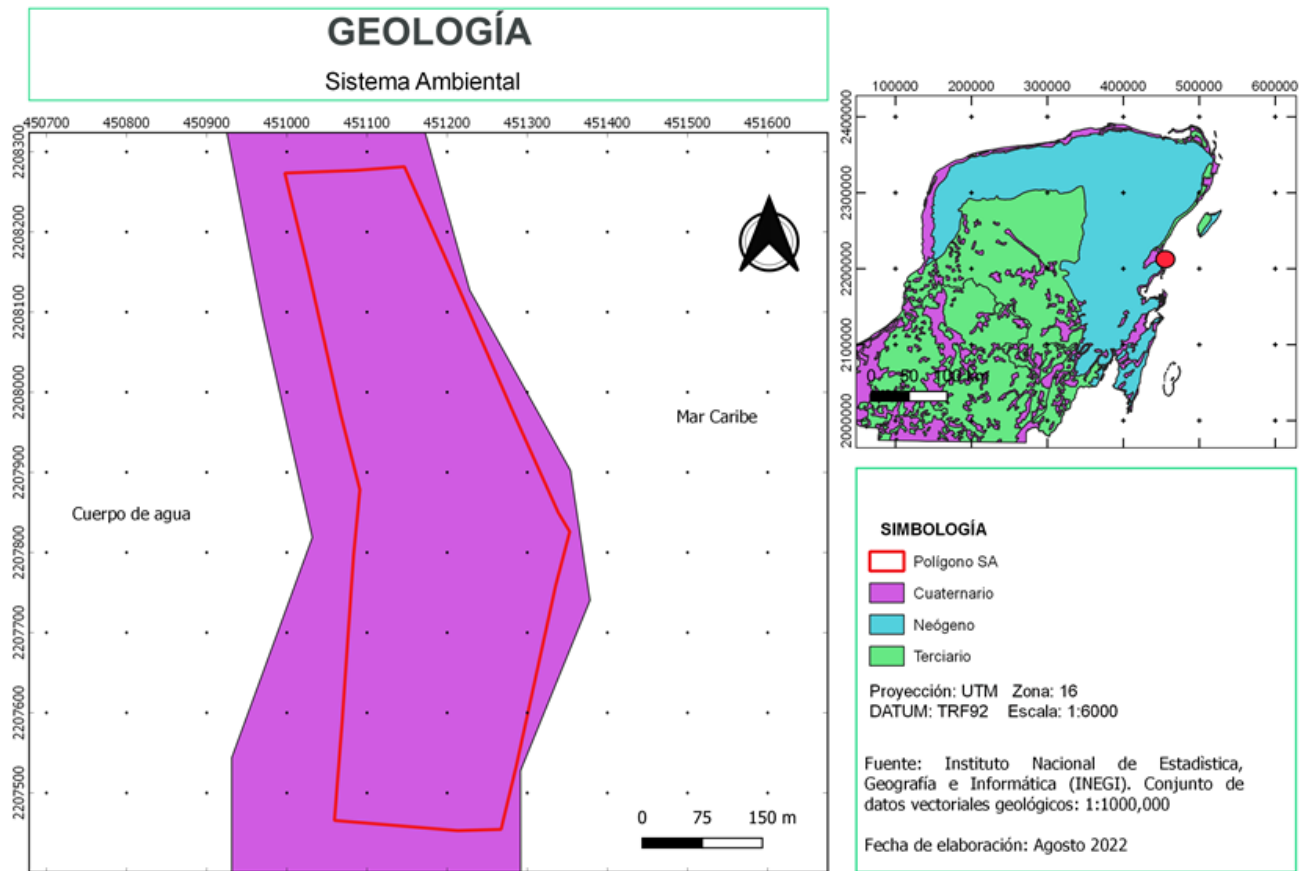
IV.3.3.2. Geología y geomorfología

Por las características geológicas de la Península, ésta no es susceptible a fenómenos geológicos como terremotos, derrumbes o hundimientos, actividad volcánica, etc. por lo que el presente proyecto no es susceptible a ser dañado por alguno de estos fenómenos geológicos. En cambio, lo que se debe tomar en cuenta son los fenómenos meteorológicos representados desde las tormentas tropicales

²⁵ Sánchez-Rivera G., Frausto-Martínez O., Cervantes-Martínez A. 2021, Capítulo XII Análisis histórico (1851-2019) de huracanes extremos en Quintana Roo, México.

²⁶ ²⁶ Sánchez-Rivera G., Frausto-Martínez O., Cervantes-Martínez A. 2021, Capítulo XII Análisis histórico (1851-2019) de huracanes extremos en Quintana Roo, México.

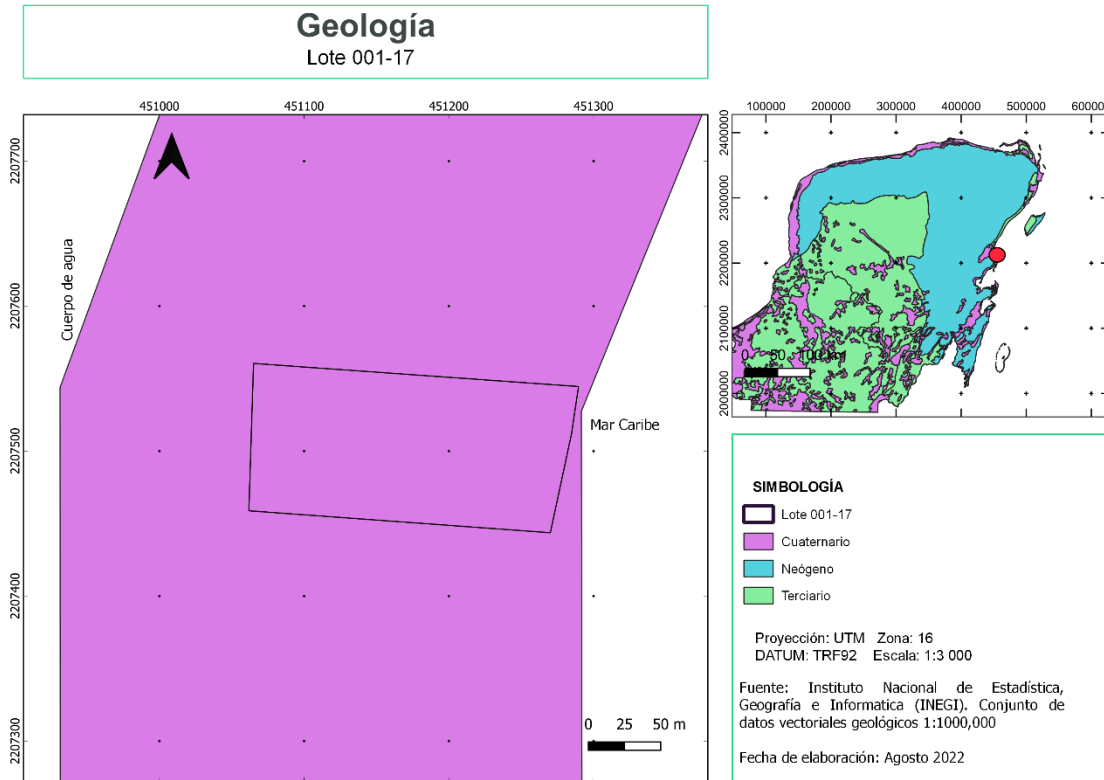
hasta los huracanes debido a la velocidad de los vientos que presentan, lo que podrían ocasionar daños al proyecto durante la etapa de construcción.



Mapa 5. Geología del Sistema Ambiental.

Con base en la Carta Geológica 1:1'00000 del (INEGI, s.f.) el predio presenta una clase sedimentaria, con tipo de roca caliza, proveniente de la Era geológica Cenozoica, del sistema Cuaternario y Neógeno. A nivel de municipio, el Cuaternario ocupa el 3.6% y la Neogena el 94.4% del territorio de Tulum (INEGI, 2009)²⁷

²⁷ INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística 23009.

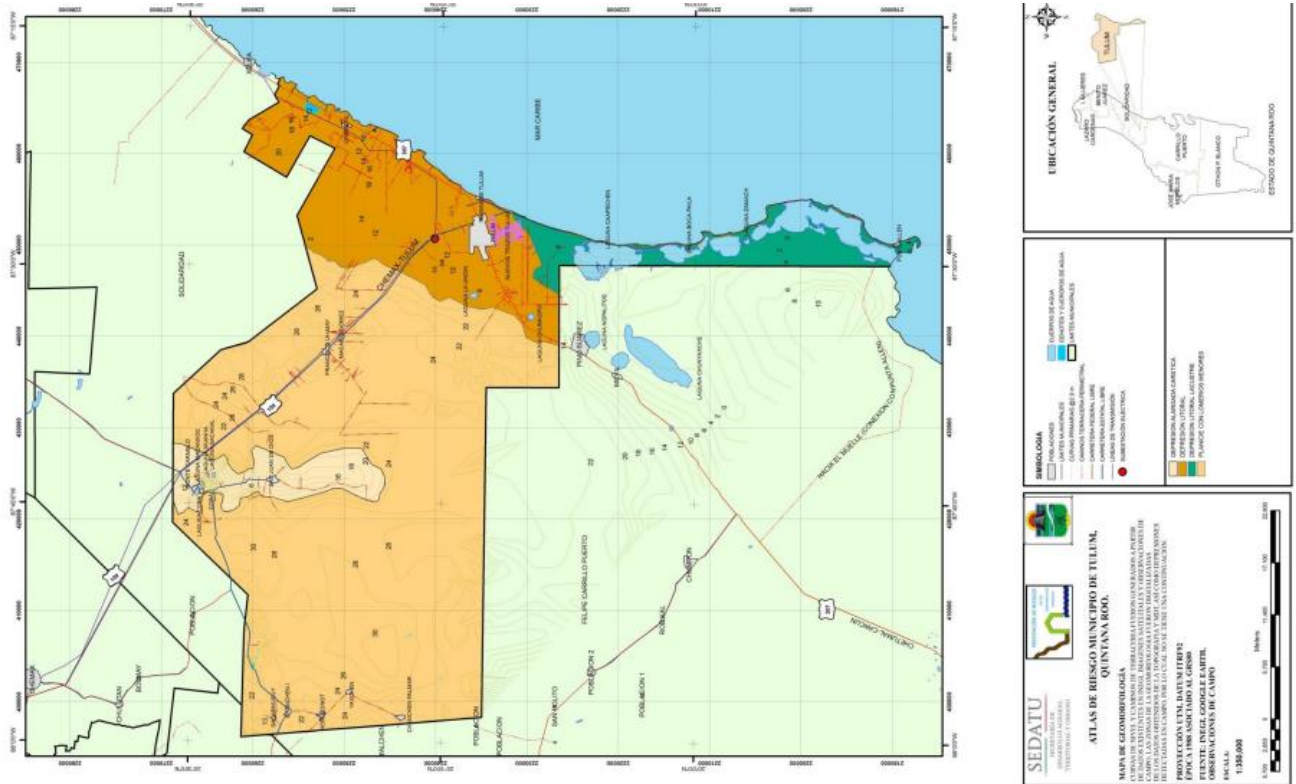


Mapa 6. Geología en el predio del proyecto.

La Península de Yucatán muestra dos unidades morfológicas principales: La primera está ubicada al norte, y en ella predominan las planicies y las rocas sedimentarias neogénicas; en el sur, las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m s.n.m. en rocas sedimentarias oligogénicas. Esta configuración expresa un levantamiento a partir del mioceno en la porción meridional, misma que continua en el Plioceno y en el Cuaternario en dirección al NE. Lo anterior permite suponer que el levantamiento de mayor duración en la parte meridional esté afectado en mayor grado por una erosión diferencial que origina un relieve de lomas y planicies; mientras que en el norte se produce un relieve muy joven de planicies basculadas y, por su constitución de rocas muy resistentes, una disección en el suelo, controlada por la fractura de rocas, resultando un sistema completo de formas kársticas. La estructura general del relieve de la península tiene una relación estrecha con la estructura geológica profunda, aparentemente constituida en dos grandes bloques.

En lo que respecta al Municipio de Tulum, la geomorfología del sitio está dividida en 4 tipos:

Tipo	Área (Km2)	Porcentaje
DEPRESIÓN ALARGADA KÁRSTICA	106.85	5.24%
DEPRESIÓN LITORAL	403.278	19.76%
DEPRESIÓN LITORAL LACUSTRE	172.7	8.46%
PLANICIE CON LOMERÍOS MENORES	1358.112	66.54%



Mapa 7. Geomorfología Municipio de Tulum, tomado de Atlas de riesgo naturales del municipio de Tulum, Quintana Roo, 2015.

IV.3.3.2.1. Fallas y fracturas

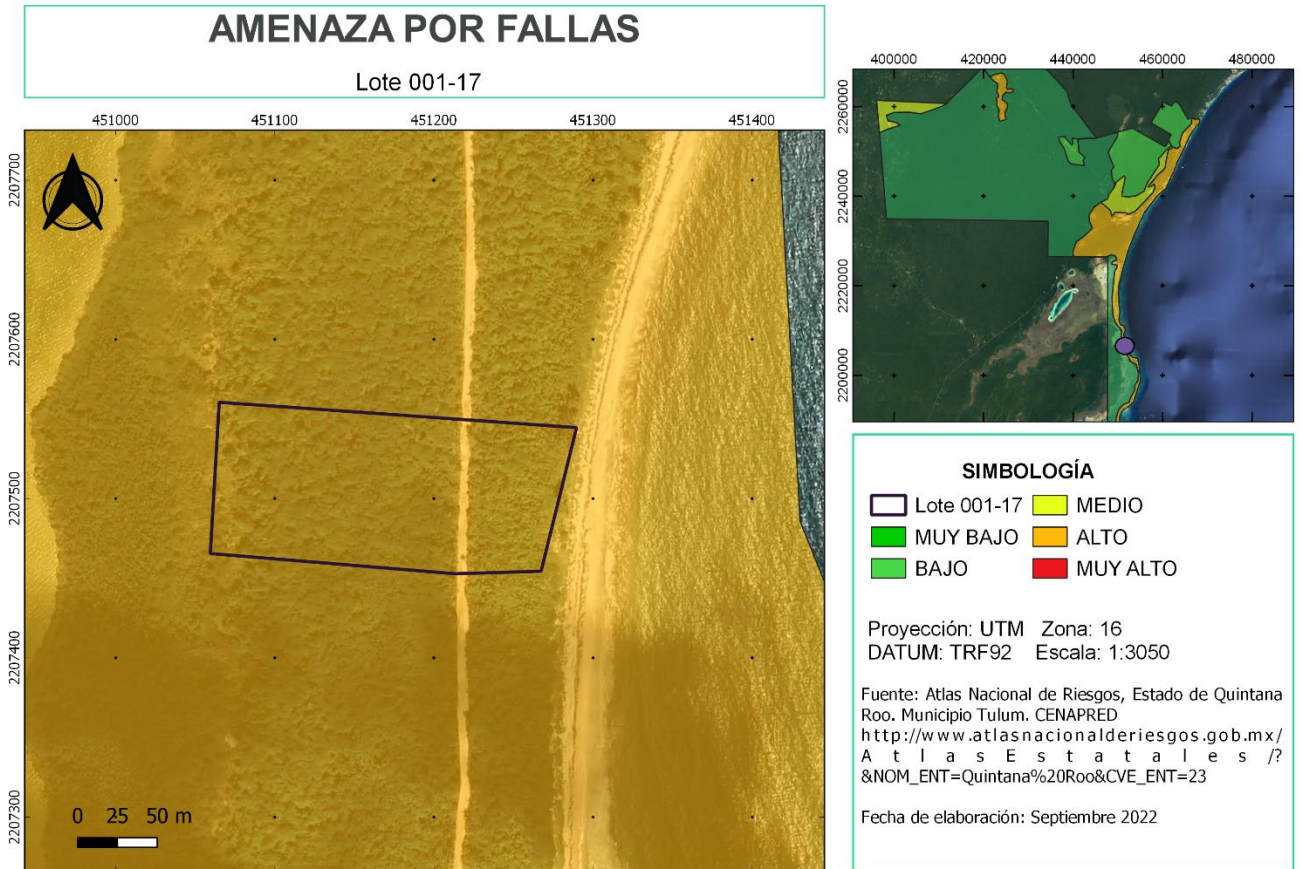
Este fenómeno geológico es de gran importancia dentro de los procesos que generan no sólo los peligros y riesgos dentro del territorio municipal de Tulum, ya que por el contexto litológico que constituye al terreno la presencia de falla y fracturas vulnera a las rocas calcáreas acelerando su disolución y por lo tanto se intensifica la presencia de cavidades subterráneas que pueden colapsar poniendo en riesgo no sólo a la población, sino también, a la infraestructura con la que cuenta el municipio. Hasta ahora no existen estudios que puedan mostrar la condición de peligro inminente o potencial, no sólo de los colapsos por crecimiento de las cavernas en el subsuelo, Las fallas juegan un papel de gran relevancia en la configuración del paisaje kárstico del terreno municipal, la costa en general son el producto de procesos geológicos estructurales. Las fallas registradas junto con el relieve casi plano del territorio, son el marco geológico propicio para controlar la posición de las formas kársticas, ya que en ellas se produce la disolución con mayor

Las fallas en Tulum, aunque no representan un peligro significativo, si representan un riesgo y amenaza.



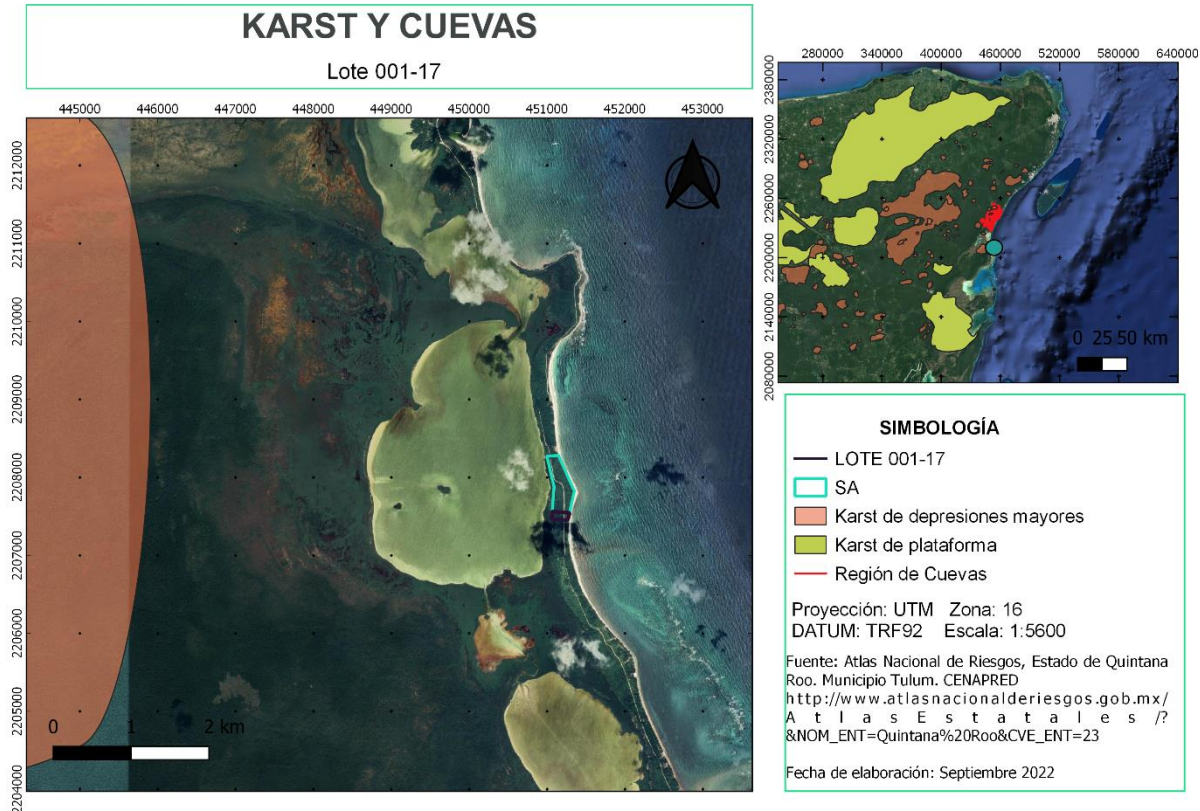
Mapa 8. Riesgo de fallas en el SA y en el predio del proyecto.

En cuanto al análisis de vulnerabilidad se considera que ésta se tiene desde el punto de vista físico, a un nivel de afectación a construcciones se debe considerar como muy susceptible a presentar estas afectaciones, ya que solamente es posible observar que, tanto en la Ciudad de Tulum, como en la carretera costera, se presentan hundimientos afectando a las vías terrestres. Intensidad.



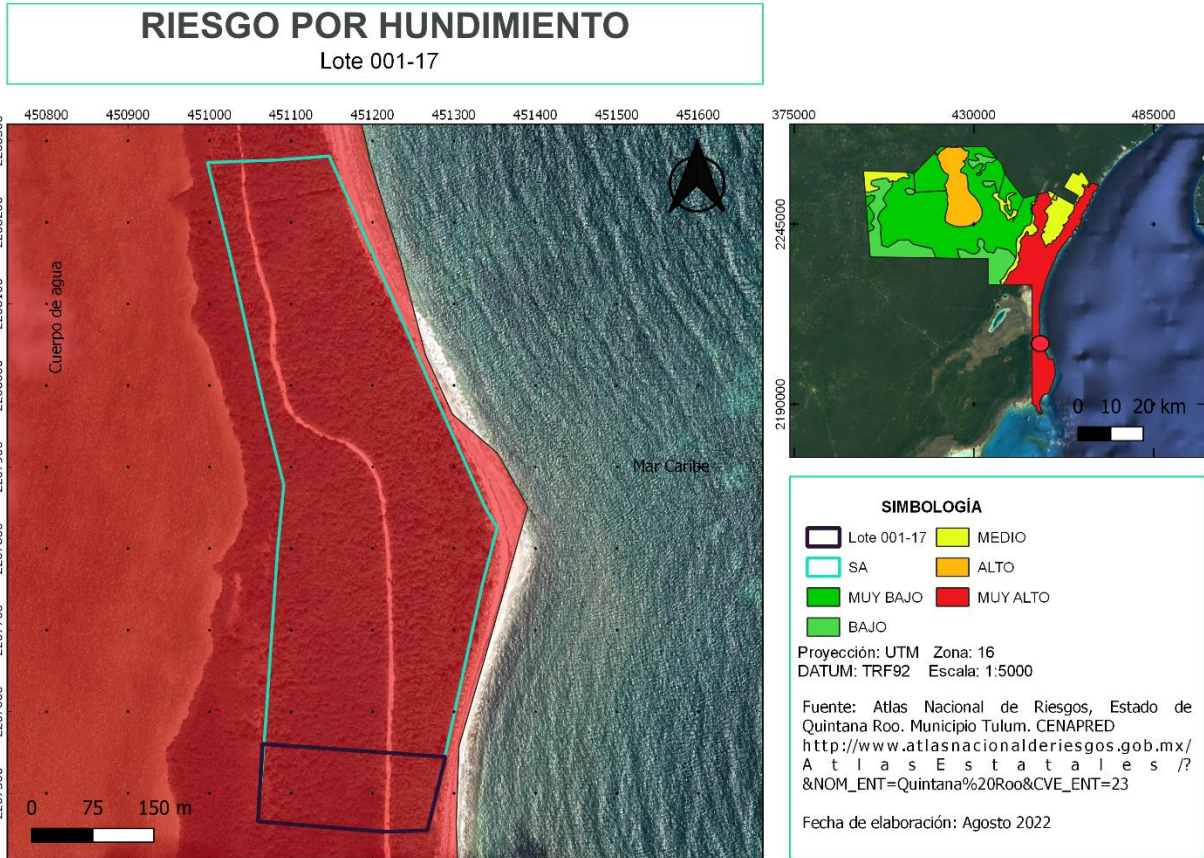
Mapa 9. Amenaza por fallas en el predio del proyecto.

Por otro lado, los hundimientos pueden definirse como movimientos lentos o rápidos descendentes del terreno, provocados por condiciones de inestabilidad de los materiales subyacentes, generando la apertura de oquedades en la superficie de dimensiones y geometría variable, que puede ser colmatada generando formas del relieve embudiformes, como es el caso de los procesos con mayor presencia dentro del territorio Municipal de Tulum.



Mapa 10. Cuevas y zona kárstica en la zona del proyecto.

Los hundimientos se pueden generar por causas fundamentalmente naturales. En Tulum es por el desarrollo de procesos de karstificación, ya que las rocas carbonatadas conforman prácticamente todo el terreno municipal, lo que determina el desarrollo de formas, tales como; dolinas, úvalas, cenotes y de numerosas cavidades en el subsuelo. Con el paso del tiempo, el techo de estas cavidades puede ceder, desarrollándose dolinas “pozo” o incluso simas de tamaño y morfología sumamente variable. Una característica sobresaliente que se presenta dentro del terreno del Municipio de Tulum, es que estas formas kársticas alcanzaron el nivel de aguas freáticas configurando los cenotes y las dolinas inundadas algunas como las lagunas: Laguna Verde y La Unión, en la zona de Cobá, o las lagunas La Unión y Chumkopo ubicadas dentro de la depresión donde se ubica la Ciudad de Tulum. El hundimiento se puede acelerar o desencadenarse si se construye sobre terrenos kársticos, ya que se produce una sobrecarga inducida lo que puede estar registrándose en zonas de la costa y dentro del límite urbano principalmente de la Ciudad de Tulum.



Mapa 11. Riesgo por hundimiento con un grado alto en la zona del predio del proyecto.

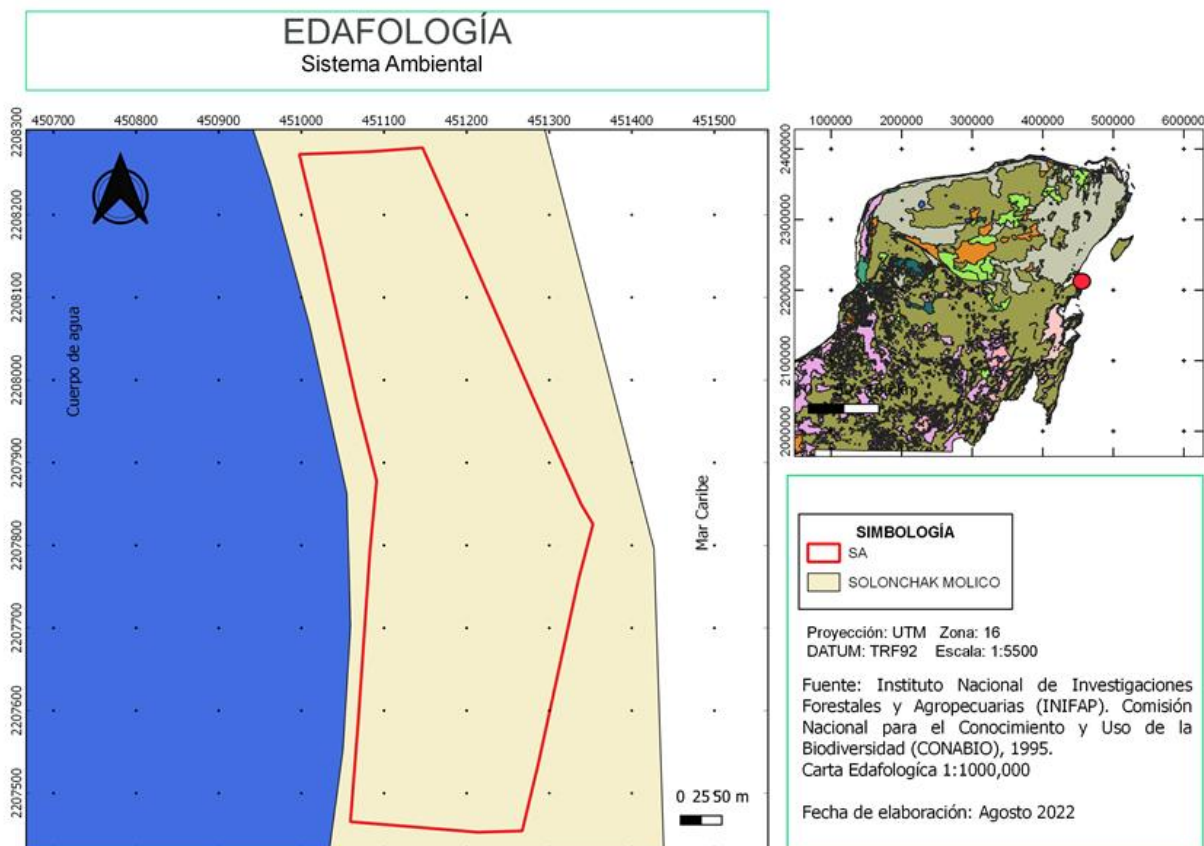
IV.3.3.2.2. Edafología

En cuanto a la edafología del Sistema ambiental, el suelo es de tipo Leptosol con el (55.81%), seguido de Phaeozem (37.37 %) y Solonchak (1.39 %), (INEGI, 2009)⁴, este último tipo de suelo (Solonchak), se presenta dentro de los primeros 50 cm de profundidad con un enriquecimiento secundario con sales fácilmente solubles en agua (horizonte Sálico). En el estado también hay presencia de Regosoles, estos tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. En Quintana Roo, los Regosoles se encuentran, por lo regular, muy cerca de las

costas y unos pocos que podríamos catalogar como inclusiones al interior de la misma por el hecho de ser suelos que no clasifican (WRB, 2011)²⁸.

De manera particular, en base a las características del suelo del predio se tiene lo siguiente:

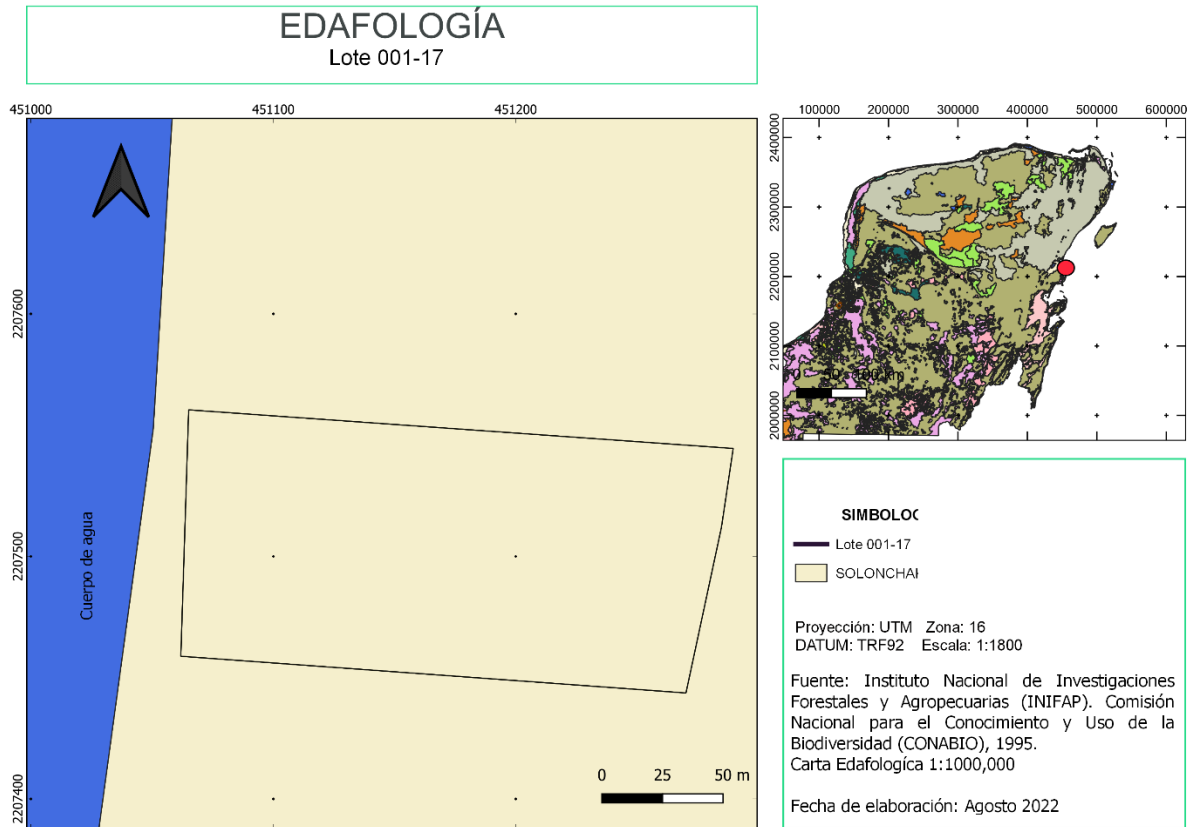
- **PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO.** El tipo de suelo preponderante del área es de tipo solonchak y poseen una profundidad efectiva de aproximadamente 125 cm y presenta un porcentaje de materia orgánica variable.
- **PENDIENTE DEL TERRENO.** De forma particular, el área del proyecto ocupa una superficie plana de entre 0-5 grados.
- **PEDREGOSIDAD DEL TERRENO.** En el predio se encontraron áreas con estructura pedregosas tanto superficial-interna y granular fina con grado de desarrollo débil y con fertilidad baja-moderada.
- **DRENAJE DEL TERRENO.** Variable dependiendo del subsuelo, varía de coloración según la saturación periódica de agua.



Mapa 12. De edafología del predio y sus colindancias.

²⁸ WRB (World Reference Base of Soil), (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 117 p.

En cuanto a la edafología del Sistema ambiental, el suelo es de tipo Leptosol con el (55.81%), seguido de Phaeozem (37.37 %) y Solonchak (1.39 %), (INEGI, 2009)⁴, este último tipo de suelo (Solonchak), se presenta dentro de los primeros 50 cm de profundidad con un enriquecimiento secundario con sales fácilmente solubles en agua (horizonte Sáfico).



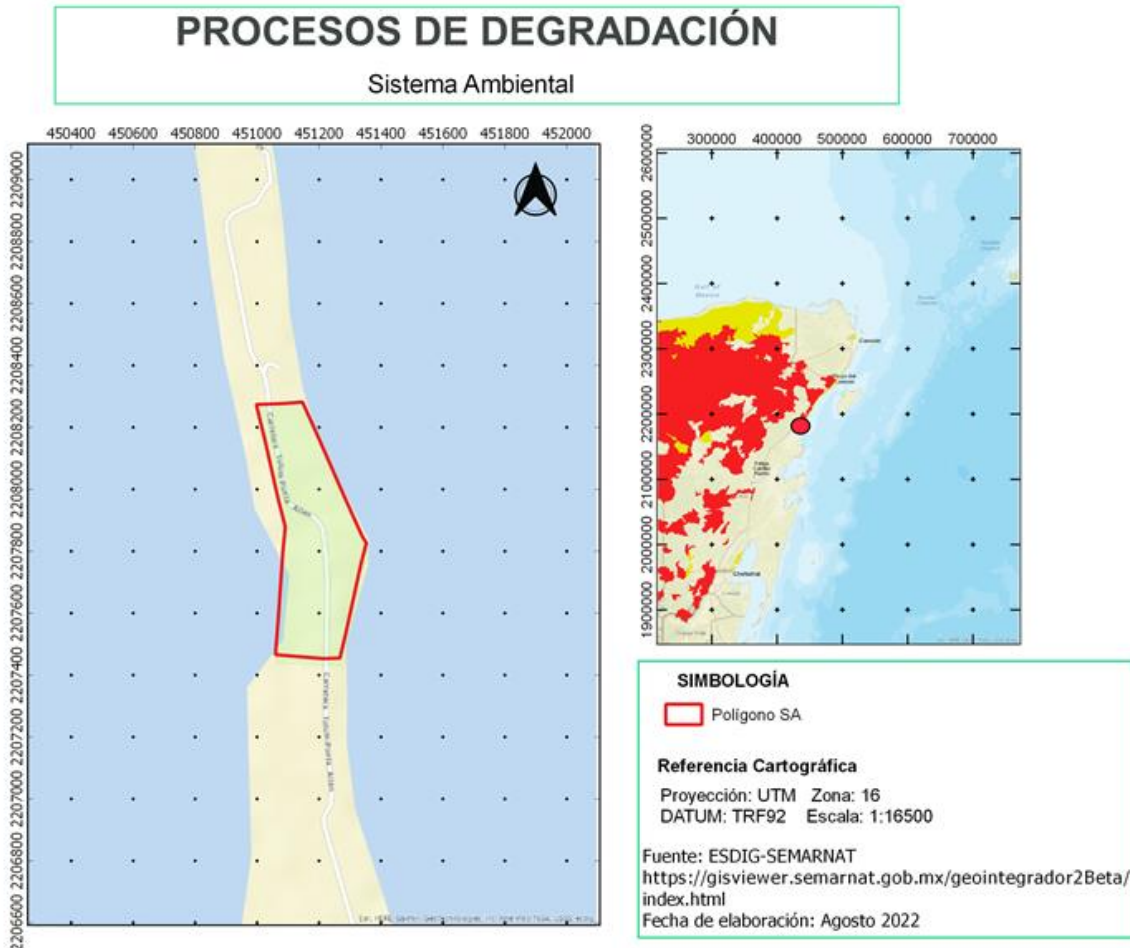
Mapa 13. Edafología en el predio del proyecto.

IV.3.3.2.2.1. Estado de conservación del suelo

La degradación del suelo se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998).

En la cuenca existe una degradación física y química en la zona costera, entendiéndose por degradación física a un cambio en la estructura del suelo cuya manifestación más conspicua es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua, y la degradación química involucra procesos que conducen a la disminución o eliminación de la productividad biológica del suelo y

está fuertemente asociada con la presencia de actividades agrícolas (SEMARNAT, 2007)²⁹. Sin embargo, el proyecto se encuentra fuera de esta zona de degradación.



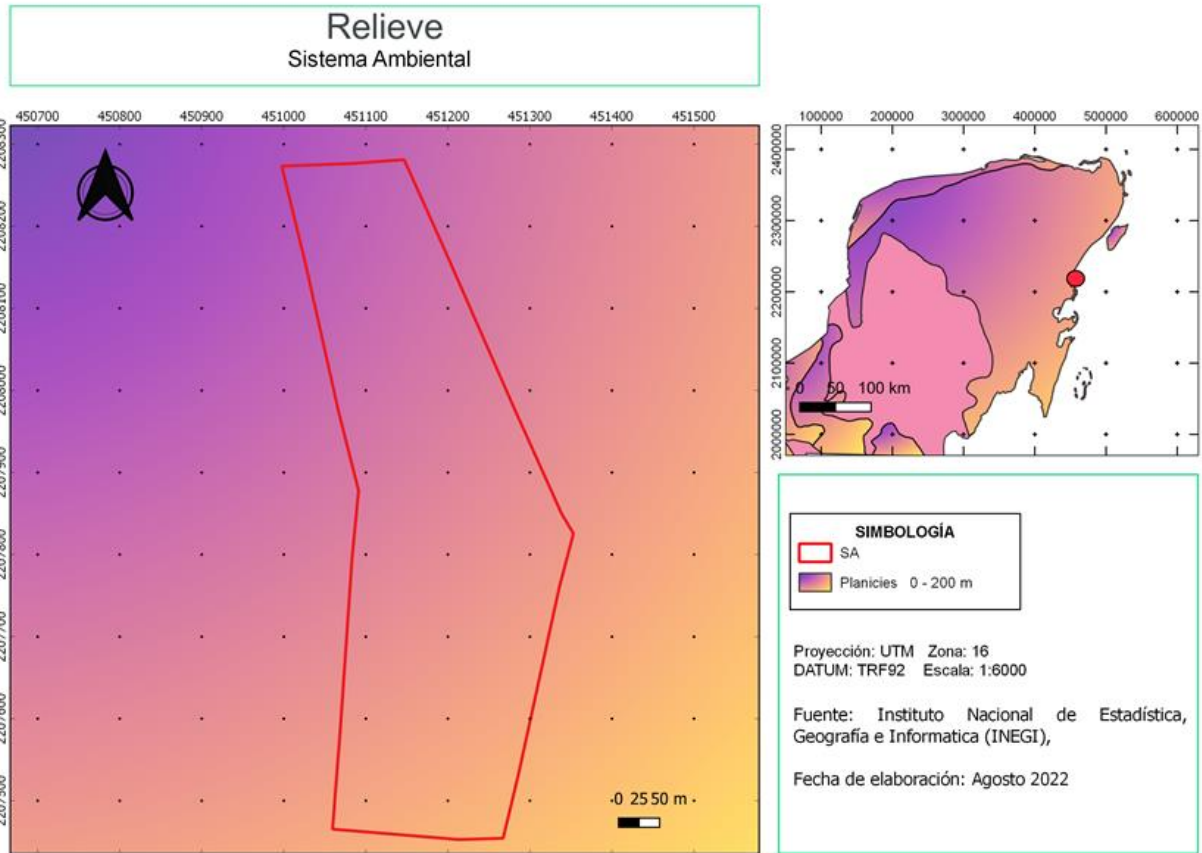
Mapa 14. Procesos de degradación de suelo en el sistema ambiental.

IV.3.3.2.2 Relieve

Para la estimación de la pendiente media del terreno se trabajó con el lienzo clasificado en alturas sobre el nivel del mar, con base en la estimación del relieve del terreno, se observó que existe una sola pendiente con una muy poca inclinación (2-5).

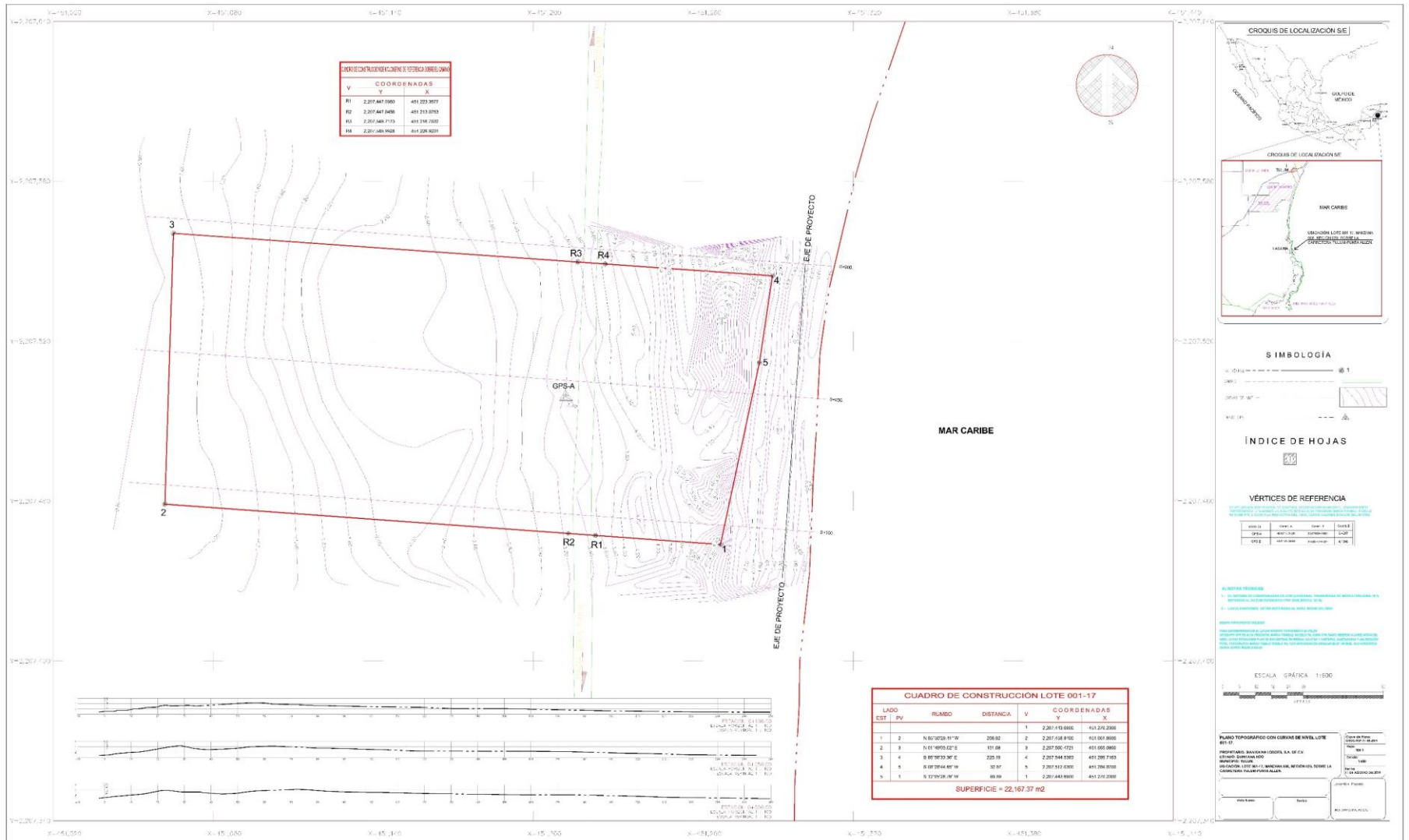
Cuadro 4.16. Inclinación de la pendiente (en grados)
0-2 (planas)
2-5 (muy poco inclinadas)
5-10 (poco inclinadas)
10-15 (medianamente inclinadas)

²⁹ SEMARNAT, 2007. **Suelos. Capítulo 3.** 36pp.



Mapa 15. Relieve en el sistema ambiental, terreno plano menor a 200 m.

En cuanto a la topografía del terreno se presenta con alturas dominantes de 3.4 msnm y algunos montículos de hasta 5 msnm al noroeste en la parte de la duna costera, en donde se ha depositado con espesor la arena de playa, extendiéndose hacia el oeste dominando alturas de 2.0 msnm.



Mapa 16. Plano del predio con curvas de nivel.

IV.3.3.3. Agua

IV.3.3.3.1. Acuífero Península de Yucatán³⁰

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se ubica en la franja tropical, por lo que domina el clima cálido subhúmedo, ya que se presenta en más del 90 por ciento de su superficie

El acuífero queda comprendido dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, que conforma la Plataforma Calcárea de Yucatán, misma que se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la porción norte de la Península y lomeríos prolongados. La altitud de la Península es en general inferior a los 100 metros sobre el nivel del mar.

La topografía de la región es muy suave, el suelo es altamente permeable y la existencia de fallas y fracturas en su conjunto, favorecen la infiltración del agua al subsuelo, que aunada a la naturaleza calcárea de las rocas producen el medio kárstico, característico de la región y originan la recarga del acuífero, que es la única fuente de abastecimiento de agua.

Las formas kársticas se producen por disolución del carbonato cálcico de las rocas calizas debido a la acción del agua al infiltrarse y desplazarse a través del subsuelo, que van disolviendo la roca y creando oquedades e incluso cuevas o cavernas, en las que si el techo sufre hundimiento parcial se forman dolinas y si el hundimiento o derrumbe del techo de las cavernas es total, se forman cenotes. Estas geoformas kársticas tienen formas circulares, alargadas e irregulares, y están asociadas al fracturamiento que incrementa la permeabilidad y la capacidad de infiltración, por tanto, el grado de karsticidad.

Los cenotes, característicos de la zona, son utilizados como fuentes de abastecimiento y sitios de recreación; debido a su aprovechamiento se encuentran amenazados por la contaminación del agua y deterioro del ecosistema asociado.

Otras geoformas características de la región son las lagunas y llanuras de inundación. En la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas, que fisiográficamente ha sido dividida en dos:

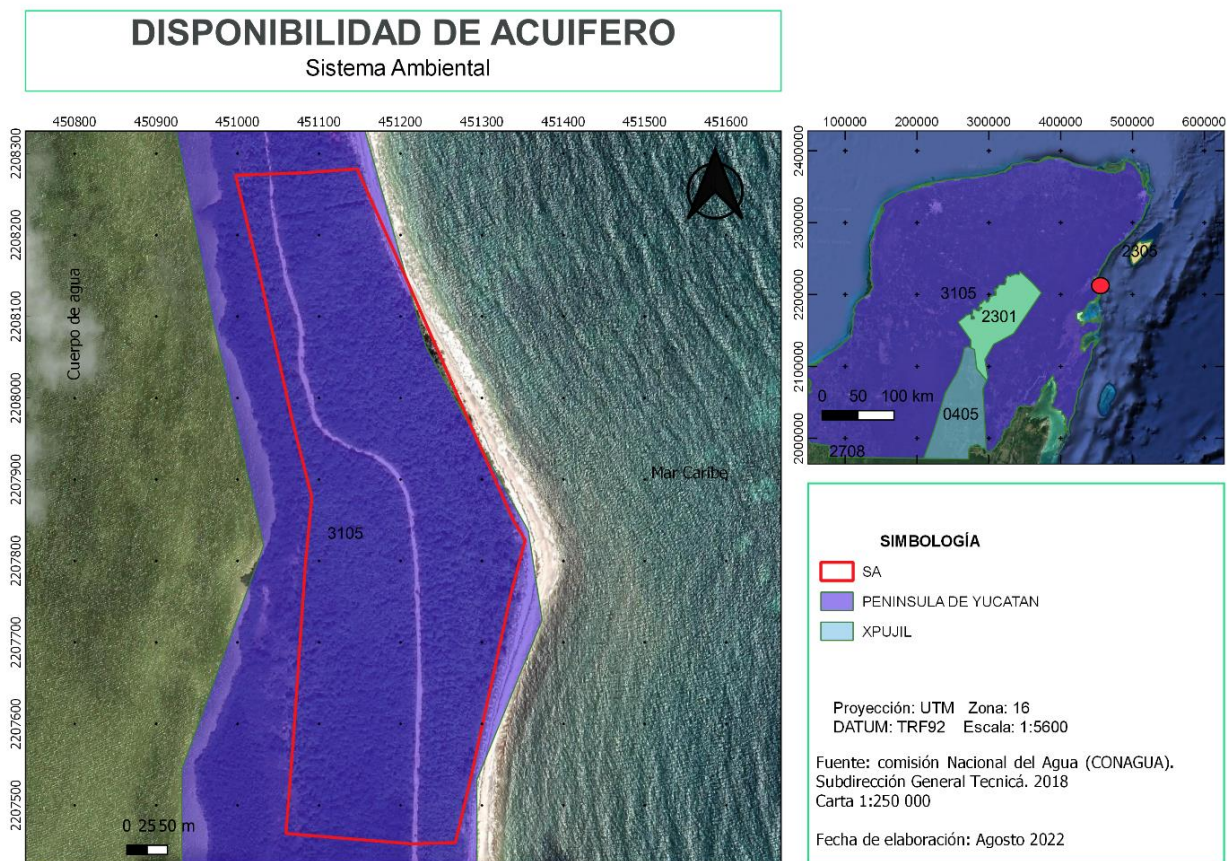
Plataforma sumergida. Está limitada por escarpes, y se caracteriza por ser una somera y amplia plataforma submarina que forma el banco de Yucatán-Campeche y corresponde a la porción de la plataforma masiva carbonatada de la Península. La Península de Yucatán está inclinada de sur a norte y limitada sobre sus tres

³⁰ Acuerdo por el que se da a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 2105, estado de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Publicado en el DOF.

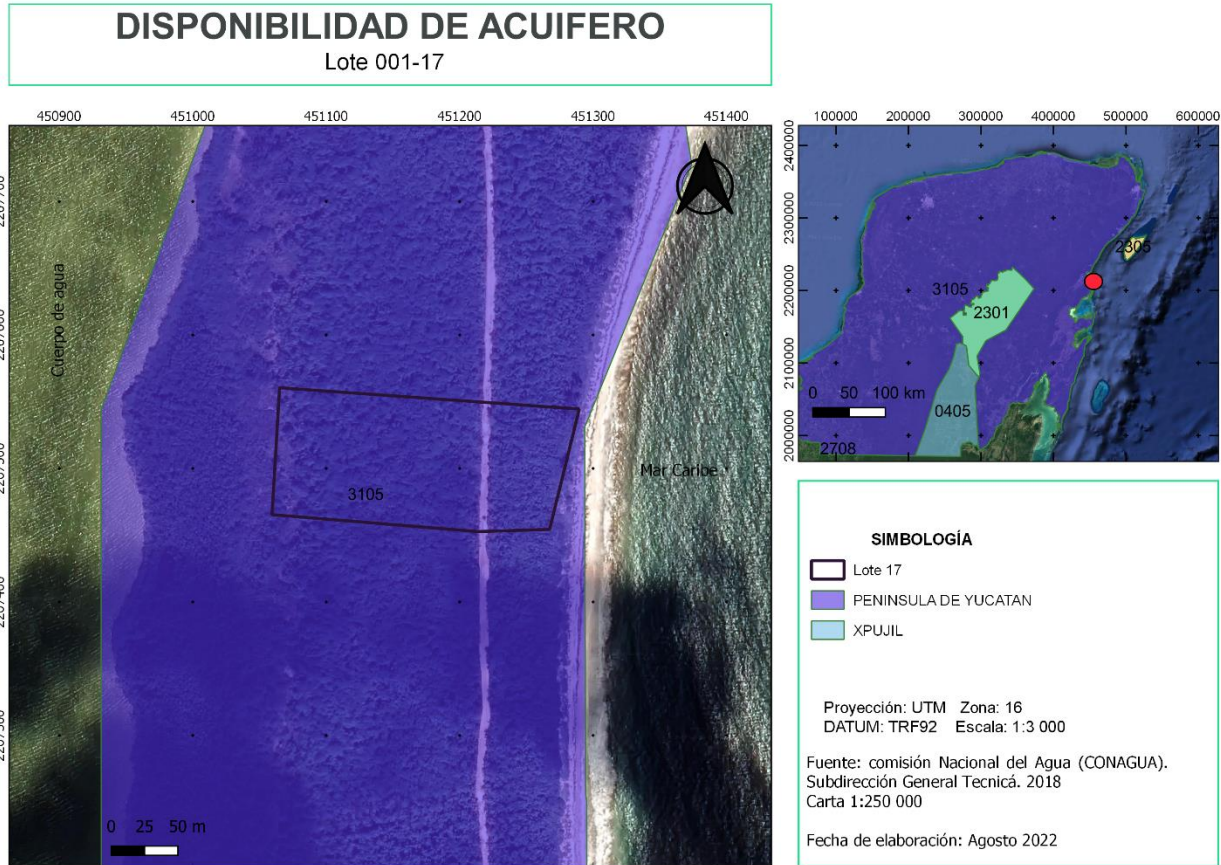
lados, por pendientes continentales y escalonadas que caen bruscamente en las profundidades abisales del Golfo de México. Su característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa.

Plataforma emergida. Está limitada por las costas y está dividida por una Planicie interior al norte y al este. Un área de elevaciones, cerros y lomas que se extiende hacia el sur. La plataforma emergida de la península de Yucatán ha sido descrita como una plataforma masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida en dos regiones fisiográficas: una planicie al norte y una región de colinas al sur que se extiende hasta el norte de Guatemala. No existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso. El suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas; sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se ubica en la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán y abarca las regiones hidrológicas número 31 Yucatán Oeste, 32 Yucatán Norte, 33 Yucatán Este y la porción noreste de la región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta.



Mapa 17. Ubicación del sistema ambiental referente a la disponibilidad de acuífero.



Mapa 18. Disponibilidad de acuífero en la ubicación del predio del proyecto.

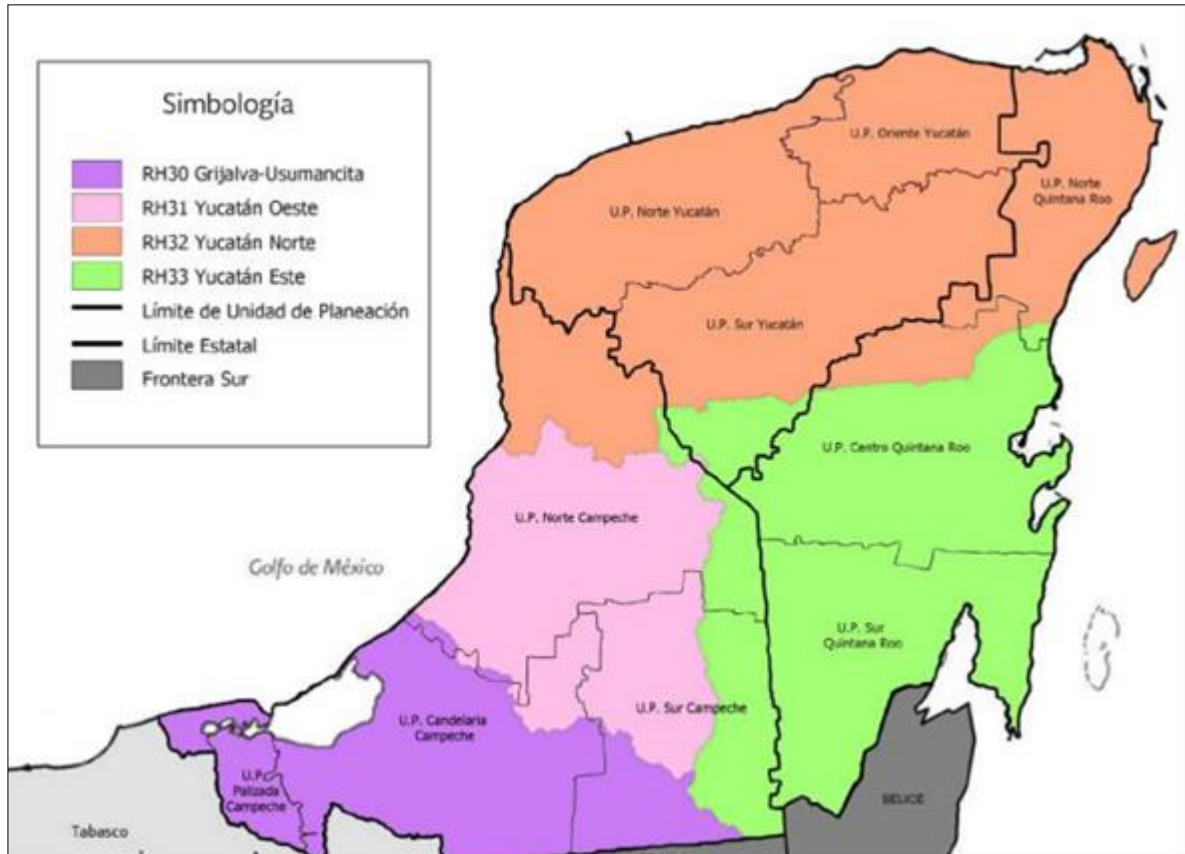
IV.3.3.3.2. Ubicación en la cuenca Hidrológica Forestal

Se han definido 757 cuencas hidrológicas en México divididas en 37 regiones hidrológicas (RH), a su vez estas se agrupan en 13 regiones hidrológico-administrativa (RHA), (CONAGUA, 2018)³¹. La Península de Yucatán se conforma por cuatro regiones hidrológicas (RH): Grijalva-Usumacinta, Yucatán Oeste, Yucatán Norte y Yucatán Este. Estas a su vez están divididas por unidades de planeación (UP), quedando tres en el estado de Quintana Roo Norte Quintana Roo, Centro Quintana Roo y Sur Quintana Roo (CONAGUA 2015)³², el área de estudio del proyecto se encuentra en la UP Norte de Quintana Roo.

³¹ CONAGUA, 2018. Atlas del Agua en México edición 2018. SEMARNAT y CONAGUA. 146pp.

³² CONAGUA. 2015. Programa Hídrico Regional 2014-2018 de la región hidrológico-administrativa XII Península de Yucatán. SEMARNAT y CONAGUA. 140pp.

Figura 2. Regiones hidrológicas en la península de Yucatán.



Fuente: CONAGUA 2010³³.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), la región Costa Maya corresponde a la región hidrológica de clave RH 33, de nombre “Yucatán Este”, la cual se divide en dos cuencas:

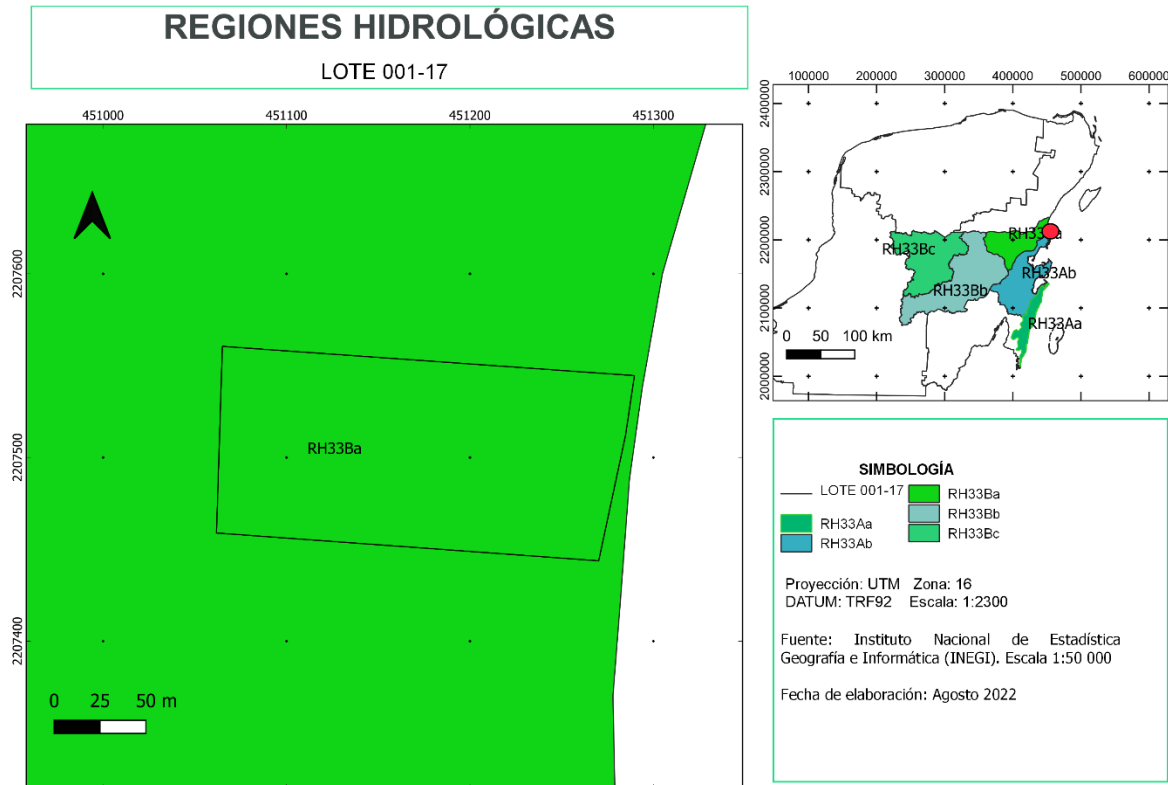
- A) Bahía de Chetumal y otras
- B) Cuencas cerradas

En la cuenca “B” Cuencas cerradas, es donde se encuentra incluido el predio del proyecto, a su vez se divide en tres subcuencas:

- a) Laguna Chunyanxchè
- b) Xpechil-Felipe Carrillo Puerto-Chunhunhab, Ycactùm
- c) Becanxhè, L. Chichncanab, Lochè, Xkanha, sin nombre

³³ CONAGUA 2010. Estadística del Agua en México.

El predio se localiza dentro de la subcuenca Laguna Chunyanxche (a), (INEGI, 2010 red Hidrológica Escala 1:50 000).



Mapa 19. Representación gráfica Regional de la cuenca donde se ubica el predio.

IV.3.3.4. Aire

El cambio climático y el deterioro de la calidad del aire son el resultado del actual modelo energético. Un modelo basado en la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), que emite CO_2 y provoca el cambio climático, y genera otros contaminantes como NO_x (óxidos de nitrógeno), SO_x (óxidos de azufre) y partículas finas que provocan la contaminación del aire que respiramos³⁴.

El volumen y características de los contaminantes emitidos, tanto local como regionalmente a la atmósfera, determinan en buena medida la calidad del aire en una zona particular. No obstante, las características climáticas y geográficas también influyen en las condiciones del aire a las que están expuestas las poblaciones. La mala calidad del aire tiene implicaciones sociales y económicas importantes, siendo quizá una de las más relevantes el de poder convertirse en la principal causa ambiental de muertes prematuras a nivel mundial.

Actualmente en México existen 34 Sistemas de Monitoreo de Calidad de Aire (SMCA), distribuidos en 30 entidades federativas. Quintana Roo y Baja California Sur son las

³⁴ <https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Aire.html>

únicas entidades que no poseen un SMCA en su territorio. En su conjunto, estos SMCA agrupan un total de 249 estaciones de monitoreo/muestreo repartidas en un total de 103 ciudades y zonas metropolitanas.



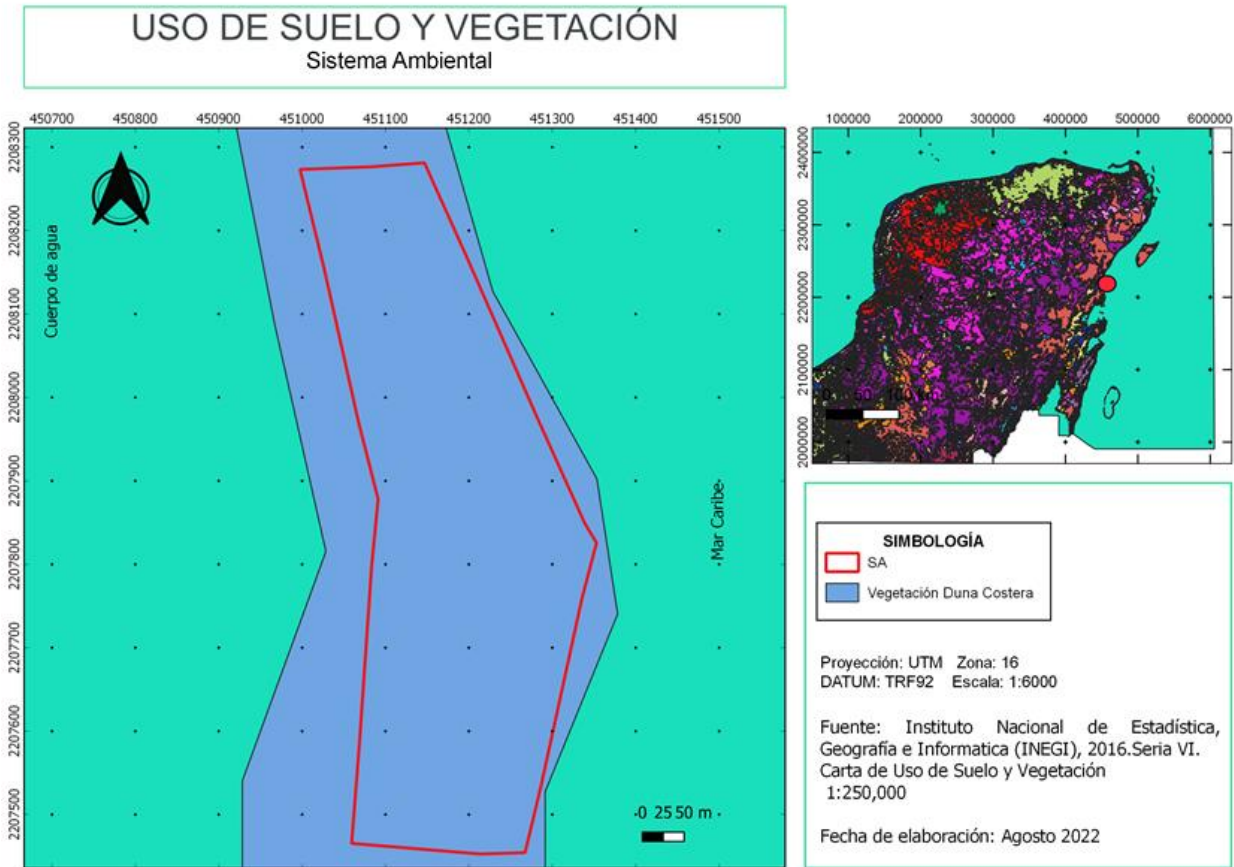
Figura 3. Calidad de aire en la Península de Yucatán. Como se observa la calidad de aire es bueno (color verde). Fuente: <https://www.iqair.com/mx/mexico>.

IV.4. Medio biótico

IV.4.1. Uso de suelo y vegetación en Sistema Ambiental

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI, escala 1:2500000, el tipo de vegetación que se distribuye en el sistema ambiental y en las colindancias es vegetación de duna costera.

En los recorridos de campo se observó la presencia de pequeños manchones de palmar natural constituido por la especie *Thrinax radiata*, también existe la presencia de vegetación de duna costera en la colindancia a la línea litoral.



Mapa 20. Uso de suelo y vegetación en SA.

Por las observaciones en campo, la vegetación de duna costera ocupa una superficie de 17.23 ha, lo que representa un 97% del total del SA (incluido el predio de actuación). La vegetación es, en su mayoría, de duna costera con pequeños manchones de palmar natural construido por la especie *Thrinax radiata*. En los recorridos realizados en el área, se encontraron tanto en el sistema ambiental como el sitio de interés que antiguamente estaban asentadas plantaciones inducidas de cocoteros, por lo que es común encontrar esta especie distribuida a lo largo de la zona costera en el estado de Quintana Roo.

IV.4.2. Descripción del método de muestreo

Se llevo a cabo el muestreo de flora para el sistema ambiental y el predio, en el mes de septiembre de 2021, en enero y mayo de 2022. El muestreo fue de 5 días cada uno, para hacer un total de 15 días. En septiembre de 2021 se realizó el muestreo para el SA y en enero de 2022 el del predio, siendo en mayo de 2022 la corroboración de todos los sitios tanto de sistema ambiental como predio.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de muestreo circular aleatorio de 100 m², ubicando los sitios sobre una superficie similar a la trabajada en el predio del proyecto; se hizo un análisis comparativo entre el SA y el predio de interés.

En cada muestreo del SA se utilizaron parcelas circulares (sitios) de 100 m² (11.34m de diámetro) cada uno, en las cuales se registró tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo haciendo un registro de todos los individuos en los sitios. Para los estratos arbóreo y arbustivo se registraron las variables de DAP, altura total y fuste limpio, y para el estrato herbáceo solo se tomó la abundancia.

El conteo y numeración de los árboles se inició del centro del sitio hacia fuera utilizando como referencia el norte franco y con sentido de las manecillas del reloj. De esta manera, por árbol numerado se procedió a registrar los datos dasométricos solicitados. Todos y cada uno de los se marcaron en el tallo con pintura en aerosol llamativa a la altura donde se midió el diámetro normal mediante una línea o un punto y sobre ella el número del árbol que le corresponde. Para la elaboración del inventario forestal se necesitó la participación de una brigada compuesta por un técnico de campo y dos auxiliares. Las labores de campo tuvieron una duración de 4 días.

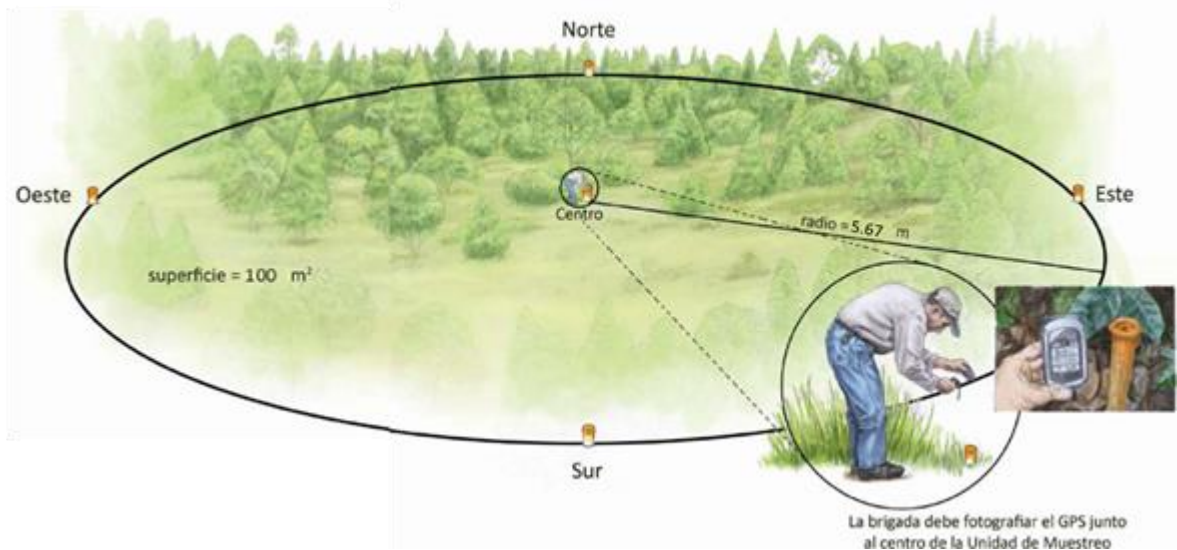


Figura 3. Ejemplo de parcela circular de 100 m².

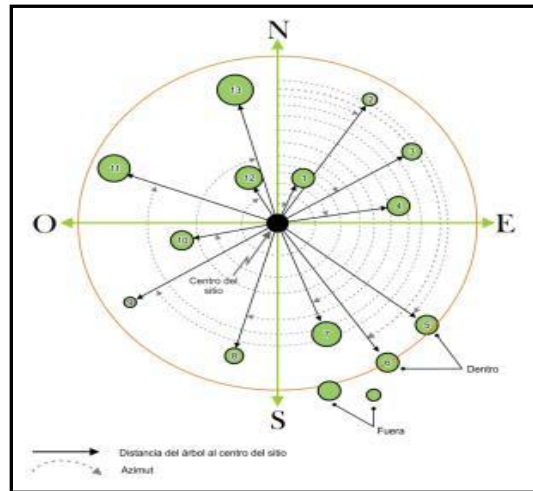


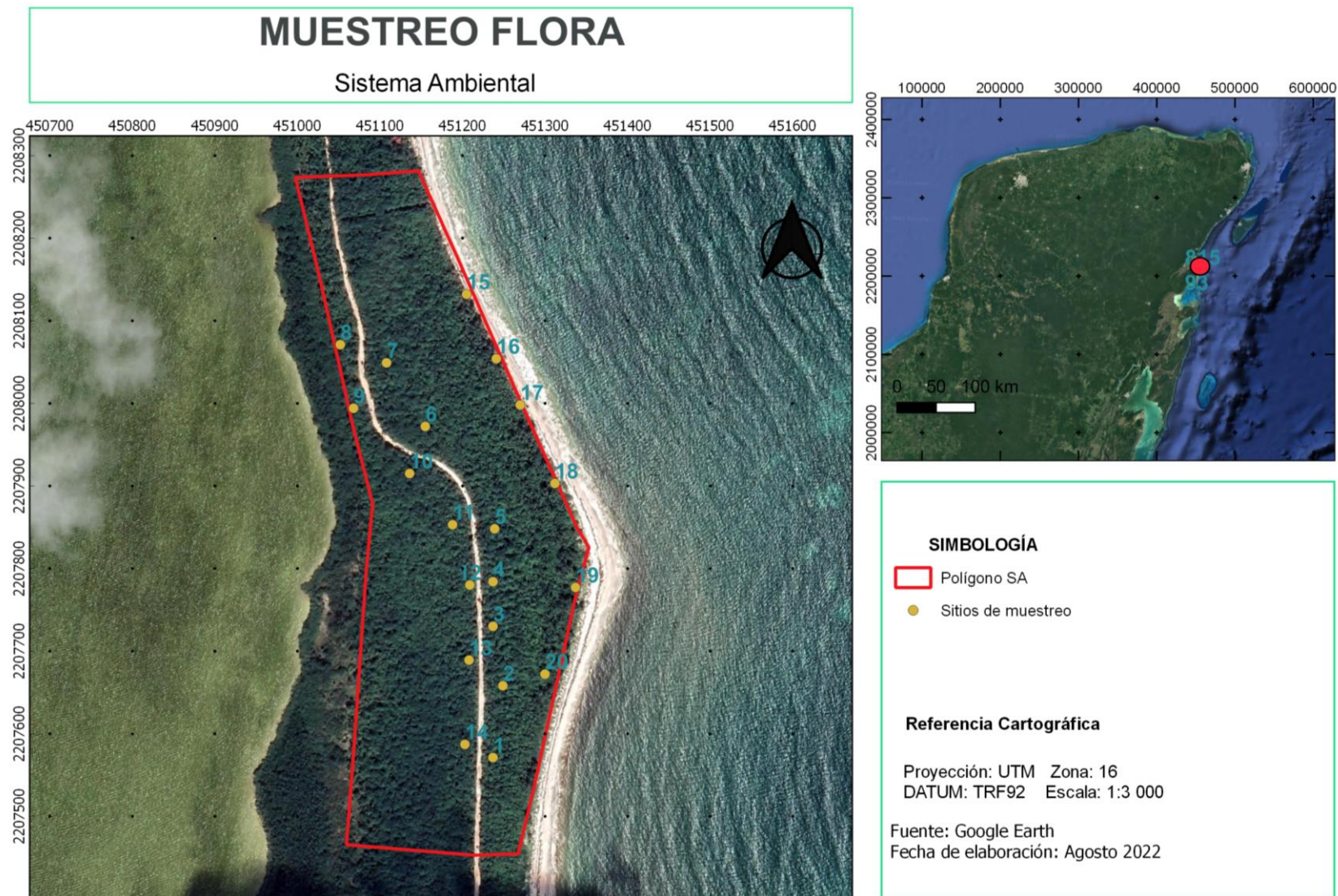
Figura 4. Método de muestreo para vegetación.

Para los análisis de vegetación y abundancia se usó el método circular de 100 m², teniendo un total de 20 sitios de muestreos en todo el Sistema Ambiental, distribuidos aleatoriamente en los lugares con cubierta vegetal. En cada unidad o sitio de muestreo se realizó un levantamiento total dividido por estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Para los tres tipos de vegetación se siguió este mismo criterio de crecimiento (estrato) los cuales se definen a continuación:

Referente al criterio empleado para clasificar las especies vegetales identificadas según estrato, fue el siguiente:

Forma de crecimiento	Alturas	Diámetros	Tallo	Ramificación
Arbóreo	Mínimo de 1.30	5 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

Con base en los criterios anteriores las especies presentes podrían encontrarse en los 3 estratos, y dependiendo de sus características, forma de crecimiento y edades se definió a que estrato pertenecen. Cabe mencionar que en ninguno de los muestreos se presenta una vegetación de manglar.



Mapa 21. Distribución de los Sitios de muestreos de flora y fauna en el sistema ambiental.



Figura 5. Muestreo de Sistema Ambiental.

En cada sitio de muestreo se tomaron las coordenadas geográficas con ayuda de un GPS (Garmin) en UTM. A continuación, se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Coordenadas de sitios de muestreo de flora y fauna.

Muestreo	Coordenada	
1 SA	451237	2207571
2 SA	451249	2207658
3 SA	451237	2207730
4 SA	451237	2207784
5 SA	451239	2207848
6 SA	451155	2207972
7 SA	451108	2208049
8 SA	451052	2208071
9 SA	451068	2207994
10 SA	451136	2207915
11 SA	451188	2207853
12 SA	451209	2207780
13 SA	451208	2207689
14 SA	451203	2207587
15 SA	451205	2208132
16 SA	451247	2208054
17 SA	451270	2207998
18 SA	451312	2207903
19 SA	451346	2207777
20 SA	451300	2207672

IV.4.2.1. Métodos y cálculos de datos

Diversidad

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Por ejemplo, entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) se consideraría más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

El índice de Shannon-Winner (H) requiere que todos los individuos sean muestreados al azar y que estén representadas todas las especies de la comunidad en la muestra. Este índice proviene de la teoría de la información, donde se utiliza para estimar el máximo de información que puede llegar a contener un mensaje, es decir que las medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados). Se calcula como la suma de la producción de cada especie multiplicada por el logaritmo base dos de esa porción.

La fórmula del índice de Shannon-Wiener es:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

S= número de especies (la riqueza de especies).

Pi= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N

Ni= número de individuos de la especie i

N= Número de todos los individuos de todas las especies

Log2= la fórmula utiliza el logaritmo base 2

Este índice usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre **0,5** y **5**, aunque su valor **normal** está entre **2 y 3**; valores **inferiores a 2** se consideran **bajos** y **superiores a 3** son **altos**. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta

con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

Los valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanzan de 3 en adelante.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*).

El concepto de uniformidad se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para H y \hat{H} .

Si $n_1 = n_2 = n_3 = n_i \dots = n$, entonces:

$$N = s \sum n_i = sN$$

$$H_{max} = \ln s$$

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada (\hat{H}) para una situación dada se desvía del máximo teórico (H) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes

Por otro lado, se analiza la equidad, la cual es un parámetro descriptivo de las relaciones de abundancia. La equidad es la medida de lo parecidas que son las proporciones de las diferentes especies de una comunidad. Existen varias formas de medir esta equitatividad, una de las más frecuentes es la razón que expresa la equitatividad como la diversidad H (encontrada) con relación al máximo valor que H' puede alcanzar cuando todas las especies de la comunidad, muestran idénticas abundancias. Si esto se mide con el índice de Shannon-Wiener, el valor resultante es la J de Pielou:

La **equitatividad** se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

donde s es la riqueza y $\log_2 S$ es la diversidad máxima que se puede obtener para una riqueza determinada

El valor de la equitatividad está considerado como una medida del grado de organización de la comunidad (Margalef, 1974). Un incremento en el número de especies, puede aumentar los valores de riqueza y de diversidad, pero si las nuevas

especies tienen abundancias muy diferentes a las de las ya existentes, bajarían la equitatividad de la comunidad³⁵.

Para la correcta identificación de las especies de flora, se utilizaron los siguientes listados: <http://www.tropicos.org/Home.aspx>, <http://www.theplantlist.org/>, [Herbario CICY \(https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/\)](https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/).

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies con base en tres parámetros principales: dominancia (área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300³⁶.

IV.4.2.1.1. Intensidad de muestreo de SA

Los sitios de muestreo de flora para el SA se trataron de abarcar toda su área, el número de que se estableció fue con base en el tamaño del polígono.

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra puede ser: la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse. El número de muestreos aumenta mucho más cuando las variables de estudio son heterogéneas³⁷.

Por otro lado, para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística. Y para que los datos tengan una distribución normal, lo ideal sería realizar el mayor número de muestreos, es decir, la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable. El muestreo sistemático puede realizarse a partir de un punto determinado al azar, del cual se establece una cierta medida para medir los subsiguientes puntos³⁸.

³⁵ Samo L., Garmendia A., Delgado J. 2008. Introducción práctica a la ecología. Pearson, Prentice Hall.

³⁶ Mostacedo y Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Serra, Bolivia.

³⁷ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

³⁸ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

Para obtener el número de muestras a tomarse en un estudio, requiere hacer un estudio piloto, ya que es necesario calcular algunas variables a partir de datos reales. En muchos casos, dichas variables se pueden obtener de estudios muy similares al objetivo del estudio a iniciarse.

De las muestras que se obtuvieron se seleccionaron 10 sitios al azar del sistema ambiental y del predio (variables de datos reales), y se tomaron los datos de volumen total de estrato arbóreo y arbustivo.

Tabla 5. Volúmenes de muestreo piloto en SA.

SITIO	Flora SA	
	Abundancia MUESTREO (V)	V2
1	0.5683	0.3229
3	4.2731	18.2591
5	0.2797	0.0782
7	1.2411	1.5404
9	0.5242	0.2748
11	1.7904	3.2057
13	0.1538	0.0237
15	0.5737	0.3291
17	1.0683	1.1413
19	1.2506	1.5641

El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente³⁹:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{T^2 * CV^2}{N}} \quad (1)$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa $t = 0.05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto.

³⁹ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOP (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

Para determinar el número de muestras necesarias se debe de calcular la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV), para lo cual se siguieron las siguientes formulas:

$$s = \frac{\sqrt{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}}}{n - 1} \quad (2)$$

Donde:

s= desviación estándar

V= volumen

V²= volumen al cuadrado por muestra

n= número de unidades muestreadas

La desviación estándar de los transectos muestreados en cada lote, se muestran en la siguiente tabla:

	Flora SA
ΣV	9.53
V ²	0.95
n	10
s	1.22

Para determinar el coeficiente de variación es igual a:

$$CV = \frac{s * 100}{promedio V} \quad (3)$$

	Flora SA
s	1.22
Promedio V	0.95
CV	128.76

El valor de error con que se quiere obtener las muestras es de 10%. El valor de “t” en este caso, tendrá **9 grados** de libertad y 95% de probabilidad.

Retomando la fórmula para el cálculo del número de muestras (1) sería:

	Flora SA
CV	128.76
t (9 grados de libertad)	1.89
E	10
N	20
n	19.35

Esto da como resultado que el número de SITIOS (recorridos) a muestrear para flora del sistema ambiental seria 19.35 sitios. Por lo tanto, la intensidad y representatividad del número de sitios a muestrear se cumple, en donde se realizaron 20 sitios.

Esto también se corrobora con la prueba no paramétrica de Chao2 y la curva de acumulación de especies en donde con los 20 sitios muestreados se obtiene la máxima riqueza de especies. Esto se observa en el siguiente apartado.

Muestra no paramétrica de Chao y acumulación de especie

Para determinar si el muestreo fue optimo, se analizó con el método no paramétrico de Chao2, en donde indica que no hicieron falta especies por registrar en el muestreo. Y la acumulación de especies indica que se alcanza el máximo en el sitio 17, con una R2 de 0.98.

Sobs	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes
27	0	2	27.0	0.0

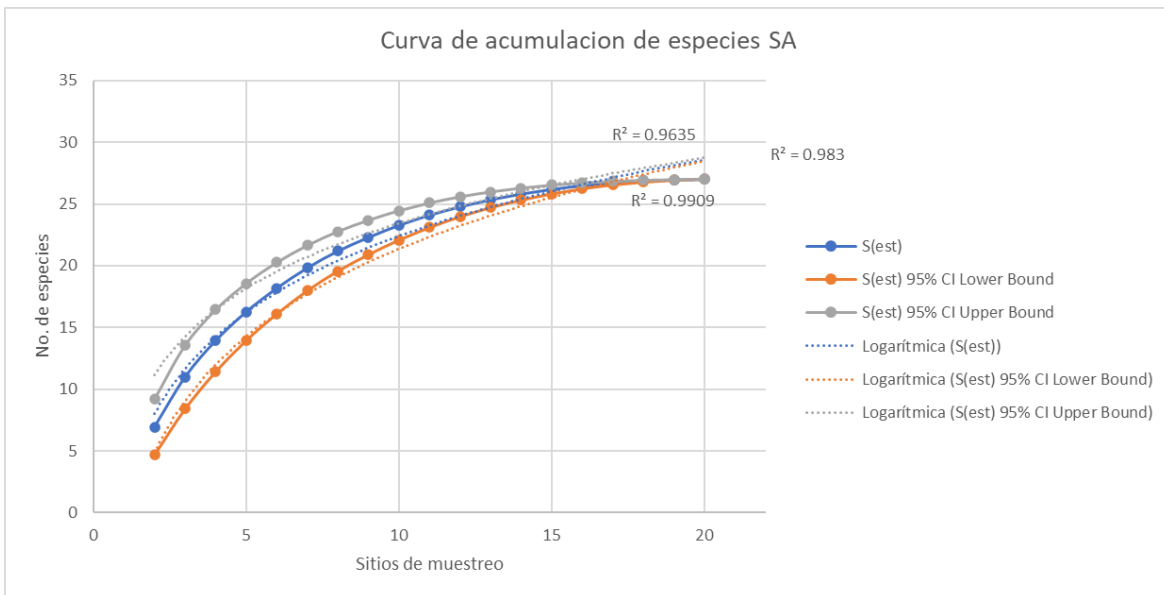


Figura 6. Curva de acumulación de especies.

Tabla 6. Acumulación de especies en los sitios de muestreo de flora del SA.

Nombre común	Nombre científico	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
<i>Ambrosia hispida</i>	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	108	202	0
<i>Canavalia rosea</i>	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Chrysobalanaceae	1	3	2	3	7	7	6	0	0	4	0	4	11	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	3	0	0	8	0	4	1	0	0	3	0	0	2	3	6	8	14	75	10	2
<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	0	0	19	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	1	46	0	4	6	1
<i>Cordia sebestena</i>	Boraginaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	3	0	0	0
<i>Ernodea littoralis</i>	Rubiaceae	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	28	0	3	0	4	0
<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	Euphorbiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	100	33	0
<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Amaryllidaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	5	45	27	35	0
<i>Lantana involucrata</i>	Verbenaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	32	0	0
<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	4	1	12	4	27	11	10	0	0	4	0	20	21	19	0	0	0	0	0	1
<i>Mimosa bahamensis</i>	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	4	0	2
<i>Neea psychotrioides</i>	Nyctaginaceae	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum blodgettii</i>	Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0
<i>Phyla nodiflora</i>	Verbenaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	24	0	52	28	0
<i>Pithecellobium keyense</i>	Fabaceae	8	3	13	9	25	2	31	19	23	11	0	15	19	29	0	0	0	0	0	4
<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Aizoaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	12	0
<i>Solanum donianum</i>	Solanaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	4	0	3
<i>Spartina spartinae</i>	Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4
<i>Suriana maritima</i>	Surianaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	39	0	8	0
<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	46	38	63	37	36	65	95	29	62	44	64	116	32	57	37	1	32	13	0	53
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Boraginaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	11	0
<i>Vitex gaumeri</i>	Lamiaceae	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
<i>Parathesis cubana</i>	Primulaceae	0	0	0	0	9	0	4	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de individuos	Total de individuos	63	45	##	64	##	89	##	54	99	68	64	160	89	115	206	109	194	419	355	70
Total de especies	Total de especies	6	4	7	8	6	5	8	5	4	6	1	7	7	6	10	8	12	10	11	8
S acumulada	S acumulada	6	6	9	10	11	11	12	13	14	14	14	14	15	15	20	23	27	27	27	27

IV.5. Lista de especies incluidas en los muestreos realizados

Del inventario forestal del muestreo de la vegetación de duna costera se encontró 27 especies pertenecientes a 27 géneros y 21 familias, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla 7. Listado de especies del inventario de la vegetación de duna costera.
 Listado de especies del inventario de la vegetación de duna costera

No.	Familia	Nombre Común	Nombre científico	Estatus
1	Aizoaceae	Salado	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	
2	Amaryllidaceae	Lirio de playa	<i>Hymenocallis littoralis</i>	
3	Anacardiaceae	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	
4	Arecaceae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	A
5		Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	
6	Asteraceae	Oreganillo	<i>Ambrosia hispida</i>	
7		Solanum	<i>Pluchea symphytifolia</i>	
8	Boraginaceae	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	
9		Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	
10	Caricaceae	Papaya	<i>Carica papaya</i>	
11	Chrysobalanaceae	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	
12	Euphorbiaceae	Canutillo	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	
13	Fabaceae	Haba de mar	<i>Canavalia rosea</i>	
14		Katzin ek	<i>Pithecellobium keyense</i>	
15		Sak katsin	<i>Mimosa bahamensis</i>	
16	Lamiaceae	Yaxnic	<i>Vitex gaumeri</i>	
17	Malvaceae	Tsa itsa	<i>Hampea trilobata</i>	
18	Nyctaginaceae	Tatzi	<i>Neea psychotrioides</i>	
19	Poaceae	Espadin	<i>Spartina spartinae</i>	
20		Pasto	<i>Paspalum blodgettii</i>	
21	Polygonaceae	Uvero	<i>Coccoloba uvifera</i>	
22	Primulaceae	Plomoche	<i>Parathesis cubana</i>	
23	Rubiaceae	Romero de playa	<i>Ernodea littoralis</i>	
24	Sapotaceae	Zapote amarillo	<i>Pouteria campechiana</i>	
25	Surianaceae	Suriana	<i>Suriana maritima</i>	
26	Verbenaceae	Flor blanca	<i>Phyla nodiflora</i>	
27		Lantana	<i>Lantana involucrata</i>	

Solo en el Sistema Ambiental se registró una especie que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Palma chit (*Thrinax radiata*) la cual cuenta con la categoría de amenazada.



Figura 7. Vegetación de Sistema Ambiental.

IV.5.1. Abundancia de especies por hectárea y estrato

Estrato arbóreo

El inventario forestal que se realizó en las áreas con vegetación de duna costera, se registraron 3 especies pertenecientes a 3 familias en el estrato arbóreo, en la siguiente tabla se presenta las especies registradas y la abundancia por hectárea, registrando 320 individuos por hectárea en este estrato.

Tabla 8. Abundancia relativa y número de individuos del estrato arbóreo en SA.

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Ind/ha	%
1	<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba uvifera</i>	UVERO	60	18.8
2	<i>Areaceae</i>	<i>Cocos nucifera</i>	COCOTERO	35	10.9
3	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEN	225	70.3
			Total	320	100

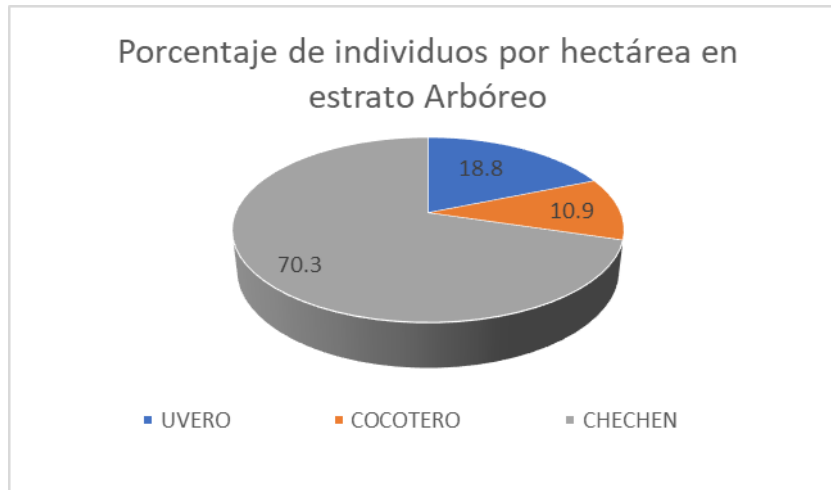


Figura 8. Porcentaje de distribución del estrato arbóreo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra distribuido de manera similar en cuanto a la abundancia, ya que tres especies tienen una alta abundancia y las demás es baja pero similar.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la vegetación de duna costera se observaron 6 especies pertenecientes a 6 familias, con una abundancia total de individuos por hectárea de 425, los cuales presentan la siguiente tabla:

Tabla 9. Abundancia relativa y número de individuos del estrato arbustivo en SA.

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Chrysobalanaceae	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	10	2.4
2	Polygonaceae	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	25	5.9
3	Anacardiaceae	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	95	22.4
4	Nyctaginaceae	TAT ZI	<i>Neea psychotrioides</i>	5	1.2
5	Fabaceae	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	5	1.2
6	Arecaceae	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	285	67.1
Total				425	100

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por dos especies, Chit (*Thrinax radiata*) con una abundancia por hectárea de 285 individuos representando el 67.1 % de la población, seguida del Chechen (*Metopium brownei*) con 95 ind/ha representado el 22.4% de la población.

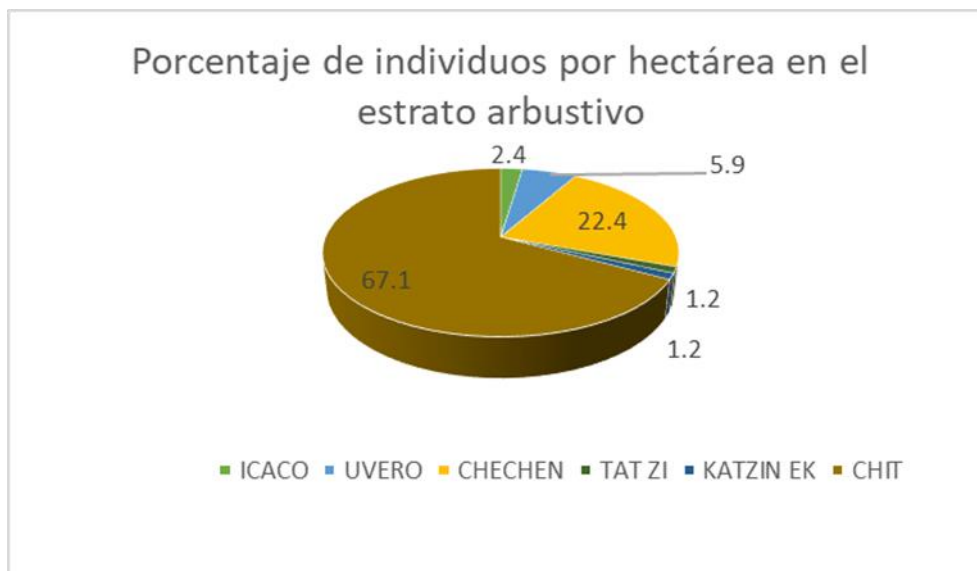


Figura 9. Porcentaje de distribución del estrato arbustivo.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se presentan 27 especies, pertenecientes a 21 familias, las cuales se presentan en la siguiente tabla con su abundancia por individuos por hectárea.

Tabla 10. Abundancia relativa y número de individuos del estrato herbáceo en SA.

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre común	No. Ind	%
1	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	MARGARITA DE MAR	1685	13.6
2	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	HABA DE MAR	20	0.2
3	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	PAPAYA	10	0.1
4	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	ICACO	230	1.9
5	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	UVERO	610	4.9
6	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	COCOTERO	380	3.1
7	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	CIRICOTE	45	0.4
8	Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	ROMERO DE PLAYA	205	1.6
9	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	CANUTILLO	745	6.0
10	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	TSA ITSA	10	0.1
11	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	LIRIO DE PLAYA	895	7.2
12	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	LANTANA	190	1.5
13	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEN	350	2.8
14	Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i>	SAK KATSIN	60	0.5
15	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	TAT ZI	30	0.2
16	Poaceae	<i>Paspalum blodgettii</i>	PASTO	40	0.3
17	Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>	FLOR BLANCA	745	6.0
18	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	KATZIN EK	1050	8.4
19	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	ZAPOTE AMARILLO	55	0.4
20	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	SALADO	105	0.8
21	Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>	SOLANUM	95	0.8
22	Poaceae	<i>Spartina spartinae</i>	ESPADIN	30	0.2
23	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	SURIANA	295	2.4

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre común	No. Ind	%
24	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	4315	34.7
25	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	SIKIMAY	90	0.7
26	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	YAXNIK	65	0.5
27	Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	PLOMOLCHE	80	0.6
TOTAL				12430	100

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra en una distribución similar, siendo las especies Chit (*Thrinax radiata*), y *Ambrosia hispida* las mejor distribuidas con 4315 ind/ha y 1685 ind/ha respectivamente.

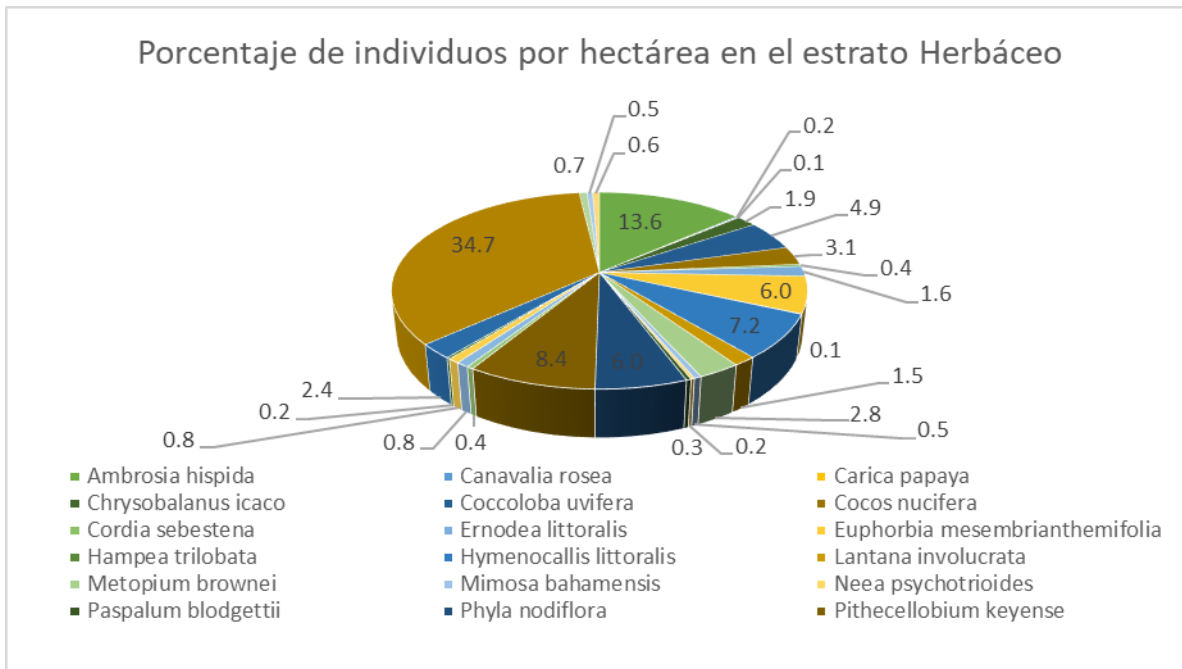


Figura 10. Porcentaje de distribución del estrato herbáceo.

IV.5.2. Índice de diversidad Shannon Wiener

Complementando la información respecto a la riqueza florística, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados para cada estrato de vegetación de duna costera.

Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 0.80 mientras que la diversidad máxima (H'_{max}) es de 1.10, lo cual da un índice de equidad de 0.73, esto indica que las 3 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 73% de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 11. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo							
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	<i>Polygonaceae</i>	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.19	-1.67	-0.31
2	<i>Arecaceae</i>	COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>		0.11	-2.21	-0.24
3	<i>Anacardiaceae</i>	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>		0.70	-0.35	-0.25
Total					1	-4.24	-0.80

Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	0.80
H max =	1.10
Equidad (J) =	0.73
H max - H' =	0.30

Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 0.96 mientras que la diversidad máxima (H'max) que presentó es de 1.79, lo cual nos da un índice de equidad de 0.54 esto indica que las 6 especies de flora arbustiva reportadas presentan cada una el 54 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio

Tabla 12. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo							
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	<i>Chrysobalanaceae</i>	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>		0.02	-3.75	-0.09
2	<i>Polygonaceae</i>	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.06	-2.83	-0.17
3	<i>Anacardiaceae</i>	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>		0.22	-1.50	-0.33
4	<i>Nyctaginaceae</i>	TAT ZI	<i>Neea psychotrioides</i>		0.01	-4.44	-0.05
5	<i>Fabaceae</i>	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>		0.01	-4.44	-0.05
6	<i>Arecaceae</i>	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.67	-0.40	-0.27
Total					1.00	-17.37	-0.96

Riqueza (S) =	6
H' Calculada =	0.96
H max =	1.79
Equidad (J) =	0.54
H max - H' =	0.83

Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue normal calculado en 2.34 mientras que la diversidad máxima (H'max) que puede presentar es de 3.30, lo cual nos da un índice de equidad de 0.71, esto indica que las 27 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 71 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 13. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo							
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	MARGARITA DE MAR		0.14	-2.00	-0.27
2	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	HABA DE MAR		0.00	-6.43	-0.01
3	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	PAPAYA		0.00	-7.13	-0.01
4	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	ICACO		0.02	-3.99	-0.07
5	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	UVERO		0.05	-3.01	-0.15
6	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	COCOTERO		0.03	-3.49	-0.11
7	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	CIRICOTE		0.00	-5.62	-0.02
8	Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	ROMERO DE PLAYA		0.02	-4.10	-0.07
9	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	CANUTILLO		0.06	-2.81	-0.17
10	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	TSA ITSA		0.00	-7.13	-0.01
11	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	LIRIO DE PLAYA		0.07	-2.63	-0.19
12	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	LANTANA		0.02	-4.18	-0.06
13	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEN		0.03	-3.57	-0.10
14	Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i>	SAK KATSIN		0.00	-5.33	-0.03
15	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	TAT ZI		0.00	-6.03	-0.01
16	Poaceae	<i>Paspalum blodgettii</i>	PASTO		0.00	-5.74	-0.02
17	Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>	FLOR BLANCA		0.06	-2.81	-0.17
18	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	KATZIN EK		0.08	-2.47	-0.21
19	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	ZAPOTE AMARILLO		0.00	-5.42	-0.02
20	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	SALADO		0.01	-4.77	-0.04
21	Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>	SOLANUM		0.01	-4.87	-0.04
22	Poaceae	<i>Spartina spartinae</i>	ESPADIN		0.00	-6.03	-0.01
23	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	SURIANA		0.02	-3.74	-0.09
24	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	A	0.35	-1.06	-0.37
25	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	SIKIMAY		0.01	-4.93	-0.04
26	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	YAXNIK		0.01	-5.25	-0.03
27	Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	PLOMOLCHE		0.01	-5.05	-0.03
			Total		1.0	-119.6	-2.3

Riqueza (S) =	27
H' Calculada =	2.34
H'max =	3.30
Equidad (J) =	0.71
H'max - H' =	0.96

IV.5.3. Índice de Valor de Importancia

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985)⁴⁰.

De los datos obtenidos directamente en el campo para el área de estudio, se tiene el análisis de los valores de Densidad relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa y cuya combinación permite obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada estrato de ambos tipos de vegetación. Por ello los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas.

Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo de la vegetación de duna costera, está compuesto por 3 especies que, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Metopium brownei* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 173.11, seguida de *Coccoloba uvifera* con un IVI de 66.78.

Tabla 14. Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo						
No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	<i>Coccoloba uvifera</i>	UVERO	18.75	30.43	17.60	66.78
2	<i>Cocos nucifera</i>	COCOTERO	10.94	21.74	27.43	60.11
3	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEN	70.31	47.83	54.97	173.11
		TOTAL	100.00	100.00	100.00	300.00

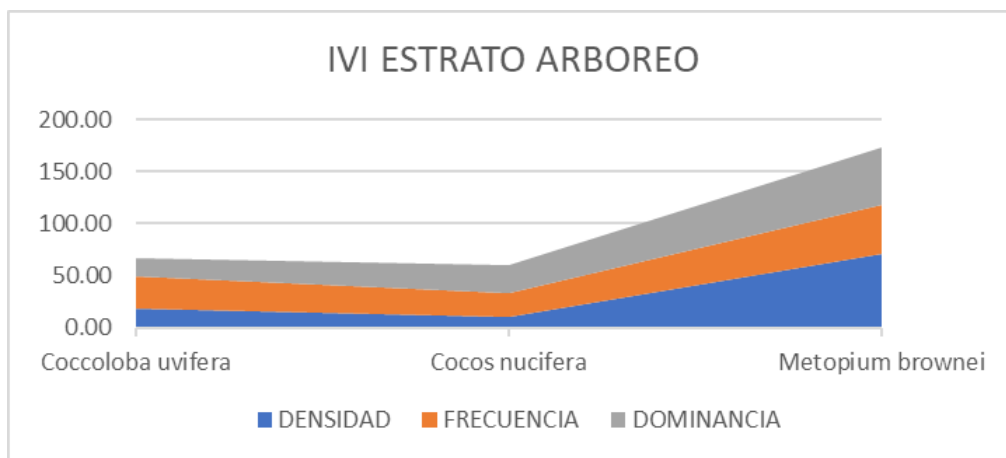


Figura 11. Composición del IVI en el estrato arbóreo.

⁴⁰ Krebs, C.J. 1985. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. New York. U.S.A.: Harper and Row.

Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo de la vegetación de duna costera, está compuesto por 6 especies, que, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Thrinax radiata* es la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 182.64, siendo por mucho la más representativa de todo el estrato.

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	2.35	6.25	2.67	11.27
2	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	5.88	9.38	5.52	20.78
3	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	22.35	25.00	26.73	74.08
4	TAT ZI	<i>Neea psychotrioides</i>	1.18	3.13	1.36	5.66
5	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	1.18	3.13	1.27	5.57
6	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	67.06	53.13	62.45	182.64
			100	100	100	300

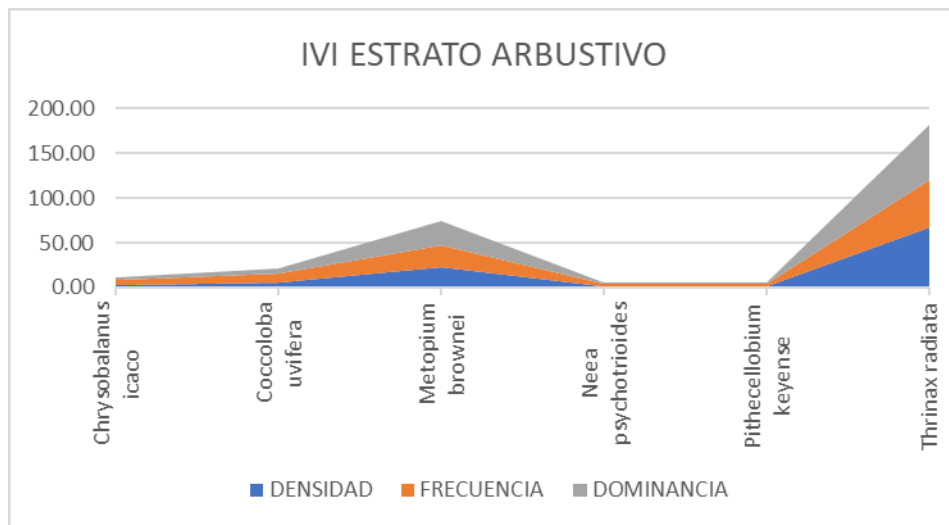


Figura 12. Composición del IVI en el estrato arbustivo.

Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la vegetación de duna costera, está compuesto por 27 especies, dentro de las cuales *Thrinax radiata* es la más representativa con un IVI de 83.69 derivado de que es la especie más abundantes en este estrato y la que se idéntico en más sitios de muestreo.

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	MARGARITA DE MAR	<i>Ambrosia hispida</i>	13.550	2.256	13.55	29.36

Tabla 16. Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo						
No	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
2	HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>	0.161	1.504	0.16	1.83
3	PAPAYA	<i>Carica papaya</i>	0.080	1.504	0.08	1.66
4	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	1.850	7.519	1.85	11.22
5	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	4.906	9.023	4.91	18.83
6	COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	3.096	6.015	3.10	12.21
7	CIRICOTE	<i>Cordia sebestena</i>	0.362	1.504	0.36	2.23
8	ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>	1.649	3.759	1.65	7.06
9	CANUTILLO	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	5.991	3.008	5.99	14.99
10	TSA ITSA	<i>Hampea trilobata</i>	0.080	1.504	0.08	1.66
11	LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>	7.197	3.759	7.20	18.15
12	LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>	1.528	1.504	1.53	4.56
13	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	2.815	6.015	2.81	11.64
14	SAK KATSIN	<i>Mimosa bahamensis</i>	0.483	3.008	0.48	3.97
15	TAT ZI	<i>Neea psychotrioides</i>	0.241	2.256	0.24	2.74
16	PLOMOLCHE	<i>Parathesis cubana</i>	0.322	1.504	0.32	4.29
17	PASTO	<i>Paspalum blodgettii</i>	5.991	3.008	5.99	2.15
18	FLOR BLANCA	<i>Phyla nodiflora</i>	8.444	10.526	8.44	14.99
19	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	0.442	1.504	0.44	27.41
20	ZAPOTE AMARILLO	<i>Pouteria campechiana</i>	0.844	1.504	0.84	2.39
21	SALADO	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	0.764	2.256	0.76	3.19
22	SOLANUM	<i>Solanum donianum</i>	0.241	2.256	0.24	3.78
23	ESPADIN	<i>Spartina spartinae</i>	2.372	2.256	2.37	2.74
24	SURIANA	<i>Suriana maritima</i>	34.700	14.286	34.70	7.00
25	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	0.724	1.504	0.72	83.69
26	SIKIMAY	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	0.523	2.256	0.52	2.95
27	YAXNIK	<i>Vitex gaumeri</i>	0.643	3.008	0.64	3.30
			100	100	100	300

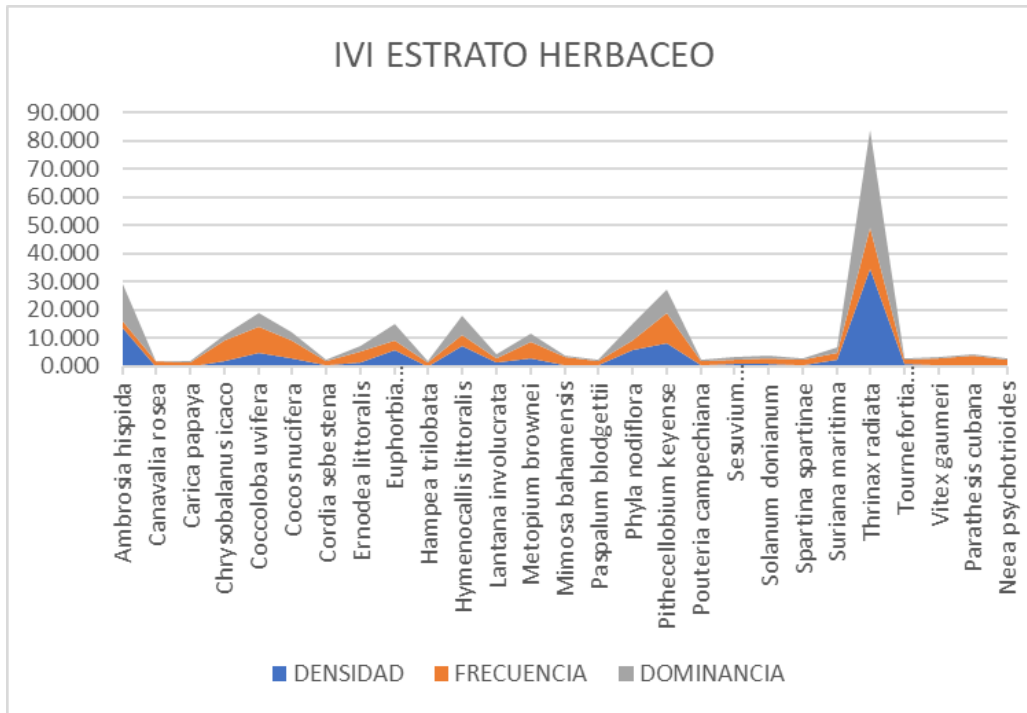


Figura 13. Composición del IVI en el estrato herbáceo.

IV.5.4. Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010

En la vegetación de los sitios de muestreo, se identificaron una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales corresponde a la Palma Chit (*Thrinax radiata*).

IV.6. Estimación de la diversidad de Fauna por especie presentes en el SA

A continuación, se muestra el análisis realizado de la fauna registrada en el área muestreada del sistema ambiental, del cual se obtuvo la diversidad (riqueza, abundancia), mediante diversos índices. Se clasificó en los diferentes grupos de vertebrados e invertebrados.

IV.6.1. Descripción del método de muestreo

Se llevo a cabo el muestreo de fauna para el sistema ambiental y el predio en el mes de septiembre de 2021, en enero y mayo de 2022. El muestreo fue de 5 días cada uno, para hacer un total de 15 días. En septiembre de 2021 se realizó el muestreo para el SA y en enero de 2022 el del predio, siendo en mayo de 2022 la corroboración de todos los sitios tanto de sistema ambiental como predio.

Para determinación de la fauna en el Sistema ambiental se hicieron recorridos en sitios circulares de 100 m², donde se consideraron las siguientes variables: avistamientos, huella, heces, rastros y restos. En estos recorridos se registró los

grupos de aves, marinos y reptiles. Se georreferenciaron todos y cada uno de los sitios de muestreos y observación de fauna. Se tomó evidencia fotográfica, y con la ayuda de claves taxonómicas de campo se identificaron los ejemplares.

Tabla 17. Sitios de muestreo de fauna.

Muestreo	Coordenada	
1 SA	451237	2207571
2 SA	451249	2207658
3 SA	451237	2207730
4 SA	451237	2207784
5 SA	451239	2207848
6 SA	451155	2207972
7 SA	451108	2208049
8 SA	451052	2208071
9 SA	451068	2207994
10 SA	451136	2207915
11 SA	451188	2207853
12 SA	451209	2207780
13 SA	451208	2207689
14 SA	451203	2207587
15 SA	451205	2208132
16 SA	451247	2208054
17 SA	451270	2207998
18 SA	451312	2207903
19 SA	451346	2207777
20 SA	451300	2207672



Mapa 22. Ubicación de los sitios de muestreo en fauna en el sistema ambiental.

Para la toma de datos en las parcelas de muestreo se tomó como referencia el norte franco de cada una y con dirección a las manecillas del reloj, se realizaron lentos recorridos vectoriales, a partir del centro del sitio. En cada sitio se registraron cada una de las evidencias encontradas como lo ejemplifica la siguiente imagen:

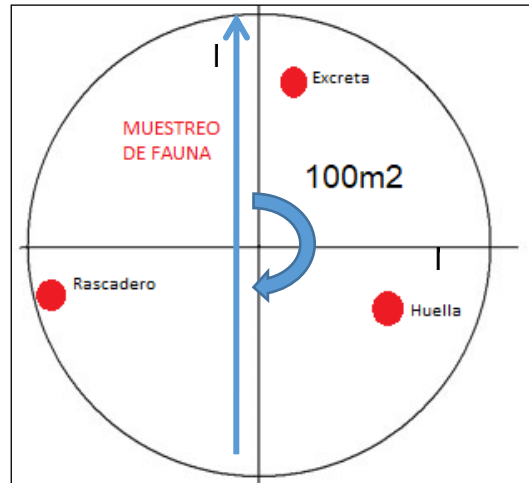


Figura 14. Metodología para el registro de evidencia de fauna.

Para el registro de **aves** se utilizó el método de conteo por puntos, donde se utilizó cada una de las 20 parcelas del muestreo de flora como punto de observación, aquí se anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores, se incluyeron los cantos identificables, así como los observados en vuelo, así mismo se registraron las especies observadas durante el desarrollo de otras actividades dentro de cada sitio. Las especies más observadas fueron aves de tipo costero, esta actividad solo se realizó en los horarios de 6:00 a 8:00 horas.

Estos muestreos directos realizados para cada grupo taxonómico de acuerdo a Jones (1986)⁴¹ y Cherkiss et, al (2005)⁴², fueron complementados con recorridos diurnos mediante el uso de transectos lineales aleatorios y el registro de huellas y cualquier otro signo que evidencie la presencia de fauna vertebrada, de tal manera que fue determinado cualquier taxón avistado.

La **herpetofauna** se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela⁴³ et al (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-

⁴¹ Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. XVIII, 858 pp.

⁴² Cherkiss, M. S., H. E. Fling, F. J. Mazzotti, K. G. Rice, y M. D. Conill. 2005. Wildlife.

⁴³ Flores-Villela, O., F. Mendoza, y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Villela y Canseco-Márquez⁴⁴ (2004), Frost⁴⁵ et al (2006), Wüster⁴⁶ et al (2005) y Smith⁴⁷ (2005). La **mastofauna** fue determinada según Medellín⁴⁸ et al (1997), Wilson y Reeder⁴⁹ (1993), Arita y Ceballos⁵⁰ (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos⁵¹ et al (2005a) y Ramírez-Pulido⁵² et al (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb⁵³ (1995) y Edwards⁵⁴ (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union⁵⁵ (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela⁵⁶, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, et al ⁵⁷(2005b) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases.

Respecto al tamaño de la muestra, para que una muestra sea estadísticamente significativa, debe ser aleatoria (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.)⁵⁸ Para lo cual se cumple en el muestreo realizado.

El criterio empleado para el establecimiento de las líneas de muestreo fue el de aprovechar los caminos de acceso existentes, de manera que variables como materiales, traslado, régimen de propiedad de la tierra que ocupa el sistema ambiental, son “variables importantes que aun cuando el tamaño de muestra óptima fuera estadísticamente representativo, tal vez el costo de su aplicación sería

⁴⁴ Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20(2): 115-144.

⁴⁵ Frost, Darrel R. 2006. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 4 (17 August 2006). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁴⁶ Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pool, M. G. Salomao, y R. S. Thorpe. 2005. Tracing and Invasion: Landbridges, Refugia, and the Phylogeography of the Neotropical Rattlesnake (Serpentes: Viperidae: *Crotalus durissus*).

⁴⁷ Smith, H. M. 2005. Plestiodon: A Replacement Name for Most Members of the Genus Eumeces in North America. *Journal of Kansas Herpetology* No 14. 15 pp.

⁴⁸ Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo. *Publicaciones especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.*

⁴⁹ Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Smithsonian Institution Press. U. S. A.

⁵⁰ Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.

⁵¹ Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO, FCE. México. 986 pp.

⁵² Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n. s.) 21(1):21-82.

⁵³ Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press, New York. 851 pp.

⁵⁴ Edwards, E. P. 2003. *A Field Guide to the Birds of México and Adjacent Areas: Belize, Guatemala, and El Salvador*. University of Texas Press, U. S. A. 209 pp.

⁵⁵ American Ornithologists Union. 1982. Thirty-fourth supplement to the American Ornithologist' Union check-list of North American birds. *Supplement to the Auk*. 99 (3): 15 pp.

⁵⁶ Flores-Villela O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*, Oxford University Press, New York, pp. 253-28

⁵⁷ Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín y Y. Domínguez-Castellano. 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastología*. 9:21-71.

⁵⁸ Fundación Universitaria Iberoamericana. *S.f. Compilación para el título de maestría en evaluación del impacto ambiental*.

demasiado oneroso, por lo que no sería posible su aplicación” (Franco, 2011)⁵⁹. Respecto al tamaño de la muestra, un número de observaciones individuales demasiado elevado aporta a veces la misma información que un número inferior de observaciones.

IV.6.2. Tamaño de muestra

Para determinar si el número de recorridos (sitios) fue el correcto (representativo) se analizó mediante un modelo matemático, para lo cual se realizó el mismo modelo matemático que se realizó en flora, para este análisis se hizo con la abundancia total de fauna de cada sitio.

Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística. Y para que los datos tengan una distribución normal, lo ideal sería realizar el mayor número de muestreos, es decir, la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable. El muestreo sistemático puede realizarse a partir de un punto determinado al azar, del cual se establece una cierta medida para medir los subsiguientes puntos⁶⁰.

El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente⁶¹:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{T^2 * CV^2}{N}} \quad (1)$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t = valor que se obtiene de las tablas de “t” de Student, generalmente se usa $t = 0.05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto.

SITIO	Fauna SA	
	Abundancia MUESTREO (V)	V2
1	23	529
3	19	361
5	16	256

⁵⁹ Franco López Jonathan. 2011. Ecología y conservación. Editorial Trillas, SA de CV. México, D.F.

⁶⁰ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

⁶¹ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

7	22	484
9	34	1156
11	21	441
13	25	625
15	15	225
17	39	1521
19	29	841

Para determinar el número de muestras necesarias se debe de calcular la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV), para lo cual se siguieron las siguientes formulas:

$$s = \sqrt{\frac{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}}{n - 1}} \quad (2)$$

Donde:

s= desviación estándar

V= volumen

V²= volumen al cuadrado por muestra

n= número de unidades muestreadas

La desviación estándar de los transectos muestreados en cada lote, se muestran en la siguiente tabla:

	FAUNA SA
ΣV	243
V ²	6439
n	12.84
s	7.70

Para determinar el coeficiente de variación es igual a:

$$CV = \frac{s * 100}{promedio V} \quad (3)$$

	FAUNA SA
s	7.70
Promedio V	24.30
CV	31.70

El valor de error con que se quiere obtener las muestras es de 10%. El valor de “t” en este caso, tendrá **9 grados** de libertad y 95% de probabilidad.

Retomando la fórmula para el cálculo del número de muestras (1) sería:

	Fauna SA
CV	31.70

t (9 grados de libertad)	189
E	10
N	20
n	12.84

Esto da como resultado que el número de SITIOS (recorridos) a muestrear para fauna del sistema ambiental sería 12.84 sitios. Por lo tanto, la intensidad y representatividad del número de sitios a muestrear se cumple, en donde se realizaron 20 sitios.

Esto también se corrobora con la prueba no paramétrica de Chao2 y la curva de acumulación de especies en donde con los 20 sitios muestreados se obtiene la máxima riqueza de especies. Esto se observa en el siguiente apartado.

Muestra no paramétrica de Chao y acumulación de especie

Para determinar si el muestreo fue optimo, se analizó con el método no paramétrico de Chao2, en donde indica que no hicieron falta especies por registrar en el muestreo. Y la acumulación de especies indica que se alcanza el máximo en el sitio 16.

Sobs	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes
35	1	3	35	0

Tabla 18. Acumulación de especies de fauna en el sistema ambiental.

Grupo	Nombre común	Nombre científico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	
AVES	Aura común	<i>Cathartes aura</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>	0	2	0	0	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
	Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	1	0	1	2	0	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>	0	3	1	3	0	2	0	0	4	2	2	1	2	0	0	4	2	0	3	2	2
	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	3	0	4	5	0	2	2	3	5	0	2	0	3	0	0	4	3	0	3	4	4
	Charran real	<i>Thalasseus maximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0
	Coa Cabeza Negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1
	Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
	Mosquero ocre	<i>Mionectes oleagineus</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
	Pajaro estaca	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	2	1	0	2	2	1	2	2	2	0	0	1	2	2	1	0	3	1	2	0	0
	Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pelicano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0
	Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	3	0	0	2	0	0	7	0	0	0	0
	Reinita mielera	<i>Coereba flaveola</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	1	2	0	1	1	3	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	3	2	2	1	3	1	0	2	1	0	0	2	2	0	0	1	4	1	2	0	0
	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	1	1	0	1	2	1	0	2	0	2	2	1	0	0	2	4	3	1	0	0
	Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
REPTILES	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	3	2	3	2	0	3	4	4	4	5	3	5	4	2	3	4	5	3	4	3	
	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	1	0	0	1	2	1	0	3	0	3	2	1	3	0	1	2	2	2	2	1	1
	Roño	<i>Holcosus undulatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1
	Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Tortuga blanca	<i>Chelonia mydas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
	Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
MAMOFEROS	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Coati	<i>Nasua narica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			14	20	22	25	25	28	28	29	29	29	29	30	30	30	34	35	35	35	35	35	

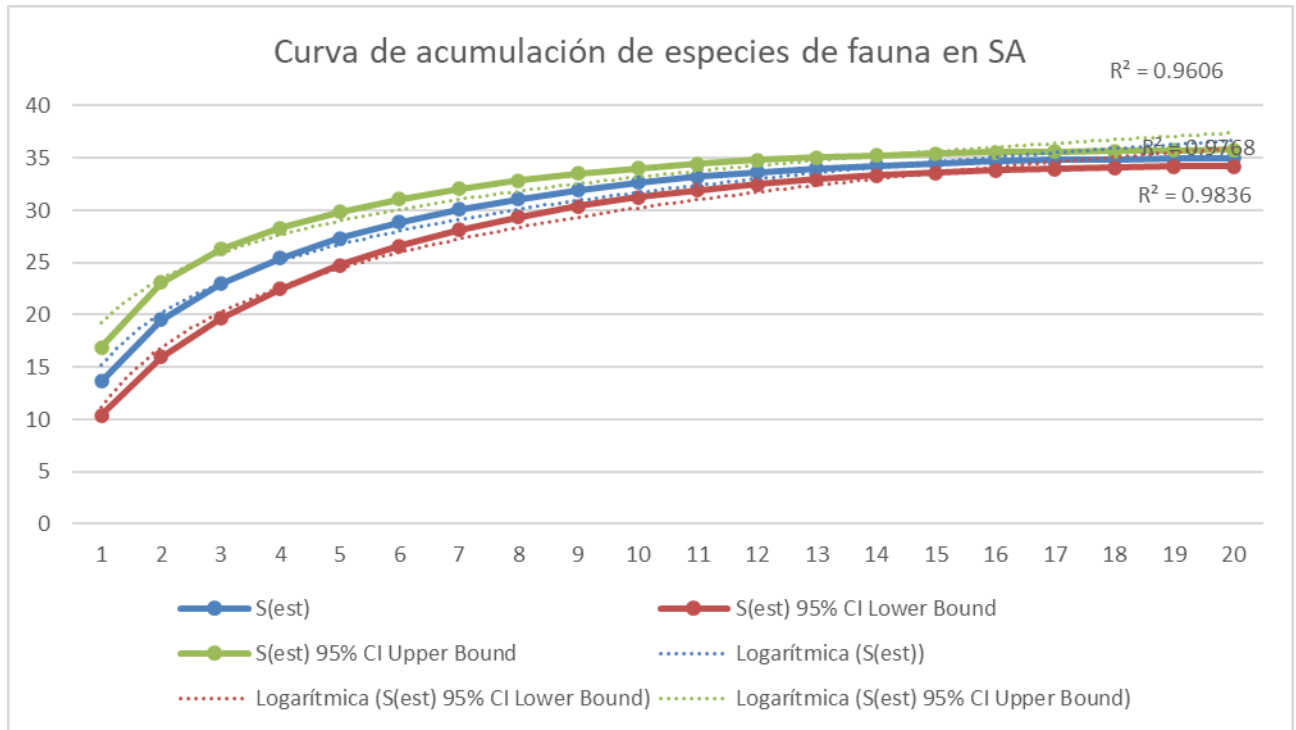


Figura 15. Curva de acumulación de especies de fauna.

IV.6.3. Resultados del muestreo de fauna

Una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Específica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar los tipos de fauna y como se distribuyen sobre el mismo.

Se obtuvo un total de 449 registros de fauna, los cuales están representados en 3 grupos (aves, mamíferos y reptiles) de 35 especies. Las aves fue el grupo con mayor número de especies (23), siendo chara yucateca, *Cyanocorax yucatanicus*, la más abundante. Los reptiles tuvieron siete especies, la especie que domino en todo el muestreo fue la iguana (*Ctenosaura similis*) con 66 organismos, cabe resaltar que esta especie se encuentra en la categoría de amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010). En el grupo de los mamíferos se registraron cinco especies siendo la ardilla *Sciurus yucatanensis* el que tuvo mayor abundancia.

Tabla 19. Listado de especies de fauna registradas en el Sistema Ambiental.

No.	GRUPO	Familia	Nombre común	Nombre Científico	Estatus
1	AVES	Nyctibiidae	Pájaro estaca	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	
2		Cathartidae	Aura común	<i>Cathartes aura</i>	
3			Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>	
4		Coerebidae	Reinita mielera	<i>Coereba flaveola</i>	
5		Columbidae	Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	
6			Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	
7		Corvidae	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	

No.	GRUPO	Familia	Nombre común	Nombre Científico	Estatus	
8		Cracidae	Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>		
9		Fregatidae	Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>		
10		Icteridae	Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>		
11			Tordo cantor	<i>Dives dives</i>		
12			Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		
13		Mimidae	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		
14		Pelecanidae	Pelicano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>	A	
15		Picidae	Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>		
16			Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		
17		Psittacidae	Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	Pr	
18		Sternidae	Charran real	<i>Thalasseus maximus</i>		
19		Trochilidae	Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>		
20		Trogonidae	Coa Cabeza Negra	<i>Trogon melanocephalus</i>		
21		Tyrannidae	Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>		
22			Mosquero ocre	<i>Mionectes oleagineus</i>		
23			Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>		
24		MAMIFEROS	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	
25			Didelphidae	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	
26			Procyonidae	Coatí	<i>Nasua narica</i>	
27			Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	
28			Tayassuidae	Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>	
29		REPTILES	Cheloniidae	Tortuga blanca	<i>Chelonia mydas</i>	P
30				Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	P
31	Corytophanidae		Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>		
32	Iguanidae		Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	A	
33	Phrynosomatidae		Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		
34	Polychrotidae		Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		
35	Teiidae		Lagartija	<i>Holcosus undulatus</i>		

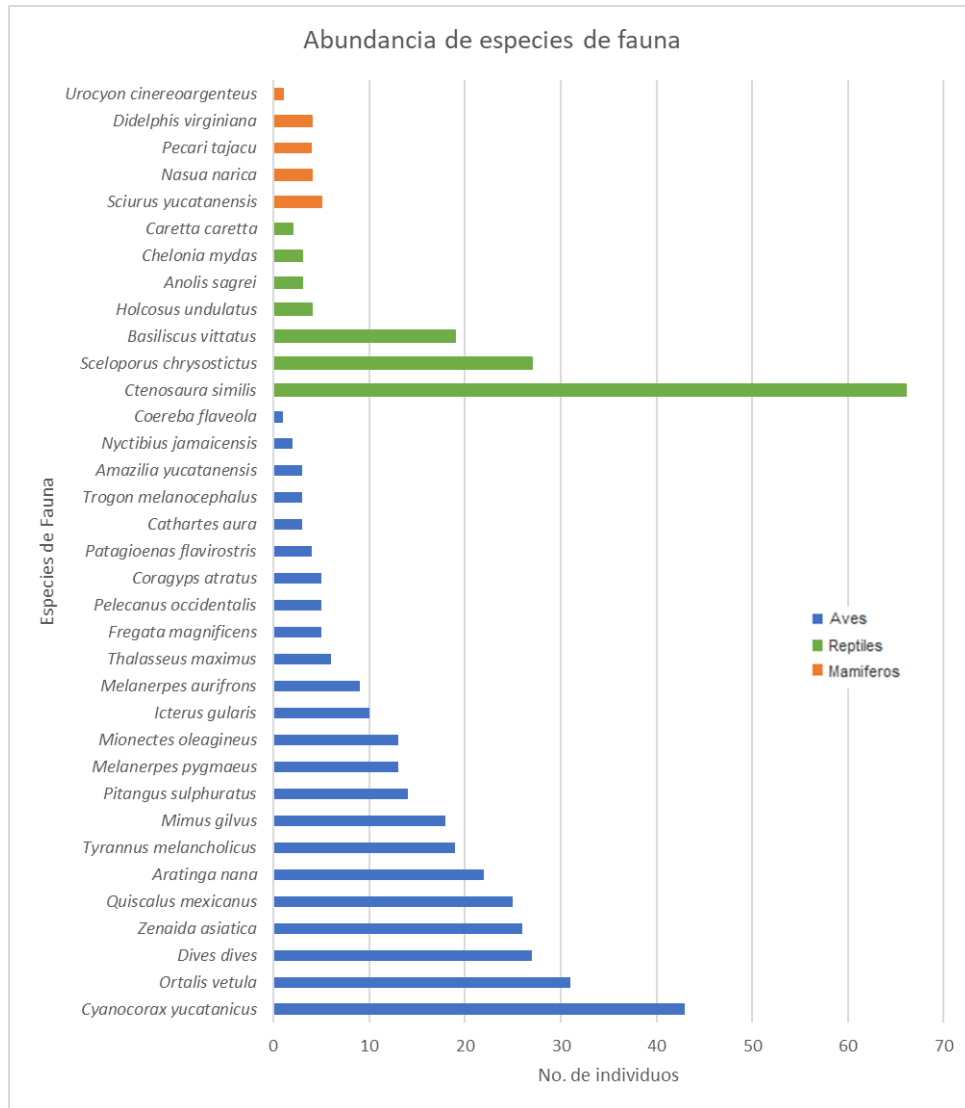


Figura 16. Número de especies y su abundancia de cada una de ellas.

En cuanto a los grupos de fauna, el más representativo fue el de las aves teniendo un total de 307 individuos y el menos representado fue el grupo de mamíferos con 18 individuos en total, como se puede observar en la siguiente figura:

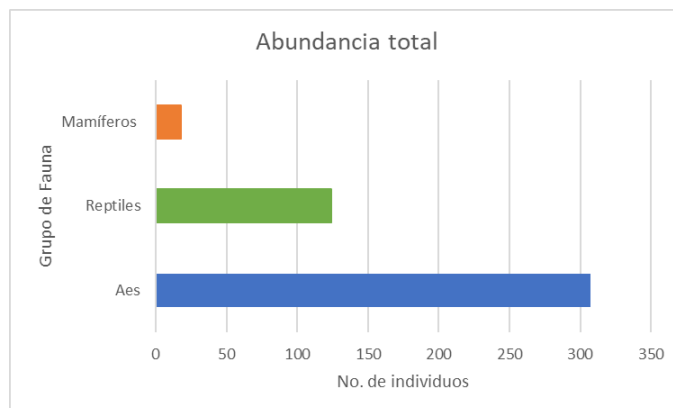


Figura 17. Abundancia por grupo de fauna registrada en el sitio ambiental.

El índice de Shannon-Wiener se calculó con los datos directos recabados por cada grupo faunístico.

El índice de diversidad para el grupo de aves, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue normal calculado en 2.807, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.135, lo cual nos da un índice de equidad de 0.895, esto indica que las 23 especies de aves reportadas, presenta cada una el 89 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 20. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Aves							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Aves	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		0.140	-1.966	-0.275
2		Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>		0.101	-2.293	-0.232
3		Tordo cantor	<i>Dives dives</i>		0.088	-2.431	-0.214
4		Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>		0.085	-2.469	-0.209
5		Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		0.081	-2.508	-0.204
6		Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	Pr	0.072	-2.636	-0.189
7		Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>		0.062	-2.782	-0.172
8		Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		0.059	-2.836	-0.166
9		Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>		0.046	-3.088	-0.141
10		Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		0.042	-3.162	-0.134
11		Mosquero ocre	<i>Mionectes oleagineus</i>		0.042	-3.162	-0.134
12		Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>		0.033	-3.424	-0.112
13		Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>		0.029	-3.530	-0.103
14		Charran real	<i>Thalasseus maximus</i>		0.020	-3.935	-0.077
15		Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>		0.016	-4.117	-0.067
16		Pelicano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>	A	0.016	-4.117	-0.067
17		Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>		0.016	-4.117	-0.067
18		Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>		0.013	-4.341	-0.057
19		Aura común	<i>Cathartes aura</i>		0.010	-4.628	-0.045
20		Coa Cabeza Negra	<i>Trogon melanocephalus</i>		0.010	-4.628	-0.045
21		Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>		0.010	-4.628	-0.045
22		Pájaro estaca	<i>Nyctibius jamaicensis</i>		0.007	-5.034	-0.033
23		Reinita mielera	<i>Coereba flaveola</i>		0.003	-5.727	-0.019
Total					1.000		2.807

Riqueza (S) =	23
H' Calculada =	2.807
H max =	3.135
Equidad (J) =	0.895
H max - H' =	0.329

En cuanto al grupo de reptiles, el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 1.312, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.946, lo cual nos da un índice de equidad de 0.674, esto indica que las siete especies de reptiles reportadas, presenta cada una el 67% de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 21. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Reptiles							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Reptil	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	A	0.532	-0.631	-0.336
2		Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		0.218	-1.524	-0.332
3		Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>		0.153	-1.876	-0.287
4		Lagartija	<i>Holcosus undulatus</i>		0.032	-3.434	-0.111
5		Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		0.024	-3.722	-0.090
6		Tortuga blanca	<i>Chelonia mydas</i>	P	0.024	-3.722	-0.090
7		Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	P	0.016	-4.127	-0.067
Total					1.000		1.312

Riqueza (S) =	7
H' Calculada =	1.312
H max =	1.946
Equidad (J) =	0.674
H max - H' =	0.633

En cuanto al grupo de mamíferos, el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 1.519, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.609, lo cual nos da un índice de equidad de 0.944, esto indica que las 5 especies de mamíferos reportadas, presenta cada una el 94% de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 22. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Mamíferos							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Mamífero	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		0.278	-1.281	-0.356
2		Coatí	<i>Nasua narica</i>		0.222	-1.504	-0.334
3		Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>		0.222	-1.504	-0.334
4		Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>		0.222	-1.504	-0.334
5		Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		0.056	-2.890	-0.161
Total					1.000		1.519

Riqueza (S) =	5
H' Calculada =	1.519
H max =	1.609
Equidad (J) =	0.944
H max - H' =	0.090

IV.6.4. Especies de fauna silvestre en la NOM-059-SEMARNAT-2010

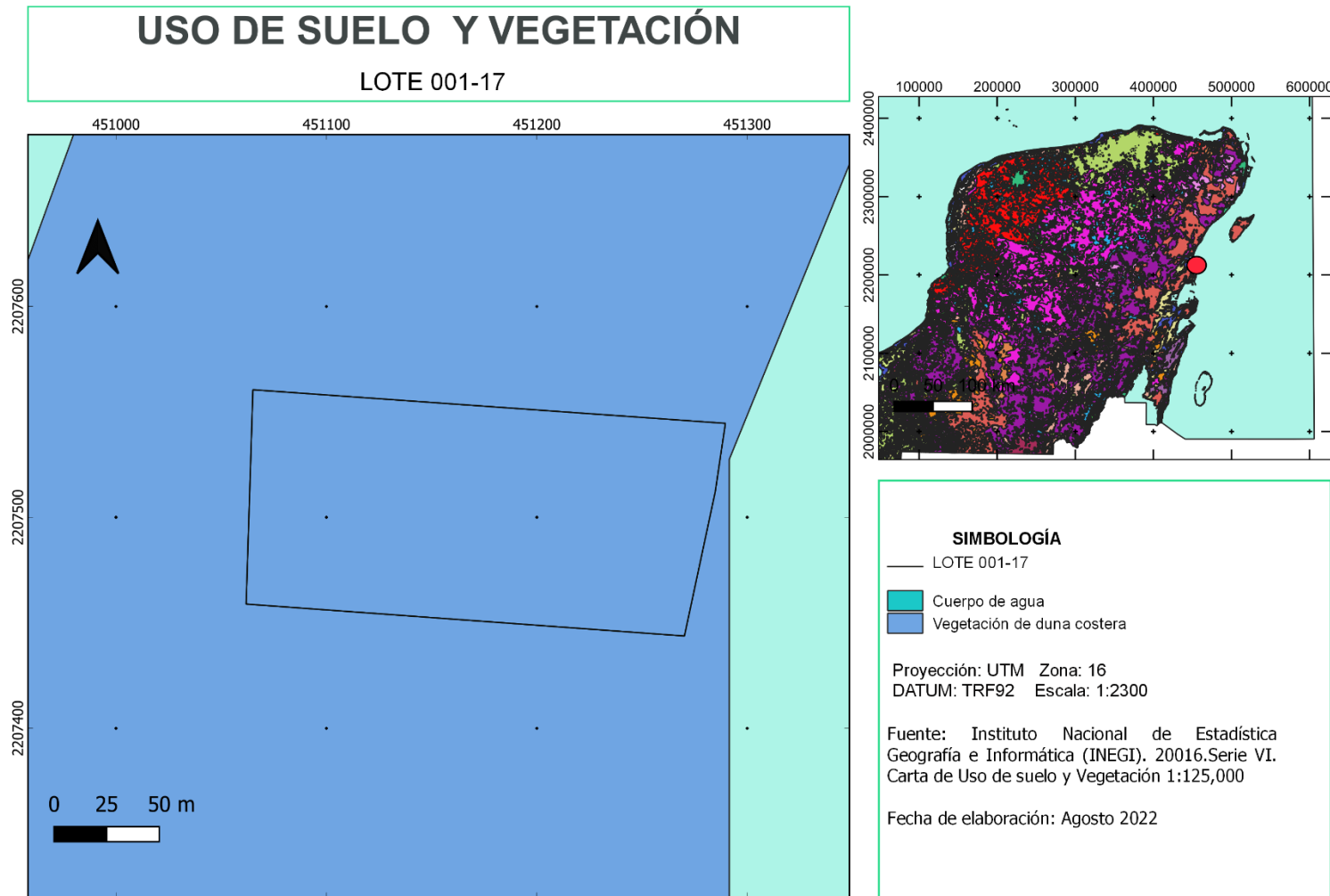
Dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se identificaron 4 especies, de las cuales 1 se encuentran dentro de la categoría de Amenazadas; Iguana (*Ctenosaura similis*). En la categoría de Peligro de Extinción se encuentra la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*) y en la categoría de Protección Especial se encuentra al perico pechosucio (*Eupsittula nana*).

IV.7 Predio

IV.7.1. Uso de suelo y vegetación en el predio

En términos biogeográficos, la flora terrestre del Complejo Sian Ka'an presenta una gran similitud con la provincia de la costa del Golfo de México, pero destacan un número considerable de endemismos y una estrecha relación con las Antillas, mayor que la que se podría encontrar en cualquier otra parte de la República (Rzedowski, 1978). Los tipos de vegetación terrestre más importantes son: selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia (Olmsted y Durán R., 1990). También existen asociaciones de menor extensión, de distribución irregular, como manglar, sabana, tintal, chechenal, tasistal, carrizal-sabal-tular y dunas costeras. Hasta la fecha se han determinado mil 426 especies de plantas. Todas ellas se agrupan en un mosaico formado por diferentes comunidades o tipos de vegetación que dependen de suelos profundos o someros, negros o rojos, secos o con diferentes grados de inundación y de afluencia de sales marinas.

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI, escala 1:2500000, el tipo de vegetación que se distribuye en predio y colindancias es vegetación de duna costera.



Mapa 23. Uso de suelo y vegetación en el lote 001-17, con vegetación de duna costera.

La vegetación es, en su mayoría, de duna costera con pequeños manchones de palmar natural construido por la especie *Thrinax radiata*. Se observó que, tanto en el sistema ambiental como el sitio de interés, antiguamente estaban asentadas plantaciones inducidas de cocoteros, por lo que es común encontrar esta especie distribuida a lo largo de la zona costera en el estado de Quintana Roo.

IV.7.2. Caracterización de la vegetación en el predio

IV.7.2.1. Descripción del modelo y método de muestreo

Se llevo a cabo el muestreo de flora para el sistema ambiental y el predio, en el mes de septiembre de 2021, en enero y mayo de 2022. El muestreo fue de 5 días cada uno, para hacer un total de 15 días. En septiembre de 2021 se realizó el muestreo en enero de 2022 el del predio, siendo en mayo de 2022 la corroboración de todos los sitios tanto de sistema ambiental como predio.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de muestreo circular aleatorio de 100 m², se ubicaron 20 sitios en el predio; se hizo un análisis comparativo entre el SA y el predio de interés, el cual se presenta más adelante.

En cada muestreo del predio se utilizaron parcelas circulares (sitios) de 100 m² (11.34m de diámetro) cada uno, en las cuales se registró tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo haciendo un registro de todos los individuos en los sitios. Para los estratos arbóreo y arbustivo se registraron las variables de DAP, altura total y fuste limpio, y para el estrato herbáceo solo se tomó la abundancia.

El conteo y numeración de los árboles se inició del centro del sitio hacia fuera utilizando como referencia el norte franco y con sentido de las manecillas del reloj. De esta manera, por árbol numerado se procedió a registrar los datos dasométricos solicitados. Todos y cada uno de los se marcaron en el tallo con pintura en aerosol llamativa a la altura donde se midió el diámetro normal mediante una línea o un punto y sobre ella el número del árbol que le corresponde. Para la elaboración del inventario forestal se necesitó la participación de una brigada compuesta por un técnico de campo y dos auxiliares. Las labores de campo tuvieron una duración de 15 días en total.

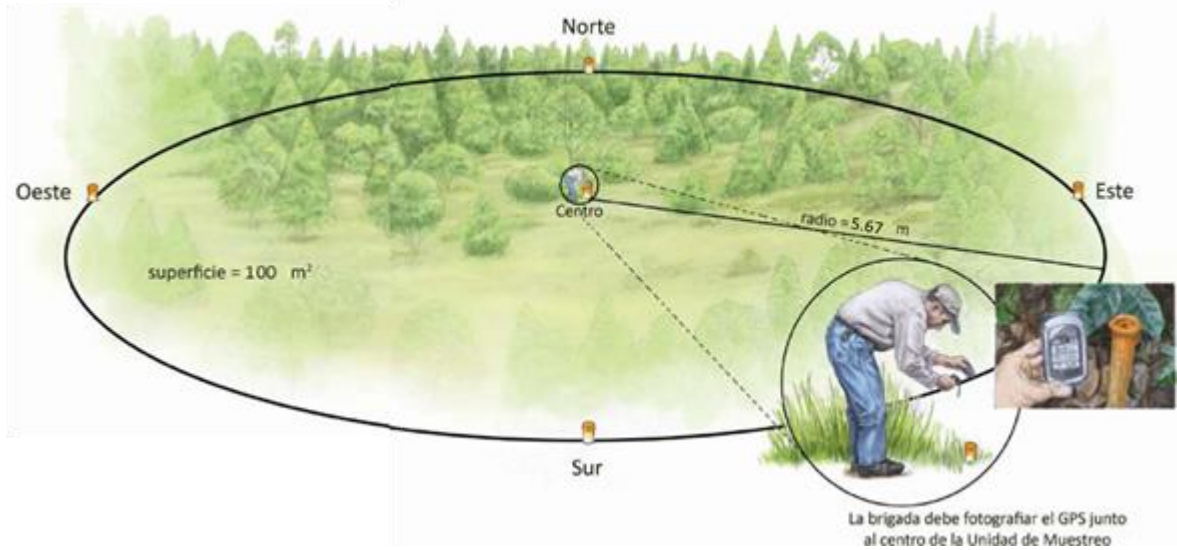


Figura 18. Ejemplo de parcela circular de 100 m².

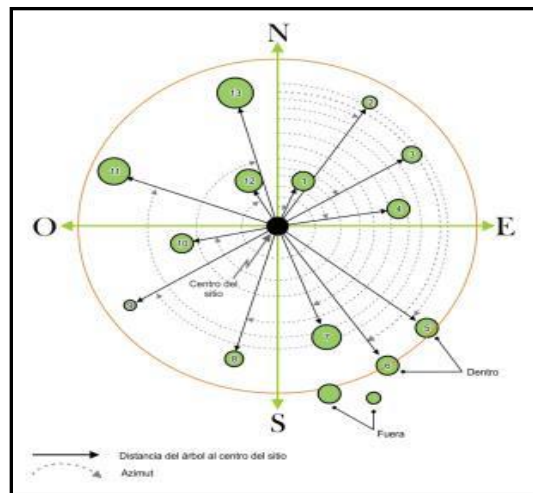


Figura 19. Método de muestreo para vegetación.

Para los análisis de vegetación y abundancia se usó el método circular de 100 m², teniendo un total de 20 sitios de muestreos en todo el Sistema Ambiental, distribuidos aleatoriamente en los lugares con cubierta vegetal. En cada unidad o sitio de muestreo se realizó un levantamiento total dividido por estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Para los tres tipos de vegetación se siguió este mismo criterio de crecimiento (estrato) los cuales se definen a continuación:

Referente al criterio empleado para clasificar las especies vegetales identificadas según estrato, fue el siguiente:

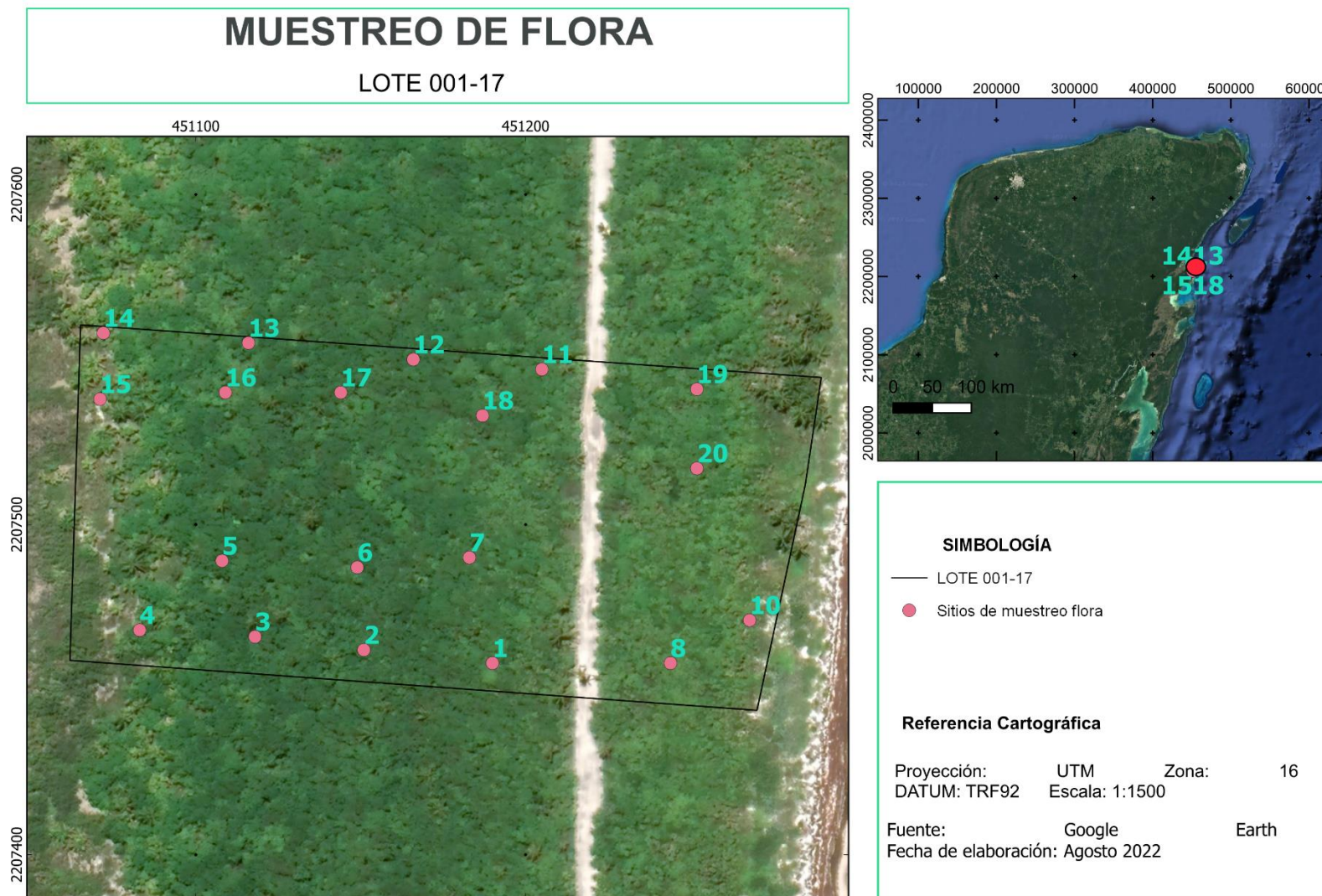
Forma de crecimiento	Alturas	Diámetros	Tallo	Ramificación
Arbóreo	Mínimo de 1.30	10 a más cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 3 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Menores a 3 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

Con base en los criterios anteriores las especies presentes podrían encontrarse en los 3 estratos, y dependiendo de sus características, forma de crecimiento y edades se definió a que estrato pertenecen. Cabe mencionar que en ninguno de los muestreos se presenta una vegetación de manglar.

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo.

Tabla 23. Coordenadas geográficas en UTM de los sitios de muestreo.

SITIO	X	Y	SITIO	X	Y
1	451151	2208252	11	451027	2208198
2	451146	2208271	12	451033	2208169
3	451124	220872	13	451036	2208131
4	451096	2208269	14	451087	2208107
5	451071	2208269	15	451089	2208152
6	451023	2208263	16	451096	2208178
7	451024	2208232	17	451134	2208175
8	451063	2208219	18	451139	2208140
9	451103	2208220	19	451185	2208167
10	451144	2208226	20	451179	2208194



Mapa 24. Sitios de muestreo de flora en el lote 001-17.

IV.7.2.2. Métodos y cálculos de datos

Diversidad

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Por ejemplo, entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) se consideraría más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

El índice de Shannon-Winner (H) requiere que todos los individuos sean muestreados al azar y que estén representadas todas las especies de la comunidad en la muestra. Este índice proviene de la teoría de la información, donde se utiliza para estimar el máximo de información que puede llegar a contener un mensaje, es decir que las medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados). Se calcula como la suma de la producción de cada especie multiplicada por el logaritmo base dos de esa porción.

La fórmula del índice de Shannon-Wiener es:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

S= número de especies (la riqueza de especies).

Pi= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N

Ni= número de individuos de la especie i

N= Número de todos los individuos de todas las especies

Log2= la fórmula utiliza el logaritmo base 2

Este índice usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre **0,5** y **5**, aunque su valor **normal** está entre **2 y 3**; valores **inferiores a 2** se consideran **bajos** y **superiores a 3** son **altos**. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies

presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

Los valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanzan de 3 en adelante.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*).

El concepto de uniformidad se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para H y \hat{H} .

Si $n_1 = n_2 = n_3 = n_i \dots = n$, entonces:

$$N = s \sum n_i = sN$$

$$H_{max} = \ln s$$

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada (\hat{H}) para una situación dada se desvía del máximo teórico (H) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes

Por otro lado, se analiza la equidad, la cual es un parámetro descriptivo de las relaciones de abundancia. La equidad es la medida de lo parecidas que son las proporciones de las diferentes especies de una comunidad. Existen varias formas de medir esta equitatividad, una de las más frecuentes es la razón que expresa la equitatividad como la diversidad H (encontrada) con relación al máximo valor que H' puede alcanzar cuando todas las especies de la comunidad, muestran idénticas abundancias. Si esto se mide con el índice de Shannon-Wiener, el valor resultante es la J de Pielou:

La **equitatividad** se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

donde s es la riqueza y $\log_2 S$ es la diversidad máxima que se puede obtener para una riqueza determinada

El valor de la equitatividad está considerado como una medida del grado de organización de la comunidad (Margalef, 1974). Un incremento en el número de especies, puede aumentar los valores de riqueza y de diversidad, pero si las nuevas

especies tienen abundancias muy diferentes a las de las ya existentes, bajarían la equitatividad de la comunidad⁶².

Para la correcta identificación de las especies de flora, se utilizaron los siguientes listados: <http://www.tropicos.org/Home.aspx>, <http://www.theplantlist.org/>, Herbario CICY (<https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>).

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies con base en tres parámetros principales: dominancia (área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300⁶³.

IV.7.2.3. Intensidad de muestreo de flora

Para determinar si el número de sitios fue el correcto (representativo) se analizó mediante un modelo matemático, para lo cual se realizó el mismo modelo matemático que se realizó en los muestreos de flora y fauna, para este análisis se hizo con los volúmenes de árbol de los estratos arbóreo y arbustivo de los registros de cada sitio de muestreo del predio.

Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística. Y para que los datos tengan una distribución normal, lo ideal sería realizar el mayor número de muestreos, es decir, la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable. El muestreo sistemático puede realizarse a partir de un punto determinado al azar, del cual se establece una cierta medida para medir los subsiguientes puntos⁶⁴.

El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente⁶⁵:

⁶² Samo L., Garmendia A., Delgado J. 2008. Introducción práctica a la ecología. Pearson, Prentice Hall.

⁶³ Mostacedo y Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Serra, Bolivia.

⁶⁴ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

⁶⁵ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{T^2 * CV^2}{N}} \quad (1)$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t = valor que se obtiene de las tablas de “t” de Student, generalmente se usa $t = 0.05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto.

Tabla 24. Volúmenes de árbol de 10 sitios de muestreo del predio.

SITIO	Flora	
	Volúmenes (arbóreo arbustivo) MUESTREO (V)	V2
1	0.830	0.689
3	1.200	1.440
5	2.990	8.940
7	2.280	5.198
9	2.820	7.952
11	1.360	1.850
13	1.670	2.789
15	0.500	0.250
17	0.980	0.960
19	0.050	0.003

Para determinar el número de muestras necesarias se debe de calcular la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV), para lo cual se siguieron las siguientes formulas:

$$s = \frac{\sqrt{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}}}{n - 1} \quad (2)$$

Donde:

s = desviación estándar

V = volumen

V^2 = volumen al cuadrado por muestra

n = número de unidades muestreadas

La desviación estándar de los transectos muestreados en cada lote, se muestran en la siguiente tabla:

	FLORA
ΣV	14
V^2	27.50
n	9
s	0.95

Para determinar el coeficiente de variación es igual a:

$$CV = \frac{s * 100}{\text{promedio } V} \quad (3)$$

	FLORA
s	0.95
Promedio V	1.39
CV	68.23

El valor de error con que se quiere obtener las muestras es de 10%. El valor de "t" en este caso, tendrá **9 grados** de libertad y 95% de probabilidad.

Retomando la fórmula para el cálculo del número de muestras (1) sería:

	Flora
CV	68.23
t (9 grados de libertad)	1.89
E	10
N	20
n	17.85

Esto da como resultado que el número de SITIOS a muestrear para flora del predio del proyecto sería de 17.85 sitios. Por lo tanto, la intensidad y representatividad del número de sitios a muestrear se cumple en cada lote, en donde se realizaron 20 sitios.

Esto también se corrobora con la prueba no paramétrica de Chao2 y la curva de acumulación de especies en donde con los 20 sitios muestreados se obtiene la máxima riqueza de especies. Esto se observa en el siguiente apartado.

Muestra no paramétrica de Chao y acumulación de especie

Para determinar si el muestreo fue optimo, se analizó con el método no paramétrico de Chao2, en donde indica que no hicieron falta especies por registrar en el muestreo. Y la acumulación de especies indica que se alcanza el máximo en el sitio 16, y la curva de especies tiene una R^2 de 0.95.

Sobs	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes
15	0	1	15	0

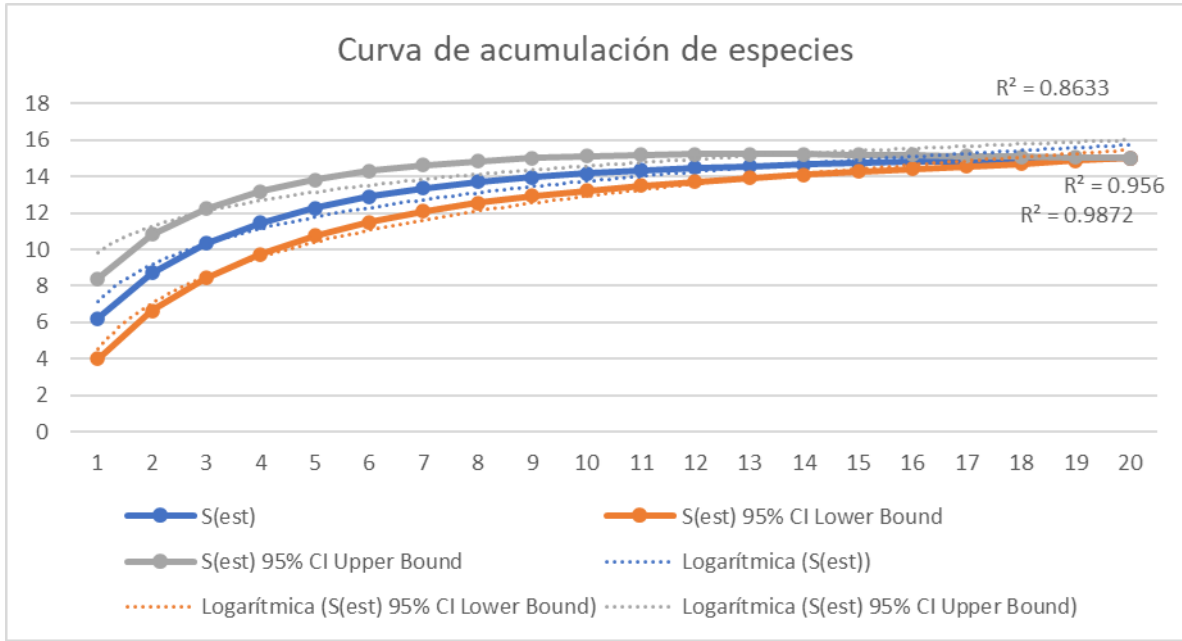


Figura 20. Acumulación de especies en el predio de interés.

Tabla 25. Acumulación de especies en los diferentes sitios de muestreo de flora en el predio.

Nombre Común	Nombre científico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	0	0	0	0	3	5	4	3	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	2	2	0	4	7	0	16	14	7	0	0	0	0	0	2	7	3	10	7
COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	0	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>	12	25	20	5	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>	4	0	3	0	5	0	4	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	3	3	0	0	0
CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	13	5	15	5	14	12	20	0	2	0	11	26	19	0	10	6	5	18	1	3
TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	1	4	2
SUUK	<i>Paspalum blodgettii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	3	0	5	0
KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	6	0	4	6	6	8	1	6	6	2	5	5	1	0	1	1	1	1	1	1
KOXOL	<i>Spartina spartinae</i>	0	5	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SURIANA	<i>Suriana maritima</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	1	6	29	6	14	4	33	2	34	20	11	16	37	16	9	11	21	25	11	10
YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Acumulación de especies		8	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	13	14	14	14	15	15	15	15	15

IV.7.3. Caracterización de la vegetación

Del inventario forestal, realizado en el muestreo, se encontraron 15 especies pertenecientes a 12 familias, las cuales se desarrollan en los tres o dos estratos de vegetación, en el siguiente cuadro se enlistan las especies de vegetación encontradas.

Tabla 26. Especies muestreadas en la vegetación de duna costera

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico
1	Fabaceae	HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>
2	Chrysobalanaceae	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>
3	Polygonaceae	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>
4	Arecaceae	COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>
5	Rubiaceae	ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>
6	Amaryllidaceae	LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>
7	Verbenaceae	LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>
8	Anacardiaceae	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>
9	Nyctaginaceae	TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>
10	Poaceae	SUUK	<i>Paspalum blodgettii</i>
11	Fabaceae	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>
12	Poaceae	KOXOL	<i>Spartina spartinae</i>
13	Surianaceae	SURIANA	<i>Suriana maritima</i>
14	Arecaceae	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>
15	Lamiaceae	YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>

Con base en la lista de especies de flora presentes en el predio se aclara que no se presentan especies epifitas dentro del ecosistema del predio.

IV.7.3.1. Abundancia de especies por hectárea por estrato

Estrato arbóreo

El inventario forestal que se realizó en las áreas con vegetación de duna costera, arrojó la presencia de 4 especies para el estrato arbóreo, en la siguiente tabla se presenta la abundancia de las especies encontradas:

Tabla 27. Abundancia de especies muestreadas en el estrato arbóreo.

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	175	25.18
2	Arecaceae	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	30	4.32
3	Anacardiaceae	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	485	69.78
4	Lamiaceae	YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>	5	0.72
			Total	695	100

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra dominado por dos especies, que juntas representan el 94.96% de la población total por hectárea en la zona, las cuales corresponde a Chechem (*Metopium brownei*) y Uva de mar (*Coccoloba uvifera*).

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la vegetación de duna costera se observan 6 especies las cuales presentan la siguiente abundancia:

No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Chrysobalanaceae	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	15	1.83
2		Polygonaceae	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	130	15.85
3		Anacardiaceae	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	360	43.90
4		Nyctaginaceae	TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>	35	4.27
5		Fabaceae	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	75	9.15
6		Arecaceae	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	205	25.00
Total					820	100

Los resultados demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por Chechem (*Metopium brownei*) con un 43.90% de la población, seguida de la palma chit (*Thrinax radiata*) con un 25.00%.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se presentan 15 especies, las cuales presentan la siguiente abundancia:

No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind	%
1	Herbáceas	Fabaceae	HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>	45	1.62
2		Chrysobalanaceae	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	105	3.78
3		Polygonaceae	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	105	3.78
4		Arecaceae	COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	85	3.06
5		Rubiaceae	ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>	370	13.31
6		Amaryllidaceae	LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>	130	4.68
7		Verbenaceae	LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>	60	2.16
8		Anacardiaceae	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	80	2.88
9		Nyctaginaceae	TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>	25	0.90
10		Poaceae	SUUK	<i>Paspalum blodgettii</i>	75	2.70
11		Fabaceae	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	235	8.45
12		Poaceae	KOXOL	<i>Spartina spartinae</i>	45	1.62
13		Surianaceae	SURIANA	<i>Suriana maritima</i>	40	1.44
14		Arecaceae	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	1375	49.46
15		Lamiaceae	YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>	5	0.18
Total					2285	100

En el estrato herbáceo se obtuvieron 15 especies, dominando por la palma Chit (*Thrinax radiata*) con un 49% de dominancia.

IV.7.3.2. Índice de diversidad Shannon Wiener de predio

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio con vegetación, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados para cada estrato de la vegetación de una costera:

Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 0.77 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.39 lo cual nos da un índice de equidad de 0.56, esto indica que las 4 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 56 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.25	-1.38	-0.35
2		Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>		0.04	-3.14	-0.14
3		Chechem	<i>Metopium brownei</i>		0.70	-0.36	-0.25
4		YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>		0.01	-4.93	-0.04
					1	-9.82	-0.77

Riqueza (S) =	4
H' Calculada =	-0.77
H max =	1.39
Equidad (J) =	-0.56
H max - H' =	2.16

Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo fue baja calculado en 1.43 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.79, lo cual nos da un índice de equidad de 0.80 esto indica que las 6 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 80 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>		0.018	-4.001	-0.073
2		UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.159	-1.842	-0.292
3		CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>		0.439	-0.823	-0.361
4		TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>		0.043	-3.154	-0.135
5		KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>		0.091	-2.392	-0.219
6		CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.250	-1.386	-0.347
					1	-13.60	-1.43

Riqueza (S) =	6
H' Calculada =	-1.43

H max =	1.79
Equidad (J) =	-0.80
H max - H' =	3.22

Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo fue bajo calculado en 1.85 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.71, lo cual nos da un índice de equidad de 0.68, esto indica que las 15 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 68 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceas	HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>		0.016	-4.124	-0.067
2		ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>		0.038	-3.276	-0.124
3		UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.038	-3.276	-0.124
4		COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>		0.031	-3.488	-0.107
5		ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>		0.133	-2.017	-0.268
6		LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>		0.047	-3.063	-0.143
7		LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>		0.022	-3.836	-0.083
8		CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>		0.029	-3.548	-0.102
9		TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>		0.009	-4.711	-0.042
10		SUUK	<i>Paspalum blodgettii</i>		0.027	-3.613	-0.097
11		KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>		0.085	-2.471	-0.209
12		KOXOL	<i>Spartina spartinae</i>		0.016	-4.124	-0.067
13		SURIANA	<i>Suriana maritima</i>		0.014	-4.241	-0.061
14		CHIT	<i>Thrinax radiata</i>		0.495	-0.704	-0.348
15		YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>		0.002	-6.321	-0.011
				Total	1.00	1	-52.81

Riqueza (S) =	15
H' Calculada =	-1.85
H max =	2.71
Equidad (J) =	-0.68
H max - H' =	4.56

IV.7.3.3. Índice de Valor de Importancia

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

De los datos obtenidos directamente en el campo para el área de estudio, se tiene el análisis de los valores de Densidad relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa y cuya combinación permite obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada estrato de ambos tipos de vegetación que cubren el predio. Por ello los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas.

Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo de la vegetación de duna costera, está compuesto por 4 especies que, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Metopium brownei* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 180.8.

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	25.18	36.67	29.35	91.20
2	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	4.32	10.00	9.17	23.49
3	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	69.78	50.00	61.02	180.80
4	YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>	0.72	3.33	0.46	4.51
			100.00	100.00	100.00	300.00

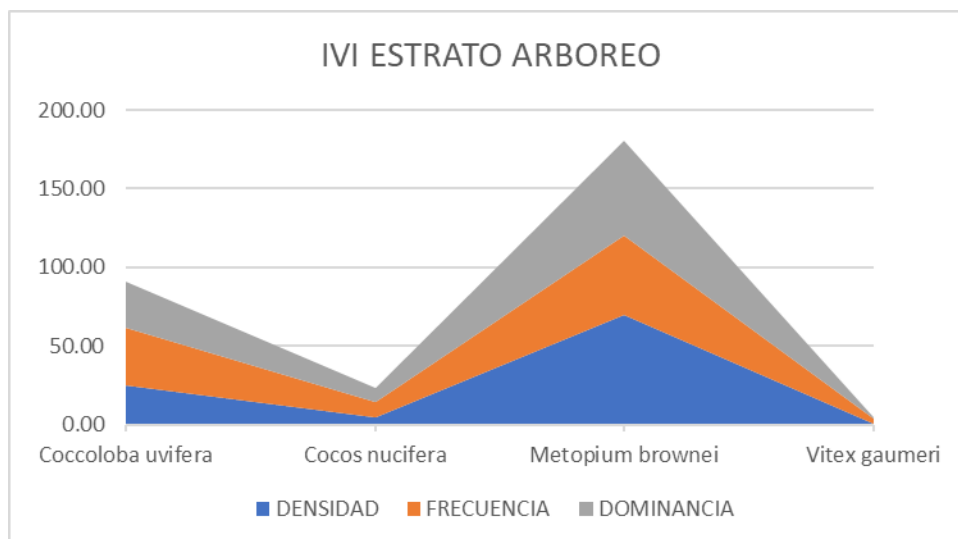


Figura 21. Composición del IVI en el estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo de la vegetación de duna costera, está compuesto por 6 especies, que, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia la especie *Neea psychotrioides* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 95.45.

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	1.83	4.55	3.06	9.44
2	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	15.85	15.15	5.75	36.75
3	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	43.90	24.24	3.06	71.21
4	TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>	4.27	10.61	80.58	95.45
5	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	9.15	22.73	1.02	32.90
6	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	25.00	22.73	6.52	54.25
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

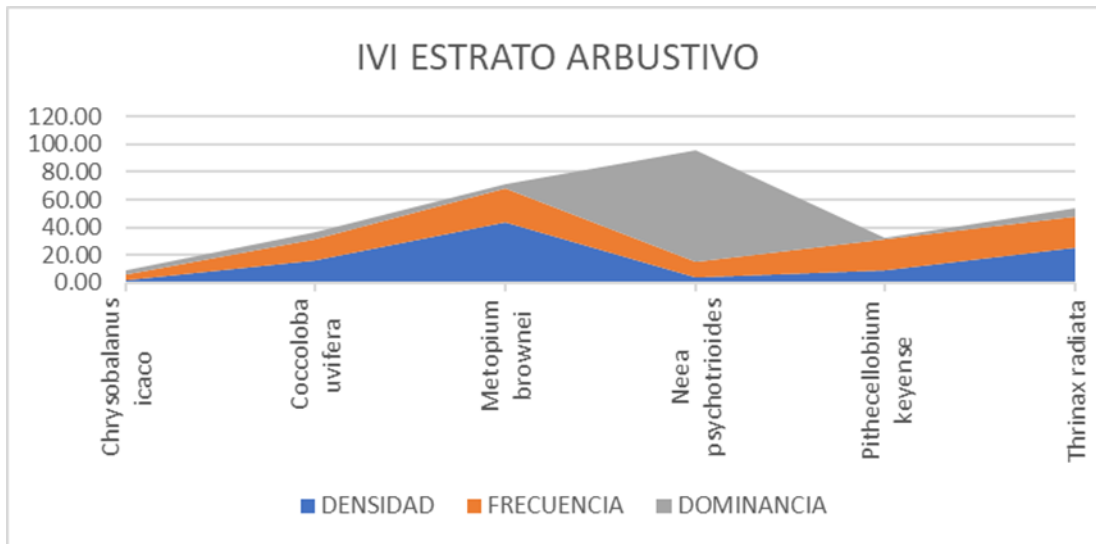


Figura 22. Composición del IVI en el estrato arbustivo.

Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la vegetación de duna costera, está compuesto por 11 especies distribuidas de manera equitativa.

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	3.777	6.579	3.78	14.13
2	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	3.777	3.947	3.78	11.50
3	COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	3.058	2.632	3.06	8.75
4	ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>	13.309	7.895	13.31	34.51

5	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	2.878	3.947	2.88	9.70
6	TAT ZI	<i>Neea psychotrioides</i>	0.899	2.632	0.90	4.43
7	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	8.453	11.842	8.45	28.75
8	SURIANA	<i>Suriana maritima</i>	1.439	3.947	1.44	6.83
9	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	49.460	21.053	49.46	119.97
10	KOXOL	<i>Spartina spartinae</i>	1.619	11.842	1.62	15.08
11	YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>	0.180	1.316	0.18	1.68
12	HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>	1.619	5.263	1.62	8.50
13	LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>	4.676	7.895	4.68	17.25
14	LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>	2.158	5.263	2.16	9.58
15	SUUK	<i>Paspalum blodgettii</i>	2.698	3.947	2.70	9.34
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

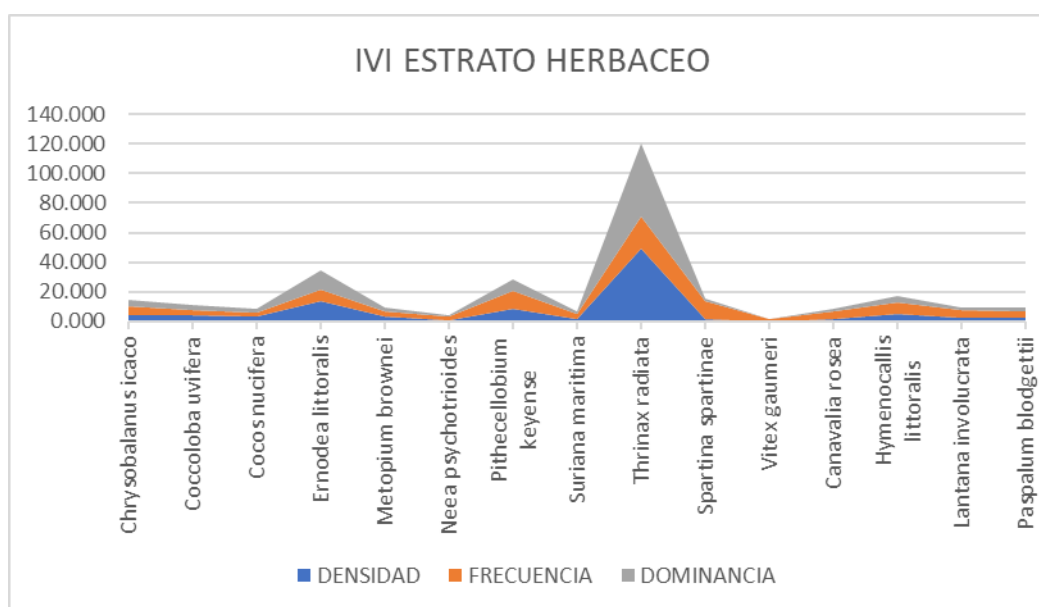


Figura 23. Composición del IVI en el estrato herbáceo.

IV.7.3.4. Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010

En la vegetación del predio sujeta al cambio de uso de suelo, se localizó solo a la especie Chit (*Thrinax radiata*) dentro de la Norma Oficial Mexicana bajo la categoría de amenazada.

Esta especie se registró en los dos estratos (arbustivo y herbáceo) con un total de 316 individuos. En el SA también se registró en los tres estratos con una abundancia de 919 individuos, por lo tanto, esta especie no se elimina, se mantiene en el SA, como se ha visto esta especie se distribuye en la zona de Quintana Roo y es frecuente observarla en el estado⁶⁶. Los individuos del predio se van a rescatar y

⁶⁶ Alvarado S. A., y Duno S.R. 2010. La palma Ch'iit en la península de Yucatán. Herbario CICY

se reubicaran en el área de conservación del predio y/o áreas aledañas a este en el SA.

Thrinax radiata (chit) es una de las palmas emblemáticas de la Península de Yucatán. Esta especie se distribuye en línea costera en los estados de Yucatán y Quintana Roo. Esta palma crece tanto en la duna costera como en las selvas medianas desde Celestún (Yucatán) hasta Chetumal (Quintana Roo). En la duna costera puede coexistir principalmente con *Sabal yapa* y *Coccothrinax readii*; mientras que, en la selva de Quintana Roo puede coexistir con *S. yapa*, *Chamaedorea seifrizii* y *C. readii*.⁶⁷.

Estado fitosanitario de la vegetación

No se observaron plagas o insectos que estén afectando a la vegetación del predio y/o que ameriten atención especial.

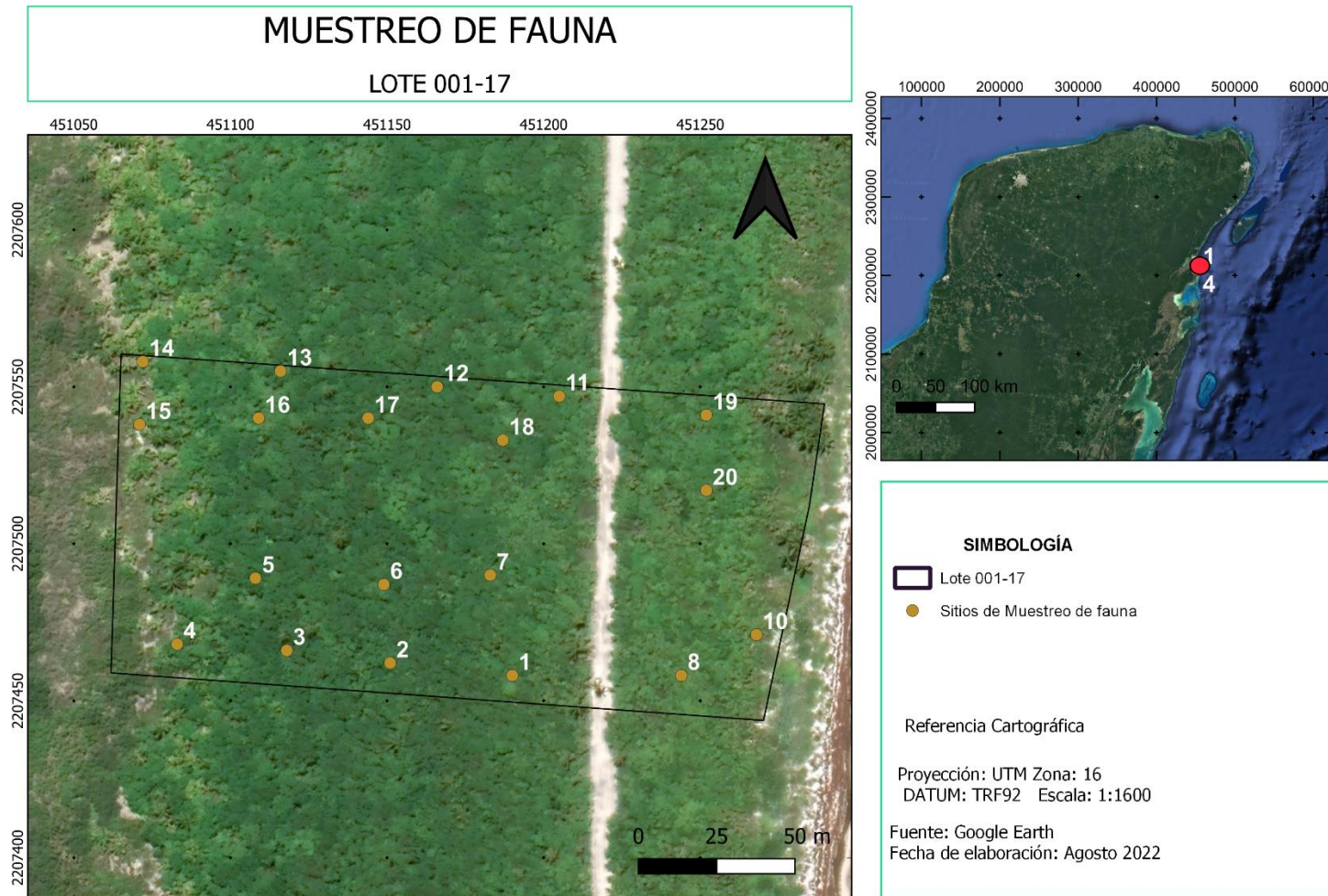
IV.8. Estimación de la diversidad de Fauna por especie presentes en el predio

A continuación, se muestra el análisis realizado de fauna que se encuentra en el predio del proyecto, del cual se obtuvo la diversidad (riqueza, abundancia), mediante diversos índices.

IV.8.1. Descripción del método de muestreo

Las actividades de los muestreos de fauna se realizaron mediante recorridos en sitios circulares de 100 metros cuadrados, mismos 20 sitios de muestreo para flora, donde se consideraron las siguientes variables: Avistamientos, huella, heces, rastros y restos. Los resultados en el área circundante fueron los avistamientos de reptiles. Con la ayuda de un GPS se georreferenciaron todos y cada uno de los sitios de muestreos y observación de fauna. Se tomó evidencia fotográfica, así mismo nos apoyamos con guías de campo para la identificación de cada uno de los ejemplares.

⁶⁷ Alvarado S. A., y Duno S.R. 2010. La palma Ch'iit en la península de Yucatán. Herbario CICY.



Mapa 25. Sitios de muestreo de fauna en el predio del proyecto.

La herpetofauna se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela⁶⁸ et al (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez⁶⁹ (2004), Frost⁷⁰ et al (2006), Wüster⁷¹ et al (2005) y Smith⁷² (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín⁷³ et al (1997), Wilson y Reeder⁷⁴ (1993), Arita y Ceballos⁷⁵ (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos⁷⁶ et al (2005) y Ramírez-Pulido⁷⁷ et al (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb⁷⁸ (1995) y Edwards⁷⁹ (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union⁸⁰ (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, et al (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010⁸¹ para todas las clases y Howell, et al (1995) para las aves.

⁶⁸ Flores-Villela, O., F. Mendoza, y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

⁶⁹ Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2): 115-144.

⁷⁰ Frost, Darrel R. 2006. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 4 (17 August 2006). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁷¹ Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pool, M. G. Salomao, y R. S. Thorpe. 2005. Tracing and Invasion: Landbridges, Refugia, and the Phylogeography of the Neotropical Rattlesnake (Serpentes: Viperidae: Crotalus durissus).

⁷² Smith, H. M. 2005. Plestiodon: A Replacement Name for Most Members of the Genus Eumeces in North America. Journal of Kansas Herpetology No 14. 15 pp.

⁷³ Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo. Publicaciones especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.

⁷⁴ Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Institution Press. U. S. A.

⁷⁵ Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.

⁷⁶ Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, FCE. México. 986 pp.

⁷⁷ Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. (n. s.) 21(1):21-82.

⁷⁸ Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.

⁷⁹ Edwards, E. P. 2003. A Field Guide to the Birds of México and Adjacent Areas: Belize, Guatemala, and El Salvador. University of Texas Press, U. S. A. 209 pp.

⁸⁰ American Ornithologists Union. 1982. Thirty-fourth supplement to the American Ornithologist' Union check-list of North American birds. Supplement to the Auk. 99 (3): 15 pp.

⁸¹ https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091



Figura 24. Muestreos indirectos de fauna.

Para la toma de datos en las parcelas de muestreo se tomó como referencia el norte franco de cada una y con dirección a las manecillas del reloj, se realizaron lentas caminatas vectoriales, a partir del centro del sitio. En cada sitio se registraron cada una de las evidencias encontradas como lo ejemplifica la siguiente imagen.



Figura 25. Metodología para el registro de evidencia de fauna.

Aves

Para el registro de aves se utilizó el método de conteo por puntos, donde se utilizó cada una de las 20 parcelas como punto de observación, aquí se anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores, se incluyeron los cantos identificables, así como los observados en vuelo, así mismo se registraron las especies observadas durante el desarrollo de otras actividades dentro de cada sitio. Las especies más observadas fueron aves de tipo costero, esta actividad solo se realizó en los horarios de 6:00 a 8:00 horas.



Figura 26. Observación de aves.

IV.8.1.2. Intensidad de muestreo

Para determinar si el número de recorridos (sitios) fue el correcto (representativo) se analizó mediante un modelo matemático, para lo cual se realizó el mismo modelo matemático que se realizó en flora, para este análisis se hizo con la abundancia total de fauna de cada sitio.

Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística. Y para que los datos tengan una distribución normal, lo ideal sería realizar el mayor número de muestreos, es decir, la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable. El muestreo sistemático puede realizarse a partir de un punto determinado al azar, del cual se establece una cierta medida para medir los subsiguientes puntos⁸².

El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente⁸³:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{T^2 * CV^2}{N}} \quad (1)$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa $t = 0.05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

⁸² Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

⁸³ Mostacedo B., Fredericksen T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR (proyecto de Manejo Forestal Sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

CV = coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto.

SITIO	Fauna PREDIO	
	Abundancia MUESTREO (V)	V2
1	25	625
3	20	400
5	10	100
7	15	225
9	8	64
11	14	196
13	12	144
15	22	484
17	14	196
19	17	289

Para determinar el número de muestras necesarias se debe de calcular la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV), para lo cual se siguieron las siguientes formulas:

$$s = \frac{\sqrt{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}}}{n - 1} \quad (2)$$

Donde:

s= desviación estándar

V= volumen

V²= volumen al cuadrado por muestra

n= número de unidades muestreadas

La desviación estándar de los transectos muestreados en cada lote, se muestran en la siguiente tabla:

	FAUNA
ΣV	158
V ²	2734
n	9
s	5.14

Para determinar el coeficiente de variación es igual a:

$$CV = \frac{s * 100}{promedio V} \quad (3)$$

	FAUNA
s	5.14
Promedio V	15.8
CV	32.52

El valor de error con que se quiere obtener las muestras es de 10%. El valor de "t" en este caso, tendrá **9 grados** de libertad y 95% de probabilidad.

Retomando la fórmula para el cálculo del número de muestras (1) sería:

	Fauna
CV	32.52
t (9 grados de libertad)	1.89
E	10
N	20
n	13.08

Esto da como resultado que el número de SITIOS (recorridos) a muestrear para fauna del sistema ambiental sería 13.08 sitios. Por lo tanto, la intensidad y representatividad del número de sitios a muestrear se cumple, en donde se realizaron 20 sitios.

Esto también se corrobora con la prueba no paramétrica de Chao2 y la curva de acumulación de especies en donde con los 20 sitios muestreados se obtiene la máxima riqueza de especies. Esto se observa en el siguiente apartado.

Muestra no paramétrica de Chao y acumulación de especie

Para determinar si el muestreo fue optimo, se analizó con el método no paramétrico de Chao2, en donde indica que no hicieron falta especies por registrar en el muestreo. Y la acumulación de especies indica que se mantiene en 22 especies desde el sitio 10 y alcanza el máximo en el sitio 19.

Sobs	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes
23	1	2	23	0

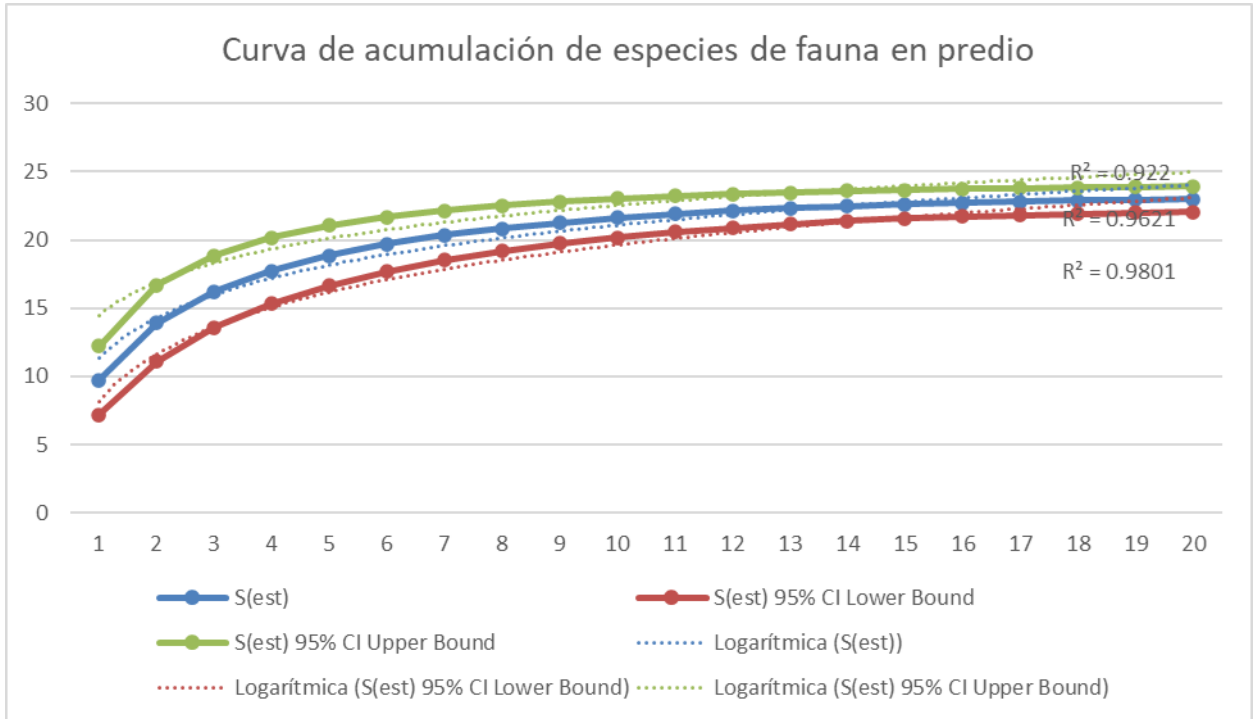


Figura 27. Curva de acumulación de especies de fauna en el predio de interés.

Tabla 36. Acumulación de especies de fauna en el predio del proyecto.

GRUPO	Nombre común	Nombre científico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	
AVES	Aura común	<i>Cathartes aura</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
	Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>	2	0	0	2	0	2	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	2	
	Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	2	1	
	Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	
	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	2	1	1	1	0	1	2	1	0	1	0	2	0	1	2	3	1	0	0	3	
	Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>	3	0	2	0	0	1	0	0	4	0	0	2	0	0	2	4	0	2	0	5	
	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	0	3	0	3	2	2	0	3	0	0	2	4	5	2	0	0	2	3	2	4	
	Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	
	Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
	Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	3	1	0	0	1	2	1	0	1	2	1	1	0	2	2	0	2	1	3	
	Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	0	2	0	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	1	2
	Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Perico pechisucio	<i>Aratinga nana</i>	4	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	3	0	5	0	0	4	0	0	0	
	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	2	0	1	2	2	2	2	1	0	
	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	4	3	2	1	0	2	3	3	2	3	2	1	2	3	0	2	3	0	2	
	Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	REPTILES	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	2	2	2	1	0	1	1	2	1	1	3	2	3	3	0	3	1	2	2	2
Lagartija		<i>Sceloporus chrysostictus</i>	0	1	0	2	2	1	0	2	1	2	0	1	2	0	2	0	2	1	0	1	
Toloquito		<i>Anolis sagrei</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	
MAMIFEROS	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	
	Coati	<i>Nasua narica</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			13	17	17	19	19	19	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	23	23

IV.8.2. Resultados del muestreo de fauna

Una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Especifica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar los tipos de fauna del predio y como se distribuyen sobre el mismo.

Se obtuvieron 361 registros de individuos de fauna, de los cuales están representados en 3 grupos de 23 especies de las cuales, en aves *Cyanocorax yucatanicus* y *Quiscalus mexicanus*, fueron las más abundantes. En los reptiles, la iguana *Ctenosaura similis* fue la más abundante.

Tabla 37. Registro de especies y número de individuos de fauna.

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Total absoluto
1	Aves	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		37
2		Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		37
3		Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>		34
4		Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>		25
5		Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>		25
6		Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		22
7		Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	Pr	22
8		Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>		21
9		Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>		14
10		Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		11
11		Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>		9
12		Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>		5
13		Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>		4
14		Aura común	<i>Cathartes aura</i>		3
15		Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>		3
16		Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>		3
17	Reptil	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	A	34
18		Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		17
19		Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		9
20	Mamífero	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		6
21		Coatí	<i>Nasua narica</i>		4
22		Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>		1
23		Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>		2
				Total	361

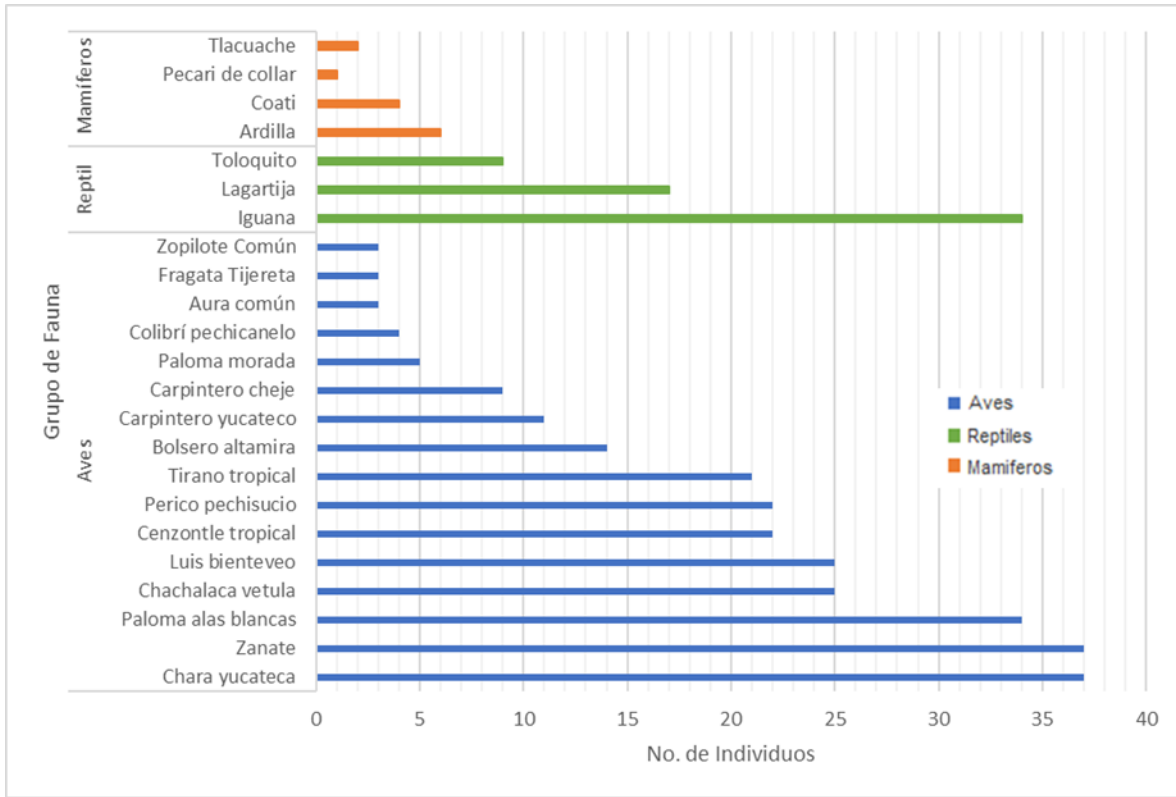


Figura 28. Número de individuos muestreados presentes en el ecosistema.

En cuanto a los grupos de fauna el más representativo fue el de las aves teniendo un total de 275 individuos y los menos distintivos son los grupos de los reptiles con 63 individuos y mamíferos con 13 individuos, como se puede observar en la siguiente figura:

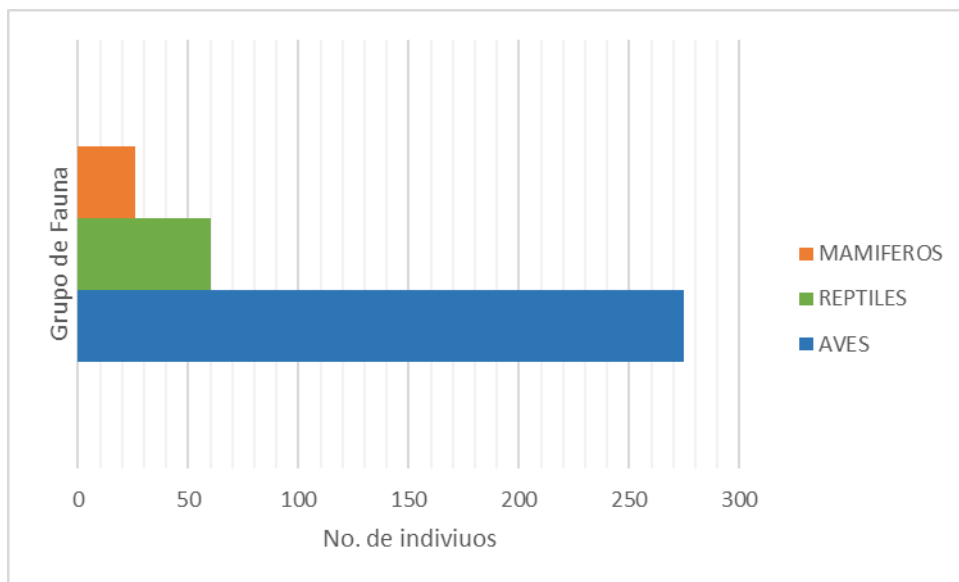


Figura 29. Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

El índice de Shannon-Wiener se calculó con los datos directos recabados por cada grupo faunístico, los resultados obtenidos se describen a continuación:

El índice de diversidad para el grupo de reptiles, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 0.964, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.099, lo cual nos da un índice de equidad de 0.877, esto indica que las 3 especies de anfibios reportadas, presenta cada una el 87 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 38. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Reptiles							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Reptiles	Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	A	0.54	-0.62	-0.33
2	Reptiles	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		0.32	-1.15	-0.36
3	Reptiles	Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		0.14	-1.95	-0.28
					100		0.98

Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	0.98
H max =	1.10
Equidad (J) =	0.89
H max - H' =	0.12



Figura 30. Avistamiento de reptiles.

En cuanto al grupo de aves, el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue normal calculado en 2.509, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.773, lo cual nos da un índice de equidad de 0.905 esto indica que las 16 especies de aves reportadas, presenta cada una el 90% de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 39. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Aves							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Ave	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		0.135	-2.006	-0.270
2		Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		0.135	-2.006	-0.270
3		Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>		0.124	-2.090	-0.258

Tabla 39. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Aves							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
4		Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>		0.091	-2.398	-0.218
5		Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>		0.091	-2.398	-0.218
6		Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		0.080	-2.526	-0.202
7		Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	Pr	0.080	-2.526	-0.202
8		Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>		0.076	-2.572	-0.196
9		Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>		0.051	-2.978	-0.152
10		Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		0.040	-3.219	-0.129
11		Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>		0.033	-3.420	-0.112
12		Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>		0.018	-4.007	-0.073
13		Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>		0.015	-4.230	-0.062
14		Aura común	<i>Cathartes aura</i>		0.011	-4.518	-0.049
15		Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>		0.011	-4.518	-0.049
16		Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>		0.011	-4.518	-0.049
					1.000		2.509

Riqueza (S) =	16
H' Calculada =	2.509
H max =	2.773
Equidad (J) =	0.905
H max - H' =	0.263



Figura 31. Avistamiento de aves.

En cuanto al grupo de mamíferos, el índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue bajo calculado en 1.205, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.386, lo cual nos da un índice de equidad de 0.869 esto indica que las 4 especies de mamíferos reportadas, presenta cada una el 87 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 40. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener del Grupo de Mamíferos							
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Mamífero	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		0.462	-0.773	-0.357

2	Mamífero	Coati	<i>Nasua narica</i>		0.308	-1.179	-0.363
3	Mamífero	Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>		0.077	-2.565	-0.197
4	Mamífero	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>		0.154	-1.872	-0.288
					1.000		1.205

Riqueza (S) =	4
H' Calculada =	1.205
H max =	1.386
Equidad (J) =	0.869
H max - H' =	0.182

IV.8.2. Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010

Se registraron dos especies enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a la iguana (*Ctenosaura similis*) en la categoría de Amenazada y al perico pechosucio (*Eupsittula nana*).

IV.8.3. Características de la fauna registrada en el predio

La fauna que se registró es de fácil desplazamiento por su sistema de locomoción, la mayoría se distribuye en la Península de Yucatán. La reproducción y su anidación de las aves se da en los árboles, en los reptiles escarban hoyos o túneles y ahí depositan los huevos; en los mamíferos, la mayoría trae consigo sus crías o las esconden en hoyos o nidos, como se muestra en la siguiente tabla. En cuanto a anfibios no se registraron en el muestreo, esto pudo ser por la época de muestreo o que en donde cayeron los puntos de muestreo no haya, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que se encuentren tanto en el sistema ambiental como en el predio y abunden en temporada de lluvias. El proyecto no va a realizar bardas o cercas, por lo que la fauna va a poder desplazarse. El cambio de uso de suelo que se solicita es de 956.43 m² (0.095 ha) y se dejara 19986.78 m² de conservación de área verde que no tendrá ninguna intervención, por lo tanto, aun habrá un área mayor a la del cambio de uso de suelo, para que la fauna pueda alimentarse y/o resguardarse.

Dicho esto, en campo no se observó ningún nido, madriguera o hembras con crías de fauna, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que haya en alguna temporada del año. Como se observa en la tabla de abajo la distribución de la mayoría de la fauna es en la Península de Yucatán, no siendo exclusiva del área del predio, la alimentación de las especies de fauna registradas es en su mayoría de insectos, seguida de frutos, semillas y carroña. Estos servicios que genera la vegetación como alimentación, hábitat y reproducción o anidación no se van a eliminar del todo, se verán disminuidos en el predio solo en el área de cambio de uso de suelo en un 4.57%, pero en el Sistema Ambiental se mantendrán. Aunado a esto el predio no es exclusivo al 100% de alguno de estos servicios, sin embargo, si la promotora llegara a observar algún nido, fauna que transite o que se alimente de la vegetación de conservación no los molestará, perturbará o ahuyentará.

La zona inundable presente en el predio, colindante con la zona de distribución del manglar, se encuentra en la porción poniente, en donde no se realizará ningún tipo de aprovechamiento, y constituirá la zona de conservación al interior del predio.

Tabla 41. Fauna registrada en el predio y sus alimentación, reproducción y distribución⁸⁴⁸⁵⁸⁶⁸⁷⁸⁸.

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Anidación / Reproducción	Alimentación	Distribución
1	Aves	Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>		Anida en arbustos bajos	Néctar de flores y jugo de frutos abiertos, y pequeñas larvas y arañas	Desde sur de Texas hasta norte de Guatemala y Belice, En México desde Tamaulipas, hasta la Península de Yucatán, Oaxaca, Chiapas. Especie Nativa, cuasiendémica
2		Aura común	<i>Cathartes aura</i>		Anida en sascaberas en zonas poco profundas	Carroñero	Canadá hasta Argentina. En México en todo el territorio Especie nativa
3		Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>		Se reproduce entre oquedades o piedras	Carroña	Sur Estados Unidos hasta sur de América Distribución en México, incluida la Península de Yucatán Especie nativa
4		Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		Zonas de selva poco perturbadas	Insectos	Habita en México, Belice y Guatemala. En México en el sureste del país incluida la Península de Yucatán Especie Nativa, cuasiendémica
5		Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	Pr	Temporada de lluvias (abril-julio)	Frutos, semillas, flores y brotes tiernos	En la vertiente Atlántica del Caribe, desde México hasta Panamá. En México desde Tamaulipas, hasta la Península de Yucatán, Oaxaca, Chiapas. Especie nativa
6		Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>		Se reproduce en islas e islotes arenosos	Carroña y desperdicios alimenticios humanos	Atlántico tropical, costas del Pacífico desde México a Ecuador y Perú, incluidas las islas Galápagos. En Sudamérica se encuentra hasta las costas de Uruguay. Especie nativa
7		Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>		Nidos en puntas de las ramas de árboles medianos, orillas de caminos y líneas eléctricas. Temporada	Frutos pequeños, parte de flores, retoños tiernos, algunos insectos	Desde Estados Unidos, México y Centroamérica Estados costeros del Golfo de México y Península de Yucatán Especie nativa

⁸⁴ Llamosa Neuman. 2008. Aves comunes de la Península de Yucatán. Ed. Dante.

⁸⁵ www.biodiversidad.gob.mx

⁸⁶ www.naturalista.mx

⁸⁷ www.enciclopedia.mx

⁸⁸ Barbara MacKinnon. 2017. Sal a pajarear Yucatán. Guía de aves. 315pp.

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Anidación / Reproducción	Alimentación	Distribución
					reproductiva de marzo a agosto		
8		Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>		Anida en troncos viejos y secos	Insectos, frutos carnosos como cocos y cítricos	Desde Texas hasta Nicaragua En México se le encuentra en todo el país con excepción de Chiapas Especie nativa
9		Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		Anida en troncos viejos. Reproducción de Marzo a Julio	Insectos	Sureste de México hasta centro de Belice y Honduras EN México en la Península de Yucatán Especie nativa, cuasiendémica de Yucatán y algunas islas adyacentes en América central
10		Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		Nidos en arbustos, arboles bajos	Frutos, semillas, insectos, pequeños reptiles	Sur de México a Honduras, Brasil y Caribe. En México desde Veracruz, hasta la Península de Yucatán Especie nativa
11		Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>		Reproducción entre abril t junio hasta la temporada de lluvias	Frutos, semillas e insectos	Desde Texas y la vertiente de Golfo de México hasta Costa Rica. En México en la vertiente de Golfo de México y Península de Yucatán. Especie nativa
12		Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>		Cría en colonias en la costa continental y en islas. Se reproduce de enero a agosto	Frutos y semillas	Desde sur de Texas hasta centro de Costa Rica. En México en la vertiente del Golfo de México y del Pacífico y Península de Yucatán Especie nativa
13		Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>		Se reproduce en follaje de árboles altos, y cerca del agua	Insectos como abejas, avispas, mariposas	Desde Estados Unidos a centro de Argentina Ampliamente en Península de Yucatán. Especie nativa
14		Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		Durante todo el año después de lluvias	Desperdicios, alimento de perro, gatos, aves, huevos y polluelos de otras aves	Desde Estados Unidos hasta Ecuador. Zonas perturbadas en todo México. Especie nativa
15		Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>		Se reproduce entre el follaje, en bordes de selva baja y mediana.	Insectívoro	Desde Estados Unidos hasta Sudamerica. En México se encuentra por las vertientes del Pacífico y del Atlántico incluyendo la península de Yucatán. Especie nativa
16		Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>		Anidación en lluvias	Granívora, y también se alimenta de	Sureste de Estados Unidos hasta Panamá. En todos lados de México excepto en montañas elevadas. Especie nativa

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Est	Anidación / Reproducción	Alimentación	Distribución
						brotos tiernos e insectos de suelo	
17	Reptil	Toloquito	<i>Anolis sagrei</i>		Estacional	Arañas e insectos	Desde Cuba, Bahamas en mar Caribe, México, Panamá y en Florida. En México desde Veracruz hasta la Península de Yucatán Península de Yucatán, Tabasco Especie exótica-invasora
18		Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	A	Reproducción en diciembre a marzo y deposita los huevos en hoyos en la tierra	Omnívoro, leguminosas y frutas, carne de pequeños animales como anfibios, aves, roedores e insectos	Se distribuye desde México hasta Panamá. En México se distribuye en Costas del Istmo de Tehuantepec en la costa del Pacífico y centro de Veracruz hasta la península de Yucatán Especie nativa
19		Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		Estacional	Insectívora	Desde el sureste de México hasta Belice y Guatemala. En México en la Península de Yucatán Especie nativa
20	Mamífero	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>		Dos a tres camadas por año	Omnívoro	Canadá hasta centro América En todo el territorio de México, con menor presencia en zona de altiplano y península de Baja California Especie nativa
21		Coatí	<i>Nasua narica</i>		Febrero a Marzo	Frutas, invertebrados, pequeños mamíferos	Estados Unidos hasta Ecuador y Perú. Las costas del Golfo de México y Pacífico, incluida en la Península de Yucatán. Especie nativa
22		Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>		Reproducción al año y medio de edad, se encuentran en madrigueras	Frutos de palmas, y animales vertebrados e invertebrados de tamaño pequeño	América tropical, desde Estados Unidos hasta el norte de Argentina En todo el país excepto en Baja California Especie nativa
23		Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		Nidos construidos sobre ramas con hojas y ramitas	Semillas, bayas y frutas	Desde el sureste de México hasta Belice y centro de Guatemala. En México en la Península de Yucatán y Chiapas Especie cuasiendémica

IV.9. COMPARACION DE FLORA Y FAUNA EN PREDIO Y SA

IV.9.1. Flora

A nivel de predio se garantiza la permanencia y distribución de las especies registradas en el ecosistema, ya que se conservará vegetación natural en más del 95.43% del predio. Se reubicarán todas las especies rescatadas en las áreas verdes del predio, así como en las zonas aledañas y en donde indique las autoridades de la reserva en este caso la CONANP, esto se hará antes de la remoción de vegetación para el del cambio de uso de suelo. Las plantas se mantendrán en un vivero provisional hasta su transplante fina (ANEXO 11).

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

De acuerdo con el listado florístico presentado en el capítulo IV, la vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 15 especies, 12 Familias, y de las cuales 4 especies se distribuyen en el estrato arbóreo, 6 especies se encontraron en el estrato arbustivo, y 15 se distribuyen en el estrato herbáceo, aclarando que algunas especies se distribuyen en uno o dos estratos. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su composición y estructura se distribuyen en herbácea, seguido de arbustos y arbóreos, lo cual se deriva de la condición actual del predio, la cual presenta una cubierta vegetal de tipo duna costera, con presencia de pequeños manchones de palmar natural constituido por la especie *Thrinax radiata*; la vegetación de duna costera parte desde la colindancia a la línea litoral. Se observó que, tanto en el sistema ambiental como el sitio de interés, antiguamente estaban asentadas plantaciones inducidas de cocoteros, por lo que es común encontrar esta especie distribuida a lo largo de la zona costera en el estado de Quintana Roo.

En el predio se encontraron agrupadas 10 Familias, de las cuales, Aracaceae y Fabaceae y Poaceae son la más representativa con 2 especies cada una.



Mapa 26. Estado actual de la cobertura vegetal del predio y sus colindancias.

De acuerdo con el listado florístico del sitio testigo del sistema ambiental presentado en el capítulo III, en total se identificaron 27 especies de vegetación de duna costera, de las cuales 7 especies se distribuyen en el estrato arbóreo, 12 especies se identificaron como arbustivas, y 25 se registraron como herbáceas, aclarando que algunas especies se distribuyen en dos o tres estratos. Estas especies del Sistema Ambiental se encuentran agrupadas en 20 familias, de la cual Fabaceae es la más representativa con 3 especies identificadas.

Tabla 42. Número de especies en el predio y sistema ambiental.

	Arbóreo Sp.	Arbustivo Sp.	Herbáceo Sp.	Total Especies por tres estratos	Total Familias por tres estratos
PREDIO	4	6	15	15	12
SA	7	12	25	27	20

IV.9.2. Análisis de Similitud de flora

El análisis de similitud de *Sorensen* nos indica que las comunidades vegetales del sistema ambiental y del predio donde se pretende desarrollar el proyecto “**Lote 001-017**”, presentan una similitud del 71.4%, sin embargo, las especies presentes en el predio se encuentran de igual forma en el sistema ambiental, lo cual garantiza que la ejecución del proyecto no representa un riesgo en la eliminación de especies, ya

que todas se representan en el ecosistema, con la ejecución de los programa de compensación, se realizaran actividades de reforestación y restauración

El Índice de Sorensen se calculó a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sorensen

$$QS = \frac{2C}{A + B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

A: Número de especies en el sitio A (sistema ambiental): 27

B: Número de especies en el sitio B (predio): 15

C: Número de especies compartidas por las dos muestras: 15

$$QS = \frac{2(15)}{(27 + 15)} = 0.6153 \times 100 = 71.4\%$$

Este resultado corrobora una similitud entre ambos ecosistemas, aunque si bien es cierto que en el sistema ambiental se presentan más especies, se comparten un gran porcentaje de ellas en diferentes proporciones.

Así mismo comparando las especies presentes dentro del predio y a nivel del sistema ambiental en la cuenca, en la siguiente tabla se puede apreciar como la mayoría de las especies permanecerán en la cuenca.

Tabla 43. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental de la cuenca						
No.	Nombre Común	Nombre científico	Familia	SA	Predio	SA-P
1	MARGARITA DE MAR	<i>Ambrosia hispida</i>	Asteraceae	X		
2	HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>	Fabaceae	X	X	X
3	PAPAYA	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	X		
4	ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Chrysobalanaceae	X	X	X
5	UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	X	X	X
6	COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	X	X	X
7	CIRICOTE	<i>Cordia sebestena</i>	Boraginaceae	X		
8	ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>	Rubiaceae	X	X	X
9	CANUTILLO	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	Euphorbiaceae	X		
10	TSA ITSA	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	X		
11	LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Amaryllidaceae	X	X	X
12	LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>	Verbenaceae	X	X	X
13	CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	X	X	X
14	SAK KATSIN	<i>Mimosa bahamensis</i>	Fabaceae	X		
15	TAT ZI	<i>Neea psychotrioides</i>	Nyctaginaceae	X	X	X
16	PLOMOLCHE	<i>Parathesis cubana</i>	Primulaceae	X		
17	PASTO (SUUK)	<i>Paspalum blodgettii</i>	Poaceae	X	X	X

Tabla 43. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental de la cuenca

No.	Nombre Común	Nombre científico	Familia	SA	Predio	SA-P
18	FLOR BLANCA	<i>Phyla nodiflora</i>	Verbenaceae	X		
19	KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	Fabaceae	X	X	X
20	ZAPOTE AMARILLO	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	X		
21	SALADO	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Aizoaceae	X		
22	SOLANUM	<i>Solanum donianum</i>	Solanaceae	X		
23	ESPADIN(KOXOL)	<i>Spartina spartinae</i>	Poaceae	X	X	X
24	SURIANA	<i>Suriana maritima</i>	Surianaceae	X	X	X
25	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	X	X	X
26	SIKIMAY	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Boraginaceae	X		
27	YAXNIK	<i>Vitex gaumeri</i>	Lamiaceae	X	X	X
		Total de especies		27	15	15

Conforme a la tabla anterior se menciona que la mayoría de las especies que se identificaron en los estratos herbáceos y arbustivos del predio se presentan en el estrato arbóreo del sistema ambiental, con lo cual se demuestra que aunque dentro del predio se eliminaran las especies vegetales estas seguirían representadas en el sistema ambiental en su estado de conservación con ejemplares adultos.

La especie más abundante en ambos sistemas fue *Thrinax radiata*, la cual se encuentra en la categoría de Amenazada bajo la NORMA-059-SEMARNAT-2010. Aunque es la única especie que se encuentra bajo esta NORMA, no se verá afectada por la construcción del proyecto. Aun así, se contempla un programa de Rescate y Reubicación de flora con lo cual se garantizará que esta especie continúen en el ecosistema de manera controlada y favoreciendo el desarrollo de las especies nativas de la vegetación.

IV.9.3. Comparación del Índice de Valor de Importancia por estrato

Por otro lado, tomando como base los resultados obtenidos en el capítulo III y IV sobre los índices de valor de importancia, se presenta un análisis comparativo entre el IVI del sistema ambiental y el IVI del predio por estrato, arrojando la siguiente información donde se demuestra que la ejecución del proyecto no pondrá en riesgo la flora del ecosistema:

Se hizo una comparación por estratos del IVI entre estratos y ambiente, para el estrato arbóreo presentan una composición florística similar, se observa que de las 4 especies que se registraron en el predio se encuentran en el SA.

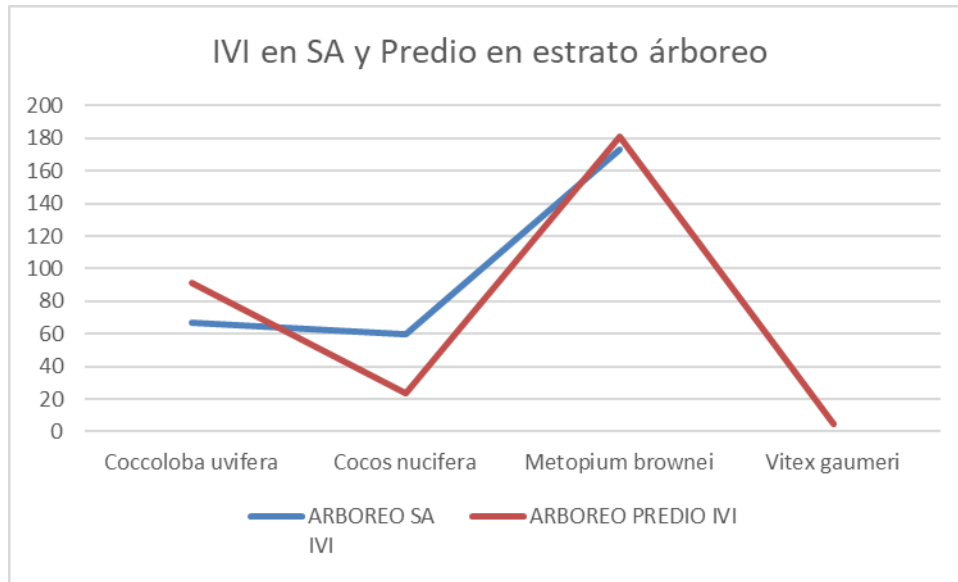


Figura 32. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arboreo entre el predio y el SA.

En el estrato arbustivo, en la comparación entre la vegetación del sistema ambiental y el predio es homogéneo, presentándose todas las especies del predio en el SA. *Neea psychotrioides* y *Metopium brownei* son las especies más representativa en el predio y en el SA es *Thrinax radiata*. El tipo de suelo con bastante drenaje y agua a poca profundidad, favorece que estas especies florezcan en este tipo de ecosistemas. *Thrinax radiata* es la más representativa y la única que se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, se pondrá especial atención en ella.

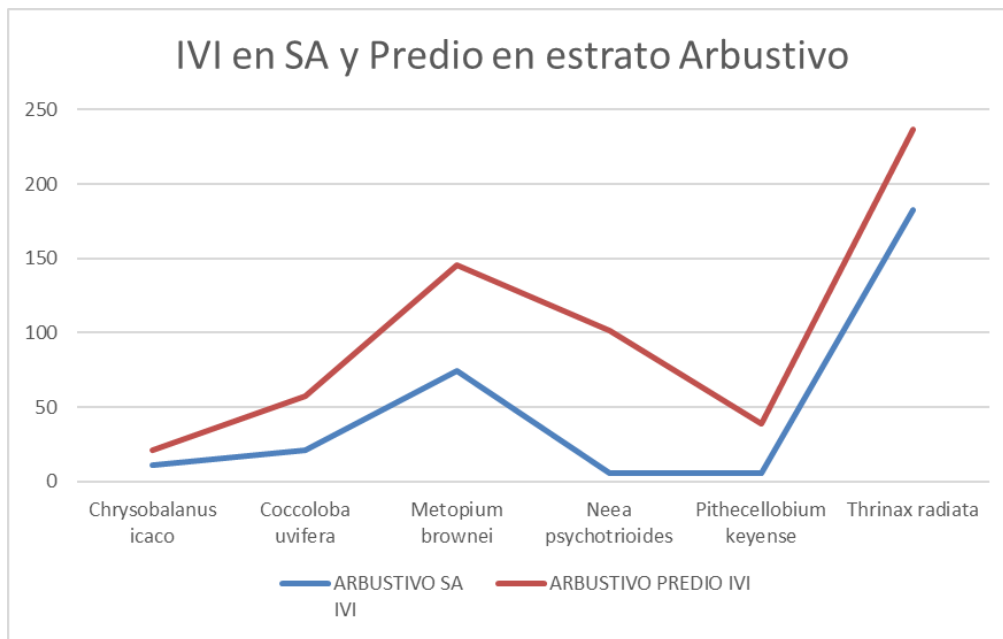


Figura 33. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbustivo.

La comparación entre el IVI del estrato herbáceo del sistema ambiental de la cuenca y el IVI del predio, nos arroja que en el predio se presentaron 15 especies y en el SA 28 especies, siendo la especie *Thrinax radiata* la que obtuvo el mayor valor en ambos sistemas con 119.97 en el predio y 83.69 en SA.

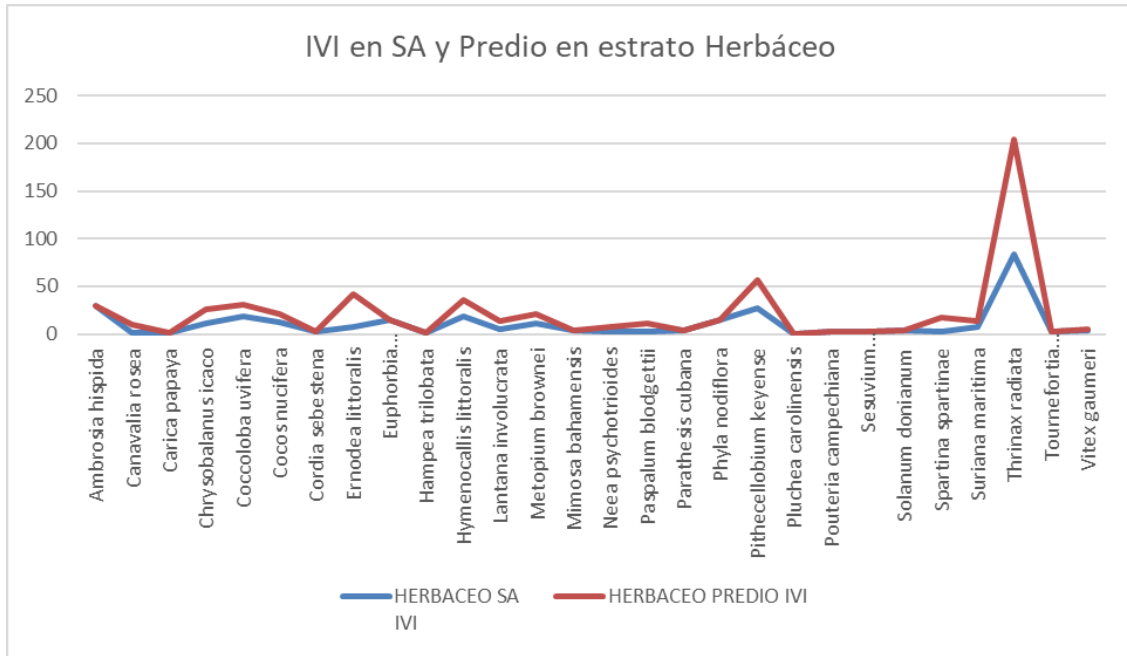


Figura 34. IVI del predio y del Sistema Ambiental del estrato Herbáceo.

Tabla 44. Comparación de valores de IVI en los tres estratos entre el SA y predio.

Nombre común	Nombre científico	ARBOREO IVI		ARBUSTIVO IVI		HERBACEO IVI	
		SA	PREDIO	SA	PREDIO	SA	PREDIO
MARGARITA DE MAR	<i>Ambrosia hispida</i>					29.36	
HABA DE MAR	<i>Canavalia rosea</i>					1.83	8.5
PAPAYA	<i>Carica papaya</i>					1.66	
ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>			11.27	9.44	11.22	14.13
UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	66.78	91.2	20.78	36.75	18.83	11.5
COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	60.11	23.49			12.21	8.75
CIRICOTE	<i>Cordia sebestena</i>					2.23	
ROMERO DE PLAYA	<i>Ernodea littoralis</i>					7.06	34.51
CANUTILLO	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>					14.99	
TSA ITSA	<i>Hampea trilobata</i>					1.66	
LIRIO DE PLAYA	<i>Hymenocallis littoralis</i>					18.15	17.25
LANTANA	<i>Lantana involucrata</i>					4.56	9.58
CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	173.1	180.8	74.08	71.21	11.64	9.7
SAK KATSIN	<i>Mimosa bahamensis</i>					3.97	
TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>			5.66	95.45	2.74	4.43
PASTO	<i>Paspalum blodgettii</i>					2.15	9.34
PLOMOLCHE	<i>Parathesis cubana</i>					4.29	
FLOR BLANCA	<i>Phylla nodiflora</i>					14.99	
KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>			5.57	32.9	27.41	28.75
	<i>Pluchea symphytifolia</i>						

Nombre común	Nombre científico	ARBOREO IVI		ARBUSTIVO IVI		HERBACEO IVI	
		SA	PREDIO	SA	PREDIO	SA	PREDIO
ZAPOTE AMARILLO	<i>Pouteria campechiana</i>					2.39	
SALADO	<i>Sesuvium portulacastrum</i>					3.19	
SOLANUM	<i>Solanum donianum</i>					3.78	
ESPADIN	<i>Spartina spartinae</i>					2.74	15.08
SURIANA	<i>Suriana maritima</i>					7.00	6.83
CHIT	<i>Thrinax radiata</i>			182.64	54.25	83.69	119.97
SIKIMAY	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>					2.95	
YAXNIK	<i>Vitex gaumeri</i>		4.51			3.30	1.68
	TOTAL	300	300	300	300	300	300

IV.9.4. Diversidad de Shannon Wiener en el predio y sistema ambiental

La diversidad biológica, o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio. Tomando como base los resultados obtenidos de las secciones anteriores del presente capítulo sobre los índices de Shannon Wiener, se presenta un análisis comparativo por estrato entre la cuenca y el área de cambio de uso de suelo arrojando la siguiente información donde se demuestra que la ejecución del proyecto no pondrá en riesgo la flora del ecosistema.

a) Arbóreo

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbóreo en el sistema ambiental de la cuenca presenta un índice de diversidad similar bajo de 0.80, y del predio es 0.77.

Asimismo, la cuenca presenta una equidad de 0.641 mientras que el predio sujeto al CUSTF de 0.587 esto nos dice que en ambos sistemas esta la probabilidad de encontrar casi las mismas especies, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo será eliminadas.

Arbóreo		
	SA	PREDIO
Riqueza (S) =	3	4
H' Calculada =	0.80	0.77
H max =	1.10	1.39
Equidad (J) =	0.73	0.56
H max - H' =	0.30	2.16

Para el estrato arbóreo, se determina que ambos ecosistemas son similares por lo cual, los procesos bióticos del ecosistema seguirán presentándose en la zona sin ser alterados permanentemente.

b) Arbustivo

Para el estrato arbustivo, en el mismo tipo de vegetación del sistema ambiental que no se afectará por el proyecto, presenta un índice de diversidad bajo de 0.96 resultando similar con el predio con un valor de 1.43.

El estrato arbustivo representa el 54% del total de las especies que se encuentran en el Sistema ambiental, y para el predio representa el 80%. Esto indica que prácticamente todas las especies presentes en el predio y la cuenca presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo será eliminadas

ARBUSTIVO		
	SA	PREDIO
Riqueza (S) =	6	6
H' Calculada =	0.96	-1.43
H max =	1.79	1.79
Equidad (J) =	0.54	-0.80
H max - H' =	0.83	3.22

Todas las especies registradas en el predio se presentan en el SA, por lo cual se comprueba que esta especie presente en el área sujeta al cambio de uso de suelo se mantendrán en el Sistema Ambiental.

c) Herbáceo

En el estrato herbáceo, el índice de diversidad fue normal para el sistema ambiental dio un valor de 2.34, y en el predio, donde se pretende el cambio de uso de suelo, fue bajo con 1.85. Asimismo, el sistema ambiental de la cuenca presenta una equidad de 0.71, mayor que el predio sujeto al CUSTF de 0.68, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y la cuenca presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios.

HERBÁCEO		
	SA	PREDIO
Riqueza (S) =	27	15
H' Calculada =	2.34	1.85
H max =	3.30	2.71
Equidad (J) =	0.71	0.68
H max - H' =	0.96	4.56

IV.9.5. Especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies registradas de flora, solo la palma Chit (*Thrinax radiata*) se encuentra en esta Norma Oficial Mexicana.

Se implementará un programa de rescate y reubicación de flora antes y durante el cambio de uso de suelo, aunque no haya especies en la NOM-059 presentes en el predio; este programa se detalla en el anexo 11

Thrinax radiata (chit) es una de las palmas emblemáticas de la Península de Yucatán. Esta especie se distribuye en línea costera en los estados de Yucatán y Quintana Roo. Esta palma crece tanto en la duna costera como en las selvas medianas desde Celestún (Yucatán) hasta Chetumal (Quintana Roo). En la duna costera puede coexistir principalmente con *Sabal yapa* y *Coccothrinax readii*; mientras que, en la selva de Quintana Roo puede coexistir con *S. yapa*, *Chamaedorea seifrizii* y *C. readii*.⁸⁹

IV.10. Fauna

IV.10.1. Comparación de riqueza de especies de fauna

Se registro un total de 35 especies de fauna silvestre en total entre el predio y el sistema ambiental. En el sistema ambiental se registró un total de 35 pertenecientes a 27 familias y para el predio se registró 23 especies de 18 familias. Todas las especies de fauna silvestre registradas en el predio se presentan también en el SA.

En el grupo de reptiles se presentan 7 especies en el sistema ambiental, y con 3 en el predio. En el grupo de las Aves se presentan 16 especies en el predio y 23 en el sistema ambiental de la cuenca. En el grupo de los mamíferos se presentan 5 especies en el Sistema Ambiental y 4 en el predio, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 45. Comparación de especies de fauna registradas en el sistema ambiental y en el predio.

No.	Familia	Nombre común	Especie	SA	Predio	SA-P	NOM-59
1	AVES	Colibrí pechicanelo	<i>Amazilia yucatanensis</i>	√	√	√	
2		Aura común	<i>Cathartes aura</i>	√	√	√	
3		Reinita mielera	<i>Coereba flaveola</i>	√			
4		Zopilote Común	<i>Coragyps atratus</i>	√	√	√	
5		Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	√	√	√	
6		Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	√			
7		Perico pechisucio	<i>Eupsittula nana</i>	√	√	√	Pr
8		Fragata Tijereta	<i>Fregata magnificens</i>	√	√	√	
9		Bolsero altamira	<i>Icterus gularis</i>	√	√	√	
10		Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	√	√	√	
11		Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	√	√	√	

⁸⁹ Alvarado S. A., y Duno S.R. 2010. La palma Ch'iit en la península de Yucatán. Herbario CICY.

No.	Familia	Nombre común	Especie	SA	Predio	SA-P	NOM-59
12		Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	√	√	√	
13		Mosquero ocre	<i>Mionectes oleagineus</i>	√			
14		Pájaro estaca	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	√			
15		Chachalaca vetula	<i>Ortalis vetula</i>	√	√	√	
16		Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	√	√	√	
17		Pelicano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>	√			
18		Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	√	√	√	
19		Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	√	√	√	
20		Charran real	<i>Thalasseus maximus</i>	√			
21		Coa Cabeza Negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	√			
22		Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	√	√	√	
23		Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	√	√	√	
24		Toloquito	<i>Anolis Sagrei</i>	√	√	√	
25		Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>	√			
26		Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	√			P
27	REPTILES	Tortuga blanca	<i>Chelonia mydas</i>	√			P
28		Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	√	√	√	A
29		Lagartija	<i>Holcosus undulatus</i>	√			
30		Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	√	√	√	
31		Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	√	√	√	
32		Coati	<i>Nasua narica</i>	√	√	√	
33	MAMIFEROS	Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>	√	√	√	
34		Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	√	√	√	
35		Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	√			
Total de Especies				35	23	23	

V.10.2. Análisis de Similitud de fauna

El Índice de Sørensen se calcula a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sørensen

$$Q_S = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

A: Número de especies en el sitio A (cuenca)

B: Número de especies en el sitio B (área de cambio de uso de suelo)

C: Número de especies compartidas por las dos muestras

D: El análisis de similitud de Sørensen indica que las comunidades faunísticas de la cuenca y del área de cambio de uso de suelo, tiene una similitud de 0.79, por lo que hay un 79% de ser encontradas en ambos sistemas.

E: Por grupo, la similitud más alta fue para el grupo de fauna con 82% entre los dos ambientes (SA y predio), seguido del grupo de mamíferos con una similitud de 88.89% y el grupo de reptiles fue el más bajo con una similitud entre SA y predio de 72.73%.

Tabla 46. Índice de Similitud Sørensen en el grupo de fauna.

GRUPO	SA	Predio	compartidas	Sørensen	%
	A	B	C		
AVES	23	16	16	0.821	82.05
REPTILES	7	3	3	6	0.600
MAMIFEROS	5	4	4	0.889	88.89
TOTAL	35	23	23	0.793	79.31

IV.9.3. Índice de diversidad Shannon-Wiener

De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, el grupo faunístico de Aves, dentro del sistema ambiental, presenta un índice de diversidad normal para ambos ambientes de 2.81 mientras que en el predio es de 2.51.

Tabla 47. Comparación de la diversidad en el grupo aves entre el SA y predio.

AVES		
	SA	PREDIO
Riqueza (S) =	23	16
H' Calculada =	2.81	2.51
H max =	3.14	2.77
Equidad (J) =	0.90	0.91
H max - H' =	0.33	0.26

Con respecto a las especies de aves que se observaron en el predio se debe considerar que las aves son especies de fácil desplazamiento, ya que en cuanto se inicien las actividades estas se desplazarán, sin embargo, como medida de precaución y compensación se aplicará el programa de rescate de fauna con lo cual se garantizará que estas y todas las demás especies de aves no sean dañadas, ya que cualquier ejemplar enfermo o que no se desplace será rescatado y reubicado.

Así mismo, con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el grupo de los aves, se determina que el ecosistema de la cuenca **es similar** que en el área de cambio de uso de suelo, por lo tanto las especies de este grupo que se encuentran no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, así mismo se debe considerar que se conservará el 95.43% del predio con su vegetación forestal actual, lo cual proveerá de áreas de alimentación y anidación para las aves locales o de paso que se pudieran instalar en el predio.

En cuanto al grupo de los mamíferos se presentan 5 especies en el Sistema Ambiental y 4 en el predio, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 48. Especies de Mamíferos presentes en el área de CUSTF en la cuenca

No.	Familia	Nombre común	Especies	SA de la cuenca	Predio
1	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	√	
2	Didelphidae	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	√	√
3	Procyonidae	Coati	<i>Nasua narica</i>	√	√
4	Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	√	√
5	Tayassuidae	Pecari de collar	<i>Pecari tajacu</i>	√	√

Conforme al índice de que el del área sujeta a cambio de uso de suelo es solo de 1.205. Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico de los Mamíferos dentro del sistema ambiental de la cuenca se presenta un índice de diversidad bajo de 1.52 mientras que el predio es de 1.20.

Tabla 49. Comparación de la diversidad en el grupo mamíferos entre el SA y predio.

MAMÍFEROS		
	SA	PREDIO
Riqueza (S) =	5	4
H' Calculada =	1.52	1.20
H max =	1.61	1.39
Equidad (J) =	0.94	0.87
H max - H' =	0.09	0.18

El sistema ambiental presenta una equidad de 0.944, mientras que en el predio es de 0.87 esto nos dice que los sitios son similares, sin embargo, para garantizar la funcionalidad del ecosistema será necesario ejecutar el programa de rescate de fauna.

Así mismo, estas 4 especies de mamíferos presentes en el predio se podrán desplazar a las áreas de conservación del predio que corresponden al 95.43 %, lo que permitirá a este tipo de fauna encontrar refugio y zonas de anidación dentro del mismo predio.

En cuanto al grupo de reptiles la diversidad fue baja para ambos, en el sistema ambiental de la cuenca se presenta un índice de 1.31, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo el cual es 0.98.

Tabla 50. Comparación de la diversidad en el grupo reptiles entre el SA y predio.

REPTILES		
	SA	PREDIO
Riqueza (S) =	7	3
H' Calculada =	1.31	0.98
H max =	1.95	1.10
Equidad (J) =	0.67	0.89
H max - H' =	0.63	0.12

Asimismo, el sistema ambiental de la cuenca presenta una equidad de 0.67 mientras que el predio es de 0.89, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y el sistema ambiental presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas o correrán el riesgo de desaparecer, ya que todas las especies del predio se encuentran representadas en el sistema ambiental.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el grupo de reptiles, se determina que el sistema ambiental de la cuenca es más diversa que en el área de cambio de uso de suelo, sin embargo estas especies de reptiles presentes en el área de cambio de uso de suelo son ejemplares fáciles de trasladar o desplazar a sitios de conservación mediante la ejecución del programa de rescate de fauna, lo que garantiza su conservación en el ecosistema, en la aplicación de este programa se realizará una verificación intensiva para la especie de *Ctenosaura similis*, para garantizar que ningún ejemplar de esta especie sea dañado

IV.9.4. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies de fauna registradas en total 4 especies se encuentran dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, de las cuales 1 se encuentran dentro de la categoría de Amenazada; Iguana (*Ctenosaura similis*). En la categoría de Peligro de Extinción se encuentra la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*) y en la categoría de Protección Especial se encuentra al perico pechosucio (*Eupsittula nana*). En el predio se registró a iguana (*Ctenosaura similis*) y al perico pechosucio (*Eupsittula nana*).

Se hará el rescate y reubicación de la fauna en la zona de cambio de uso de suelo en el predio, haciendo énfasis en estas dos especies que se encuentran en la norma para su rescate, cuidados y reubicación.

Se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna antes y durante el cambio de uso de suelo, el cual se detalla en el anexo 11; por otro lado, se implementarán acciones para mitigar las afectaciones a la flora y fauna, estas medidas se describen en el capítulo VI.

IV.9.5. ECOSISTEMA

IV.9.5.1. Ubicación del proyecto con relación a áreas de importancia ecológica

De acuerdo con Arriaga et al (1998, s/f, 2002)⁹⁰, el sitio del proyecto se localiza en dos regiones prioritarias: Hidrológica y Marina perteneciente a Sian Ka'an. El proyecto colinda con la laguna Boca Paila al oeste del predio y al este se encuentra el Mar Caribe. Sin embargo, se van a tomar las medidas pertinentes para que el proyecto en un momento dado, no afecte o pueda ocasionar un daño a un ecosistema acuático.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se encuentra en la porción oriental de la Península de Yucatán y Mar Caribe, en los Municipios de Felipe Carrillo Puerto, Tulum, Bacalar y Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, México (CONANP)⁹². Se estima una población de 1,000 habitantes al interior del humedal. Existen dos pequeñas comunidades (Col. Javier Rojo Gómez, Punta Allen), Punta Herrero, y un campamento pesquero (María Elena) asentados en el área. Ciudades y pueblos en el Área de Influencia: Felipe Carrillo Puerto ubicado a 40 Km. al poniente del humedal y Tulum ubicado a 10 Km al norte del humedal (RAMSAR)⁹³.

En las partes altas de la Reserva de Sian Ka'an, los únicos cuerpos de agua son los cenotes, debido al hundimiento de la bóveda kárstica, que tienen aguas duras. Las aguas de la Reserva son por lo general muy transparentes por su dureza y por la oligotrofia, debidas éstas a la presencia de un lecho calcáreo y poco soluble. Otro factor que contribuye a la transparencia es la poca proliferación de algas y plancton (RAMSAR)⁹.

En el predio no se encuentran cuerpos de agua o cenotes.

Dentro de las problemáticas identificadas están: Modificación del entorno: desarrollos turísticos desordenados.

- Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
- Uso de recursos: introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus*. Manejo inadecuado de pesquerías de langosta. Uso de trampas selectivas.

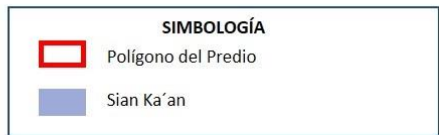
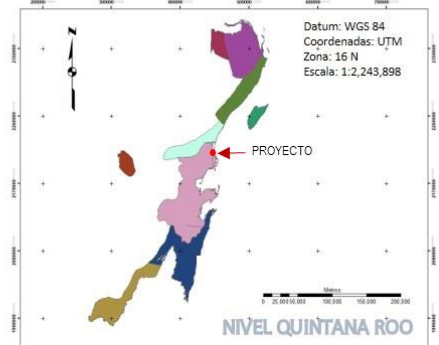
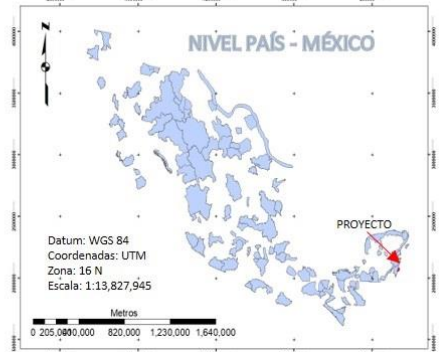
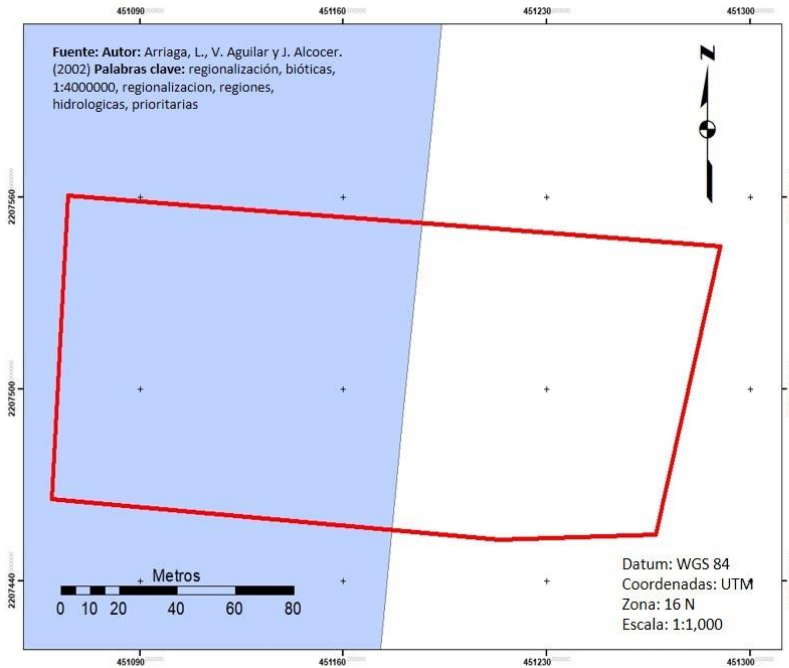
⁹⁰ Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. *Regiones Marinas Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

⁹¹ Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). 2002. *Regiones hidrológicas prioritarias*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>

⁹² Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016. La reserva de la Biosfera Sian Ka'an, principal reservorio de carbono.

⁹³ Ficha informativa de los humedales RAMSAR, 2003.

UBICACIÓN DEL PREDIO RESPECTO A LAS REGIONES
HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS
LOTE 001-17



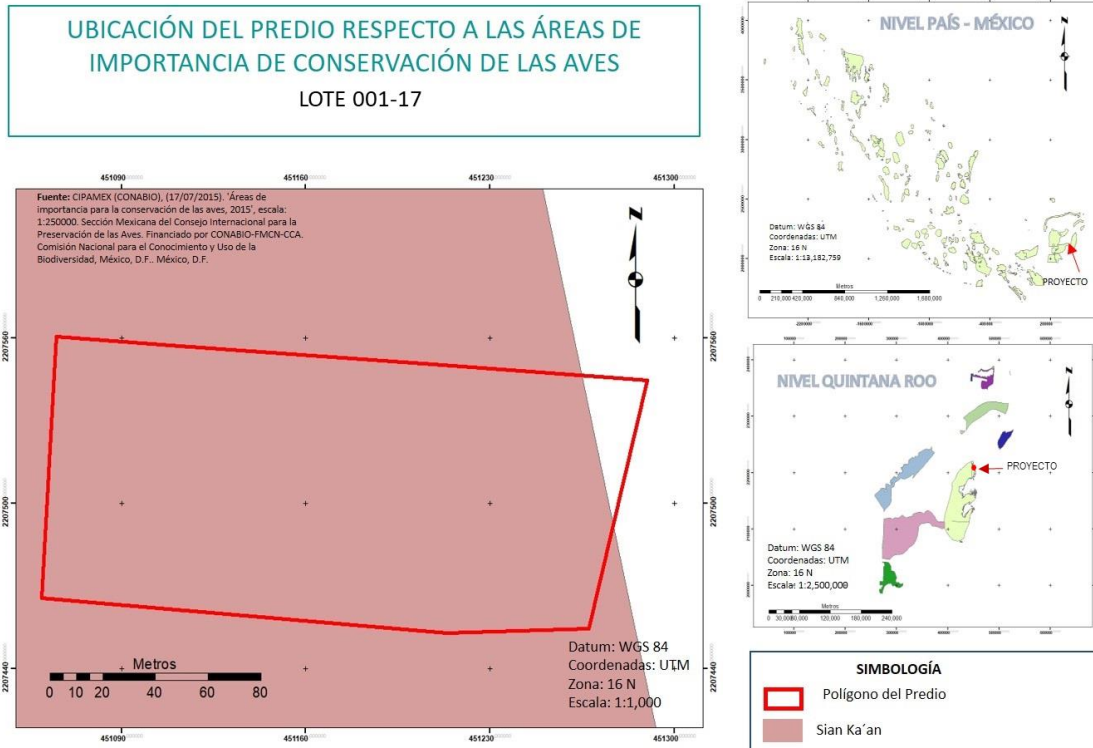
Mapa 27. De regiones hidrológicas prioritarias.

De acuerdo con Berlanga et al (2008)⁹⁴, el polígono del predio se encuentra dentro del área de importancia de conservación de aves.

Conservación: preocupan la introducción de especies exóticas, problemas de ordenamiento, de desarrollo turístico y los incendios provocados. La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional. Está considerada un humedal prioritario por la North American Wetlands Conservation Council. Comprende la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y el Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil (CONABIO)⁹⁵.

⁹⁴ Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO.

⁹⁵ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_147.pdf



Mapa 28. Áreas de importancia para la conservación de las aves.

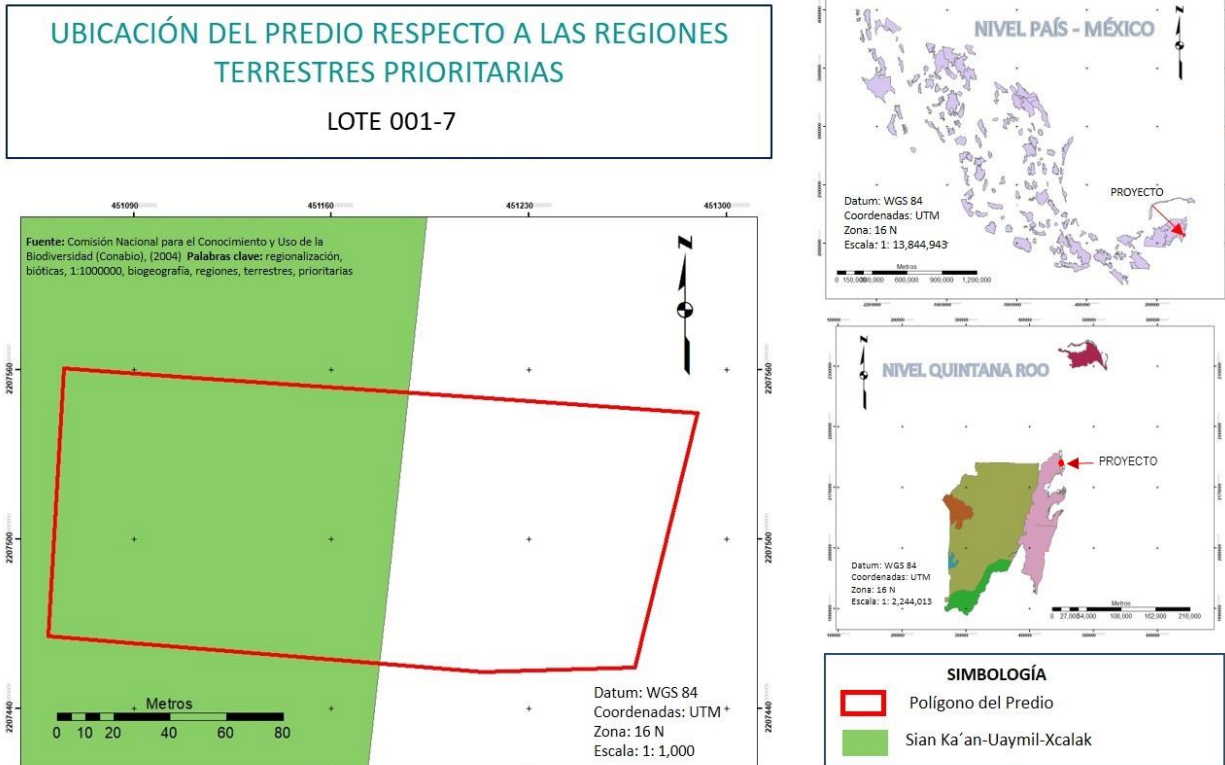
De acuerdo con Arriaga et al (2000)⁹⁶ el proyecto se encuentra en la Región prioritaria Terrestre no. 147. Esta región es definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Existe un alto nivel de conocimiento. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Mahahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal. Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Mahahual-Santa Cecilia y del entronque de Mahahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice.

Problemática ambiental: Existen problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera.

Pérdida de superficie original: Algunas partes de la región se encuentran con vegetación secundaria por actividades ganaderas o agrícolas.

⁹⁶ Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Políticas de conservación: Parte de la región está decretada a nivel federal como ANP. La reserva de Sian Ka'an tiene fondos del GEF y del Banco Mundial. Programas prioritarios como control y vigilancia. Prevención y combate de incendios forestales. Restauración: proyecto de erradicación de la casuarina, proyecto de limpieza de playas. Uso público: proyecto de uso turístico (regulación, planeación, manejo, organización y capacitación social y monitoreo), señalización y boyeo, educación ambiental, investigación, regularización de la tenencia de la tierra, gestión y administración (CONABIO)⁹⁷.



Mapa 29. Regiones terrestres prioritarias.

El predio de interés se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, decretada como área natural protegida en 1986, publicada en el Diario Oficial de la Federación⁹⁸ y el 20 de enero de 1986, y el Programa de Manejo de Área Natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero de 2015.

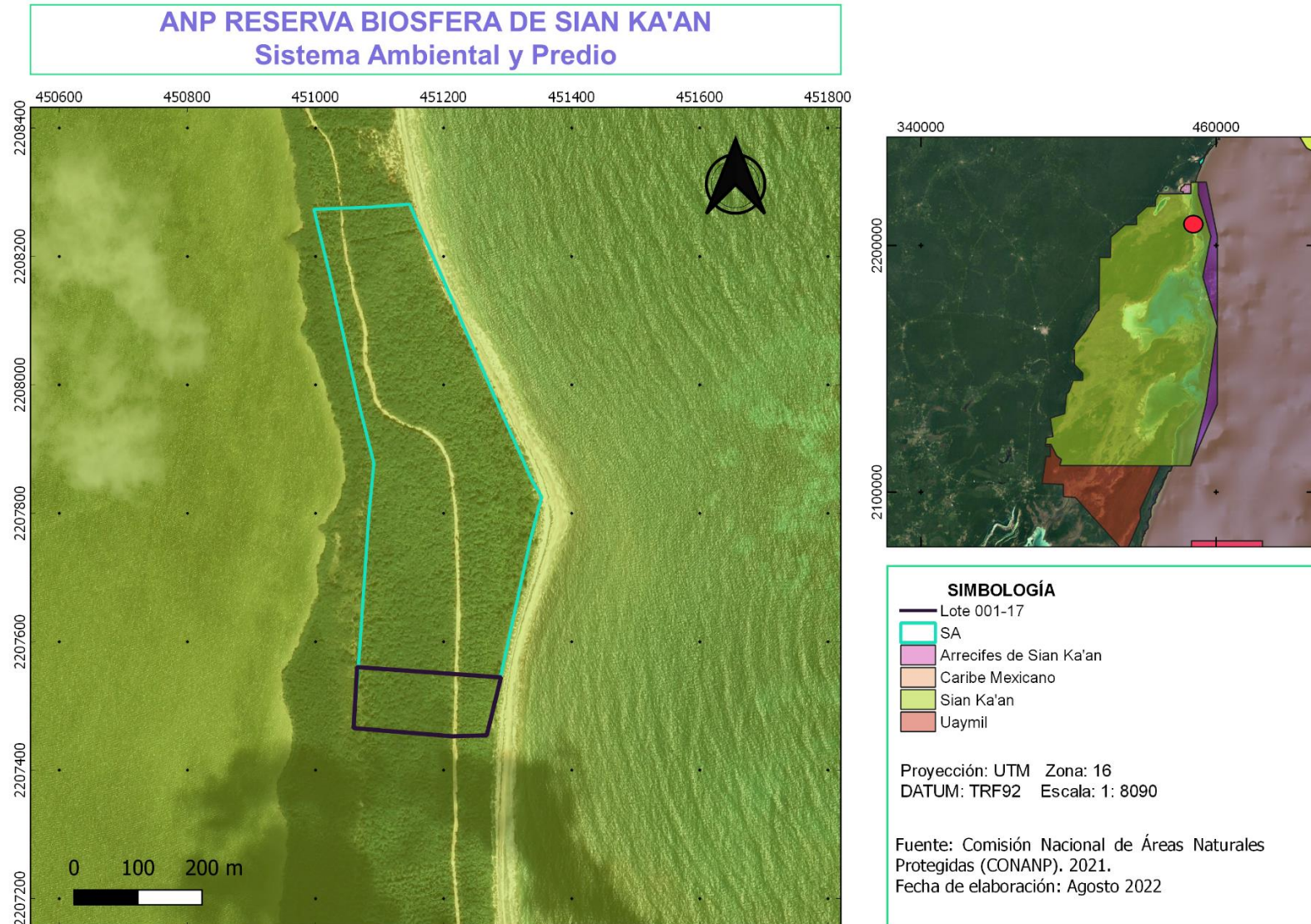
Conforme al DECRETO por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios

⁹⁷ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_147.pdf recuperado el 09 de abril de 2020.

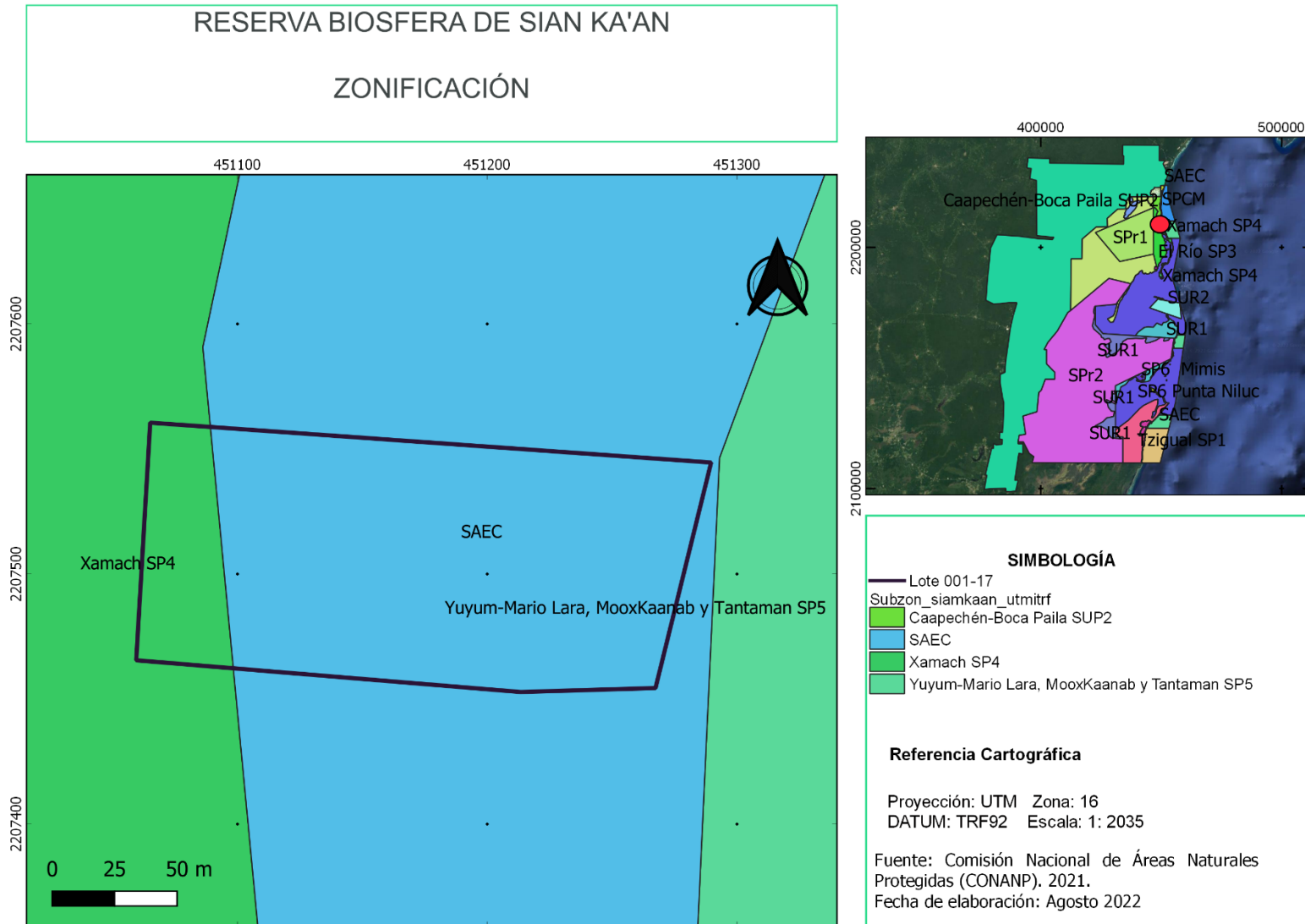
⁹⁸ https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5379437&fecha=23/01/2015

de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo. De fecha 20 de enero de 1986, en el cual se establecen y describen diferentes zonas núcleos, y zonas de amortiguamiento, en esta última se propiciará un desarrollo agropecuario y turístico nacional. Conforme al artículo octavo que establece que “Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología”. Por lo tanto, la promovente somete a evaluación la propuesta de proyecto en concordancia con el decreto.

El predio se encuentra dentro del área de amortiguamiento conforme al Decreto, de manera que es viable su aprovechamiento.



Mapa 30. De áreas naturales protegidas de competencia federal.



Mapa 31. Ubicación del predio dentro de la zona de amortiguamiento, susceptible de aprovechamiento.

Conforme al decreto, el predio se encuentra en una Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), que abarca una superficie de mil 459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos; estas superficies se caracterizan por tener vegetación de duna costera típica de la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2014)⁹⁹.

Una pequeña porción del predio ubicada al poniente del camino, forma parte de la Subzona de Preservación Xamach (SP4); en esta zona no se realizará ningún tipo de obra o actividad, de manera que se destinará a su conservación.

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que la biodiversidad se mantiene en el ecosistema que se verá afectado, conforme al artículo 93 de la LGDFS, ya que ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto para el cambio de uso de suelo en cuestión, no compromete la biodiversidad debido a que se dejará el 95.43% de vegetación natural en el predio.

IV.10. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes que se pueden mencionar la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza; los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, brindan también una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales y están ligados a la regulación de procesos naturales.

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXIX dice:** Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros¹⁰⁰;

Los servicios ambientales que se presentan a nivel de predio y nivel de cuenca son los siguientes.

⁹⁹ SEMARNAT. 2014. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an D. R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.

¹⁰⁰ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma DOF 24-01-2017).

	Tabla. Servicios ambientales en el predio y cuenca	Predio	Cuenca	Dejará de proporcionar el servicio por el cambio de uso de suelo.
A	Provisión del agua en calidad y cantidad	X	X	NO
B	Captura de carbono, contaminantes	X	X	NO
C	Generación de oxígeno	X	X	NO
D	Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	X	X	NO
E	Modulación o regulación climática	X	X	NO
F	Protección de la biodiversidad	X	X	NO
G	Protección recuperación de suelo	X	X	NO
H	Cambio en el Paisaje	X	X	NO

Los servicios ambientales que brinda el predio de manera natural que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de Uso de Suelo se describen a continuación.

a) Provisión del agua en calidad y cantidad

En cantidad:

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994, citado por Torres y Guevara, 2003).

Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$C_e = K (P-250)/2000 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

C_e= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,11	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

- Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.
- * Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al predio le correspondería como valor de K: 0.07, ya que el suelo del terreno es medianamente permeable y está cubierto en más de 75 % por vegetación forestal y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto, el Ce del predio sería:

$$K (P-250)/200$$

$$Ce = 0.07 * (1300-250)/2000$$

$$Ce = 0.07 * 1050 / 2000$$

$$Ce = 0.07 * 0.525$$

$$Ce = 0.037$$

Por otro lado, el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 51. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
Forestal	Vegetación de duna costera	20943.21	A	0.07	0.037	1000.562	100
Total		20,943.21				1,000.56	100.00

Para la zona impermeable de CUSTF, da como resultado que se va a eliminar el 7.55% es decir 93.51 m³.

Para la zona impermeable de CUSTF:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 890.01 \text{ m}^2 * 0.037$$

Vol. Esc. Anual = 42.52 m³

Tabla 52. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
CUSTF/ SUP. IMPERMEABLE	URBANO	424.13	B	0.29	0.246	135.407	10.960
CUSTF/ SUP. PERMEABLE	URBANO	532.29	A	0.26	0.210	145.200	11.753
VEGETACION NATURAL	BOSQUE	19986.79	A	0.07	0.037	954.869	77.29
Total		20943.21				1235.48	100

Sin embargo, se va a quedar una zona de conservación vegetación natural, más una zona permeable, para así mantener un volumen de escurrimiento de 1,100.069m³ por estas tres zonas permeables.

La superficie que abarca el terreno corresponde a 2.09 ha, de los cuales, de acuerdo a la tabla anterior, se dejarían de aprovechar un volumen de 135.40 m³ anuales que corresponde al 10.96 % de todo el volumen de agua captado en el predio por el hecho del sellamiento de la superficie. Por lo tanto, este servicio no dejará de presentarse en el predio si no que únicamente será reducido manteniendo una captación del 89.04%, por lo cual en compensación a esta disminución se instala un

sistema de drenaje pluvial sobre las vialidades del proyecto que estará separado de los sanitarios, con lo cual se permitirá incrementar la captación del predio después de la instalación del proyecto, logrando que este servicio se mantenga presente en el ecosistema.

En calidad:

En el estado de Quintana Roo se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en este último punto cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentar por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

- Se proporcionarán suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, 1 por cada 20 trabajadores mínimo, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.
- El manejo y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio.
- Se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
- Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).
- Se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de que no haya percolación de estos al subsuelo.

b) Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono)

procesos fotosintéticos de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que prevén los bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002)¹⁰¹.

Los bosques en crecimiento tienen la capacidad de fijar y almacenar carbono a través de la acumulación de biomasa en sus estructuras vivas, mientras que los bosques viejos, sirven como sumideros de carbono.

De acuerdo a estudios realizados en México, cuando las condiciones son favorables, la tasa de acumulación de carbono es de aproximadamente $3.60 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Orihuela-Belmonte et al., 2013) y en peores condiciones, la acumulación de carbono es de $1.52 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Read y Lawrence, 2003)¹⁰², no siendo o mismo en bsques perturbados.

Las plantas absorben CO_2 de la atmósfera y emiten oxígeno. Es un proceso que forma parte de su ciclo vital. Se trata de un mecanismo que ayuda al clima, sobre todo en situaciones como la actual, porque **los árboles actúan como un 'secuestrador' natural de dióxido de carbono**. Tras absorberlo, queda atrapado en las ramas, el tronco y las raíces, y así el ejemplar va creciendo. De hecho, cuando más CO_2 hay en la atmósfera, mejor les va a los bosques, mas no a las condiciones atmosféricas.

Se estima que el carbono está contenido en diferentes almacenes de acuerdo con Ordoñez (1999)¹⁰³ los cuales son:

- El carbono en la vegetación, el cual es la suma del carbono contenido en la biomasa aérea (tronco, hojas, ramas y follaje) y el carbono contenido en la biomasa de las raíces.
- El carbono en descomposición, que este contenido en la materia orgánica en proceso de descomposición y que se deposita en el suelo.
- El carbono en el suelo, contenido en las capas que conforman el suelo forestal, originado por la fragmentación de las rocas madre donde se establece un organismo vegetal que con el tiempo forma capas de depósito de materiales que se acumulan y compactan, almacenando cantidades variables de carbono.

¹⁰¹ Torres, R. J. y Guevara, S A. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica. 63:49-50

¹⁰² Read, L., and D. Lawrence. 2003. Recovery of biomass following shifting cultivation in dry tropical forests of the Yucatan. *Ecological Applications* 13: 85-97.

¹⁰³ Ordoñez, A. 1999. Estimación de la captura de carbono en un estudio de caso. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAP. México D.F.

- El carbono en producto, que se refiere a los productos forestales que almacenan carbono durante su tiempo de vida, y este al terminar se incorpora al ciclo de degradación del producto.

La cuantificación de las reservas de carbono aún son inciertas (Houghton, 2001)¹⁰⁴, ya que varía en función del suelo, clima, tipos de árboles, estructura y composición arbórea, densidad de la madera, uso de la tierra y la edad del bosque (Cairns *et al.*, 2003)¹⁰⁵.

La cuantificación y monitoreo de biomasa forestal es indispensable en la estimación de carbono almacenado, lo cual presenta una gran importancia en la mitigación del cambio climático¹⁰⁶.

La estimación de la biomasa en los árboles requiere de un estudio destructivo (Brown *et al.*, 1989), para luego proceder al ajuste de funciones o modelos que predicen la biomasa del árbol en pie (Husch, 2001); sin embargo, para evitar el uso de métodos destructivos se han generado diversas ecuaciones de biomasa junto con los datos de inventarios, los cuales proporcionan información sobre el contenido de biomasa y cuando se multiplican por un factor proveen también los almacenes de carbono (Clark *et al.*, 2001; Jenkins *et al.*, 2001; Návar, 2010; Schroeder *et al.*, 1997). Generalmente, los modelos de estimación de biomasa se ajustan para cada especie, aunque se han generado modelos que integran a varias especies, debido a la similitud en los patrones de crecimiento en determinados ambientes (Iglesias y Barchuk, 2010; Rodríguez-Laguna *et al.*, 2007).

El método indirecto para cuantificación de la biomasa consiste en la utilización de ecuaciones alométricas, las cuales permiten pronosticar una medida de un árbol con base en regresiones lineales o no lineales, se obtienen las proporciones o relaciones entre las variables diámetro y altura con biomasa¹⁰⁷. Un **modelo alométrico** son ecuaciones matemáticas que permiten estimar volumen, biomasa o carbono de un individuo, en función de la dimensión de algunas de sus partes tales como el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) y/o la altura total, correlacionados con el tamaño total del individuo.

Se entiende por biomasa toda materia orgánica aérea o subterránea, viva o muerta y por carbono en la biomasa por debajo del suelo, se define como al carbono en toda la biomasa de las raíces vivas y el carbono en la biomasa por encima del suelo

¹⁰⁴ Houghton, R. A., K. T. Lawrence, J. L. Hackler, and S. Brown. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology* 7: 731-746.

¹⁰⁵ Cairns, A. M., I. Olmsted, J. Granados, and J. Argáez. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management* 186: 125-132.

¹⁰⁶ Cifuentes J. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. Serie Técnica, Informe Técnico 383. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE) Programa Cambio Climático. Turrialba, Costa Rica. Pág. 83.

¹⁰⁷ Picard N., Saint A. y Henry M. 2012. Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de árboles: del trabajo de campo a la predicción. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Rome, Montpellier, 223.

a toda la biomasa viva por encima del suelo incluyendo tronco, tocón, ramas, corteza, semillas y hojas (FAO, 2004)¹⁰⁸.

Cálculos y Métodos

Con los datos y mediciones obtenidas en campo como: sitio, superficie del sitio, número de árbol, especie, diámetro normal (cm), altura total (m) y altura de fuste limpio (m), se procedió analizar los datos para determinar la biomasa área (BA), biomasa raíz (BR), biomasa total (BT), carbono aéreo (CA), carbono raíz (CR), carbono total (CT) y carbono orgánico del suelo (CO), en donde a continuación se menciona la metodología que se usó.

Biomasa área

Para determinar la biomasa aérea se usaron ecuaciones alométricas específicas para cada género o especie¹⁰⁹¹¹⁰¹¹¹ (ver siguiente tabla). En caso de que no se encontraron ecuaciones específicas para las diferentes especies en la literatura, se usó la ecuación general propuesta por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) basada en el tipo de clima. Para las palmas se usó la fórmula alométrica propuesta por Restrepo (2003)¹¹²

En este caso, no se diferenció entre estrato arbóreo y arbustivo, se manejaron las ecuaciones alométricas en general para cada especie (no importando el estrato). En la siguiente tabla se muestran las ecuaciones por especie y/o género y la ecuación general de IPCC.

Tabla 53. Ecuaciones alométricas para determinación de biomasa.

Nombre común	Nombre científico	Ecuación alométricas ¹¹³¹¹⁴¹¹⁵
ICACO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	$EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(DN)+1.04067089*LN(H))$
UVERO	<i>Coccoloba uvifera</i>	$EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(DN)+1.04067089*LN(H))$
COCOTERO	<i>Cocos nucifera</i>	$BA= 6.666 + 12.826 / height [0.5(\ln(height))]$
CHECHEN	<i>Metopium brownei</i>	$EXP(-8.81312542+1.56449274*LN(DN)+1.08361129*LN(H))$
TATZI	<i>Neea psychotrioides</i>	$EXP(-10.09141259+1.93246219*LN(DN)+1.06194865*LN(H))$
KATZIN EK	<i>Pithecellobium keyense</i>	$EXP(-8.81312542+1.56449274*LN(DN)+1.08361129*LN(H))$
CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	$B=1.805+1.283 \ln(db)+0.17L$

¹⁰⁸ FAO. 2004. Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005.

¹⁰⁹ Cairns, A. M., I. Olmsted, J. Granados, and J. Argáez. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management* 186: 125-132.

¹¹⁰ Puc K. R. 2014. Acumulación de Biomasa y Carbono aéreo en Bosques tropicales secundarios del sur de Quintana Roo, México.

¹¹¹ Martínez A. C. 2021. Estimación del contenido de carbono en la selva mediana perennifolia en Tizimin, Yucatán, México.

¹¹² Restrepo, D. E., J. F. Benjumea, S. A. Orrego, J. I. del Valle, y F. H. Moreno. 2003. Ecuaciones de Biomasa para Palmas del Subdósel y Sotobosque. *In: Medición de la Captura de Carbono en Ecosistemas Tropicales de Colombia: Contribuciones para la Mitigación del Cambio Climático.* Orrego S. A., J. I. del Valle, y F. H. Moreno (eds.). Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente, Colombia. pp. 121-143

¹¹³ Ordoñez D. J.A., Galicia N. A., Venegas M. N., Hernández T. T., Ordoñez D. M. y Dávalos-Sotelo R. 2015. Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación.

¹¹⁴ Ricker M., Calónico J., Castillo M., Gernant D., Gutiérrez G., Martínez E., Montealegre C., Mora M., Parra W., Ramos C., Rincón A., Rodríguez S., Salazar G. 2013. Determinación taxonómica de los ejemplares de herbario dl remuestreo del inventario nacional forestal y de suelos 2009-2013. CONAFOR, UNAM.

¹¹⁵ Ramírez G. M. 2015. Estimación del carbono retenido en la Biomasa aérea, en una selva tropical de Yucatán, México. Tesis de Maestría. CICY.

Nombre común	Nombre científico	Ecuación alométricas ¹¹³¹¹⁴¹¹⁵
YAXNIC	<i>Vitex gaumeri</i>	$EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(DN))+1.04067089*LN(H))$

Donde:

DN = Diámetro normal (cm)

H= Altura total (m)

La biomasa estimada por sitio en ($kg\ sitio^{-1}$) se extrapola a $ton\ ha^{-1}$ y posteriormente se estimó el contenido de carbono ($ton\ ha^{-1}$).

Una vez teniendo la biomasa aérea se procedió a determinar la biomasa raíz y biomasa total. Así como también el carbono total, como se indica a continuación.

Biomasa en raíces

Para estimar la biomasa de las raíces se utilizó la fórmula propuesta por Rodríguez *et al* (2016)¹¹⁶ que, aunque fue propuesta para especies de coníferas y hojosas, es la única aproximación para estimar este componente y es la siguiente:

$$Br = Ba (ton\ ha^{-1}) * Fc$$

Donde:

Br=Biomasa de las raíces ($ton\ ha^{-1}$)

Ba=Biomasa de la parte aérea del árbol

Fc=Factor de expansión (0.30) para estimar Br como porcentaje de la Ba

Cálculo de biomasa total

La suma de biomasa aérea y de raíces nos proporciona la biomasa total ($ton\ ha^{-1}$).

$$Bt = Ba + Br(ton\ ha^{-1}) * Fc$$

Donde:

Bt = biomasa total ($ton\ ha^{-1}$)

Ba=Biomasa de la parte aérea del árbol ($ton\ ha^{-1}$)

Br=Biomasa de las raíces ($ton\ ha^{-1}$)

Fc= 0.50 factor de conversión

Captura de Carbono aéreo

Una vez teniendo la biomasa se procedió a determinar el carbono. Para estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea, se usó la siguiente ecuación descrita por

¹¹⁶ Rodríguez-Larramendi, L. A., Guevara-Hernández, F., Reyes-Muro, L., Ovando-Cruz, J., Nahed-Toral, J., Prado-López, M., & Campos S., R. A. (2016). Estimación de la biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios de la región Frailesa de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(37), 77-94.

Brown y Lugo (1982)¹¹⁷ y adoptada por el Panel Intergubernamental del Cambio climático (IPCC, 1996)¹¹⁸ para las especies tropicales, donde establecen que el 50% de carbono está contenido en la biomasa área seca (Chave *et al.*, 2005¹¹⁹; Pearson *et al.*, 2005; Roy *et al.*, 2001).

Carbono aéreo

$$C_A = B_a * 0.5$$

Donde:

C_A= carbono aéreo (tCm²)

B_a= Biomasa (kilogramos)

F_c= 0.50 factor de conversión

Carbono almacenado en raíces

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa de las raíces por el factor 0.5 que representa la concentración de carbono promedio.

$$C_r = B_r (\text{ton ha} - 1) * F_c$$

Donde:

C_r = Contenido de carbono en raíces (ton ha⁻¹)

B_r = Biomasa en raíces (ton ha⁻¹)

F_c = Fracción de carbono en la biomasa de raíces (0.5)

Carbono contenido total

Una vez que se obtenidos los valores de las fracciones de C_a y C_r de vegetación, se aplica la siguiente fórmula para la obtención del carbono total contenido y que es la siguiente:

$$C_t = C_a + C_r (\text{ton ha}^{-1}) * F_c$$

Donde:

C_t = carbono total (ton ha⁻¹).

C_a=Carbono aéreo.

C_r= Carbono de raíces

F_c=Fracción de carbono total (0.5)

Por otro lado, se determinó los límites de confianza de cada variable con un 95% de confiabilidad¹²⁰, esto se corrió mediante el programa InfoStat (versión 2020).

¹¹⁷ Brown, S., & Lugo, A. E. (1982). The Storage and Production of Organic Matter in Tropical Forests and Their Role in the Global Carbon Cycle. *Biotropica*, 14, 161-187

¹¹⁸ IPC. 2016. Capítulo 1: Panorama General. 628pp.

¹¹⁹ Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns J., Chambers J., Emmus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J-P. Nelson B. Ogawa H., Puig H., Riera B., Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oceanologia* 145:87-99.

¹²⁰ Candia R. y Caiozzi G. 2005. Intervalos de confianza. *Rev. Med. Chile*. 122:1111-1115

Resultados

Los análisis de Biomasa total, CT se calcularon solo en los estratos arbóreo y arbustivo, en donde al final se hizo la sumatoria para obtener el total de biomasa y carbono.

La biomasa como carbono se mantienen en el lote debido al área de conservación que se dejará.

En resumen, el cálculo para todo el predio en los estratos arbóreo y arbustivo de biomasa total y carbono total es de 3.19 t y 1.56 t, respectivamente. En la **superficie sujeta a cambio de usos de suelo** es de 0.15 t de biomasa total y 0.07 t de carbono total. En el área de conservación es de 3.04 t de BT y de 1.52 t de CT.

Tabla 54. Resumen de Biomasa total y captura de carbono total por lote. Ind= individuos, BT= Biomasa Total, CT= carbono total.

ÁREA	SUPERFICIE	ESTRATO	Ind	BT (t)	CT (t)
CUSTF	956.42	arbóreo	67	0.015	0.007
		arbustivo	32	0.131	0.066
		total	99	0.15	0.07
Área de conservación	19986.79	arbóreo	1389	0.304	0.152
		arbustivo	670	2.74	1.37
		total	2059	3.04	1.52
PREDIO	20943.21	arbóreo	1456	0.319	0.123
		arbustivo	702	2.873	1.436
		total	2158	3.192	1.56

En la siguiente tabla se muestra el BT y CT en toneladas por hectárea.

Tabla 55. Biomasa y carbono total por hectárea.

ÁREA	SUPERFICIE	ESTRATO	Ind	BT (t/ha)	CT (t/ha)
Datos por hectárea	t/ha	arbóreo	695	0.198	0.099
		arbustivo	335	1.37	0.685
		total	1030	1.568	0.784

A continuación, se presenta los análisis en tres escenarios diferentes:

- Escenario 1: predio completo sin proyecto (estado actual)
- Escenario 2: predio con proyecto (área de CUSTF)
- Escenario 3: predio con proyecto y medidas de mitigación

a) Escenario 1, estado actual del predio

Como se mencionó anteriormente, el en el estado actual del **predio** con una superficie de 20943.21, se tienen una biomasa total y carbono total de 3.19 t y 1.56 t, respectivamente y de carbono orgánico del suelo es de 0.47 t para ambos estratos arbóreo y arbustivo.

El estrato que aporta mayor BT y CT es el arbustivo, esto es debido a que se registraron más especies. Las especies que aportan más biomasa y carbono son *Thrinax radiata*.

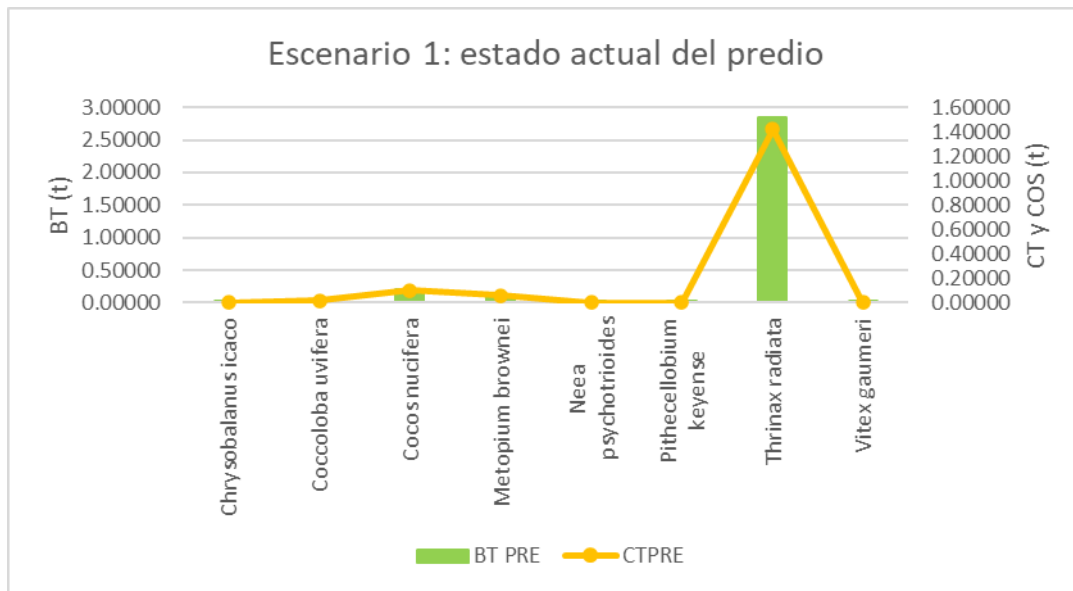


Figura 35. Escenario 1: estado actual del predio.

b) Escenario 2: predio con proyecto (área de CUSTF)

En el escenario 2 es la superficie sujeta a cabo el cambio de uso de suelo del proyecto donde se analizó la pérdida que se tendrá por el CUTF. Se tienen una biomasa total y carbono total de 0.15 t y 0.07 t, respectivamente.

Por lo tanto, la pérdida de captura de carbono en el área de desplante será de 0.07t.

El estrato que aporta mayor BT y CT es el arbustivo. La especie que aporta más biomasa y carbono es *Thrinax radiata*.

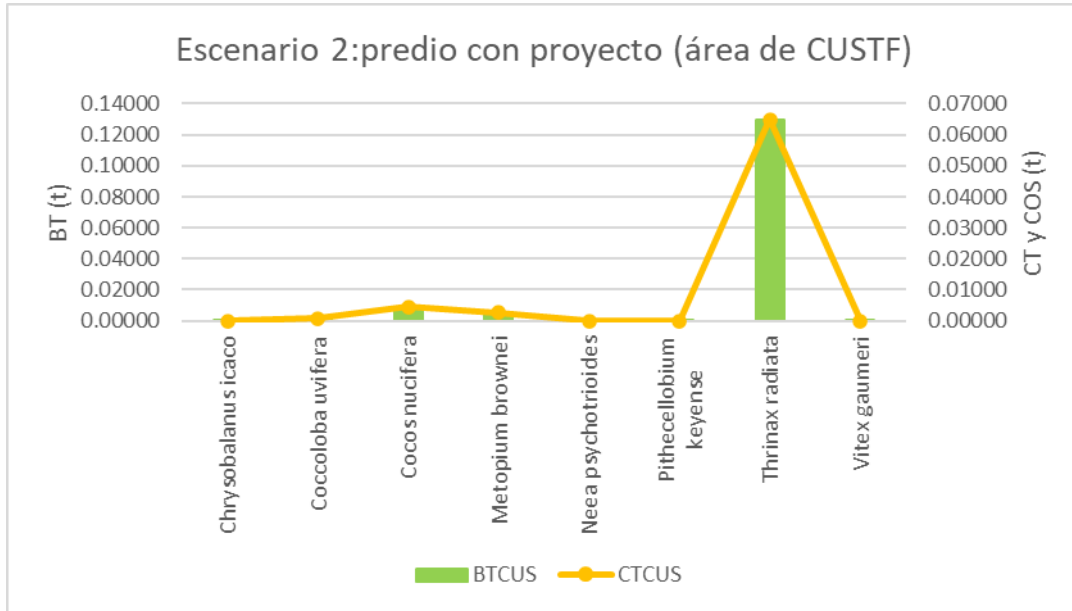


Figura 36. Escenario 2: con proyecto (CUSTF).

c) Escenario 3: predio con proyecto y medidas de mitigación

En el escenario 3 es el área sujeta a cambio de usos de suelo (desplante) del proyecto, pero con las medidas de mitigación. Se llevarán dos medidas una de mitigación y otra de compensación.

Una de las medidas es dejar 19986.79 m² de superficie de conservación para mantener una captura de carbono de 1.522 t, una biomasa de 3.04 t y 0.45 t de carbono orgánico del suelo con una confiabilidad del 95% de cada variable.

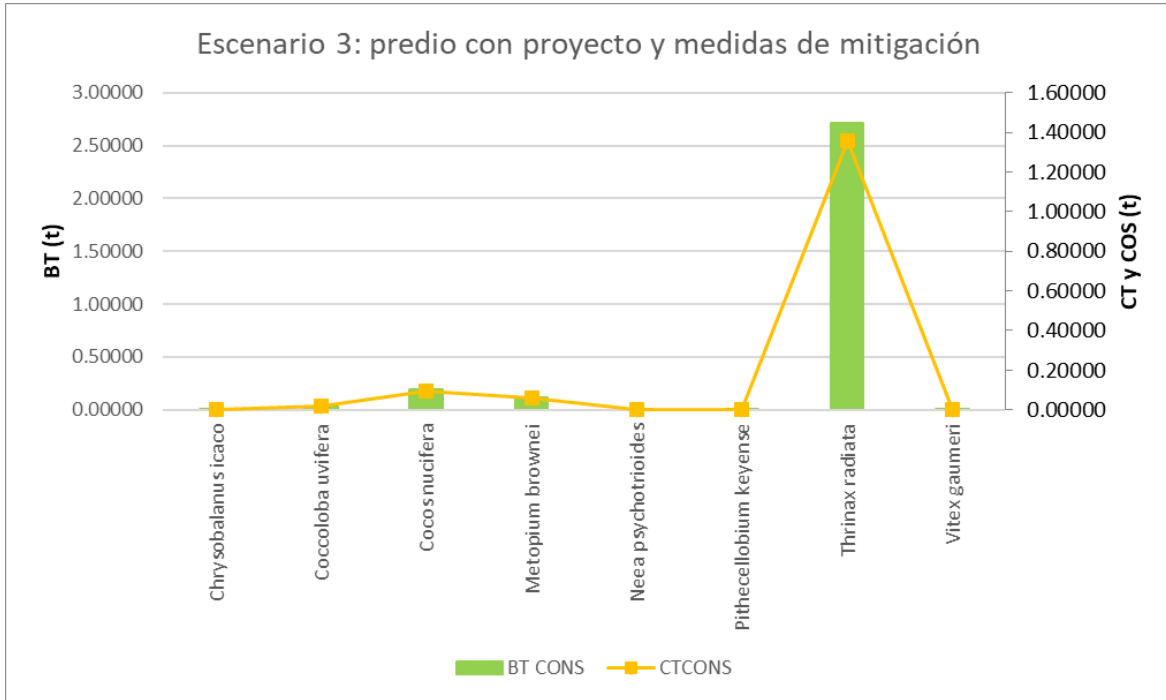


Figura 37. Escenario 3: predio con proyecto y medidas de mitigación (superficie de conservación).

En la siguiente tabla se presenta los cálculos por estrato y especies de BT y CT en los tres escenarios. Se observa que las especies del estrato arbóreo son las que tienen valores altos de captura de carbono.

Tabla 56. Análisis de biomasa total, carbono total y carbono orgánico del suelo en los tres escenarios en los estratos arbóreo y arbustivo.

ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	Promedio			ESCENARIO 1: ESTADO ACTUAL DEL PREDIO							
		DAP	FL	H	IND	B	BR	BT	CA	CR	CT	COS
ARBOREO	<i>Coccoloba uvifera</i>	14.894	2.3	5.7	367	0.0235	0.0071	0.0306	0.0118	0.0035	0.0153	0.0045
ARBOREO	<i>Cocos nucifera</i>	20.817	5.5	9.3	63	0.1493	0.0448	0.1941	0.0747	0.0224	0.0971	0.0288
ARBOREO	<i>Metopium brownei</i>	13.108	2.4	6.9	1016	0.0717	0.0215	0.0932	0.0359	0.0108	0.0466	0.0138
ARBOREO	<i>Vitex gaumeri</i>	11.4	1.8	8.7	10	0.0006	0.0002	0.0008	0.0003	0.0001	0.0004	0.0001
ARBUSTIVO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	7.09	1.71	4.22	188	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
ARBUSTIVO	<i>Coccoloba uvifera</i>	6.55	2.33	4.98	42	0.0038	0.0011	0.0050	0.0019	0.0006	0.0025	0.0007
ARBUSTIVO	<i>Metopium brownei</i>	7.67	2.37	4.23	31	0.0203	0.0061	0.0264	0.0101	0.0030	0.0132	0.0039
ARBUSTIVO	<i>Neea psychotrioides</i>	7.94	2.17	5.81	387	0.0004	0.0001	0.0005	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001
ARBUSTIVO	<i>Pithecellobium keyense</i>	7.70	2.60	5.50	10	0.0011	0.0003	0.0015	0.0006	0.0002	0.0007	0.0002
ARBUSTIVO	<i>Thrinax radiata</i>	8.05	2.78	5.85	42	2.1839	0.6552	2.8390	1.0919	0.3276	1.4195	0.4216
ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	Promedio			Escenario 2: desplante del proyecto CUSTF							
		DAP	FL	H	IND	B	BR	BT	CA	CR	CT	COS
ARBOREO	<i>Coccoloba uvifera</i>	14.894	2.3	5.7	17	0.001074	0.000322	0.001396	0.000537	0.000161	0.000698	0.000207
ARBOREO	<i>Cocos nucifera</i>	20.817	5.5	9.3	3	0.006819	0.002046	0.008864	0.003409	0.001023	0.004432	0.001316
ARBOREO	<i>Metopium brownei</i>	13.108	2.4	6.9	46	0.003276	0.000983	0.004258	0.001638	0.000491	0.002129	0.000632
ARBOREO	<i>Vitex gaumeri</i>	11.4	1.8	8.7	1	0.000027	0.000008	0.000035	0.000014	0.000004	0.000018	0.000005
ARBUSTIVO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	7.09	1.71	4.22	9	0.000007	0.000002	0.000010	0.000004	0.000001	0.000005	0.000001
ARBUSTIVO	<i>Coccoloba uvifera</i>	6.55	2.33	4.98	2	0.000175	0.000052	0.000227	0.000087	0.000026	0.000114	0.000034
ARBUSTIVO	<i>Metopium brownei</i>	7.67	2.37	4.23	1	0.000926	0.000278	0.001204	0.000463	0.000139	0.000602	0.000179
ARBUSTIVO	<i>Neea psychotrioides</i>	7.94	2.17	5.81	18	0.000017	0.000005	0.000022	0.000008	0.000002	0.000011	0.000003
ARBUSTIVO	<i>Pithecellobium keyense</i>	7.70	2.60	5.50	0	0.000051	0.000015	0.000067	0.000026	0.000008	0.000033	0.000010
ARBUSTIVO	<i>Thrinax radiata</i>	8.05	2.78	5.85	2	0.099731	0.029919	0.129651	0.049866	0.014960	0.064825	0.019253
ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	Promedio			ESCENARIO 3: PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN, CONSERVACIÓN							
		DAP	FL	H	IND	B	BR	BT	CA	CR	CT	COS
ARBOREO	<i>Coccoloba uvifera</i>	14.894	2.3	5.7	350	0.0224	0.0067	0.0292	0.0112	0.0034	0.0146	0.0043
ARBOREO	<i>Cocos nucifera</i>	20.817	5.5	9.3	60	0.1425	0.0427	0.1852	0.0712	0.0214	0.0926	0.0275
ARBOREO	<i>Metopium brownei</i>	13.108	2.4	6.9	969	0.0685	0.0205	0.0890	0.0342	0.0103	0.0445	0.0132
ARBOREO	<i>Vitex gaumeri</i>	11.4	1.8	8.7	10	0.0006	0.0002	0.0007	0.0003	0.0001	0.0004	0.0001
ARBUSTIVO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	7.09	1.71	4.22	180	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
ARBUSTIVO	<i>Coccoloba uvifera</i>	6.55	2.33	4.98	40	0.0037	0.0011	0.0047	0.0018	0.0005	0.0024	0.0007
ARBUSTIVO	<i>Metopium brownei</i>	7.67	2.37	4.23	30	0.0193	0.0058	0.0252	0.0097	0.0029	0.0126	0.0037
ARBUSTIVO	<i>Neea psychotrioides</i>	7.94	2.17	5.81	370	0.0003	0.0001	0.0005	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001
ARBUSTIVO	<i>Pithecellobium keyense</i>	7.70	2.60	5.50	10	0.0011	0.0003	0.0014	0.0005	0.0002	0.0007	0.0002
ARBUSTIVO	<i>Thrinax radiata</i>	8.05	2.78	5.85	40	2.0841	0.6252	2.7094	1.0421	0.3126	1.3547	0.4023

Se determino los límites de confianza de cada variable con un 95% de confianza, a continuación, se presenta la tabla.

Tabla 57. Intervalos de confianza.

ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	CUSTF								
		BT			CT			COS		
		Media	LI(95)	LS(95)	Media	LI(95)	LS(95)	Media	LI(95)	LS(95)
ARBOREO	<i>Coccoloba uvifera</i>	0.0014	0.0014	0.0014	0.0007	0.0007	0.0007	0.00021	0.00021	0.00021
ARBOREO	<i>Cocos nucifera</i>	0.01	0.01	0.01	0.0044	0.0044	0.0044	0.0013	0.0013	0.0013
ARBOREO	<i>Metopium brownei</i>	0.0043	0.0043	0.0043	0.0021	0.0021	0.0021	0.00063	0.00063	0.00063
ARBOREO	<i>Vitex gaumeri</i>	0.000035	0.000035	0.000035	0.000018	0.000018	0.000018	0.000005	0.000005	0.000005
ARBUSTIVO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	0.00001	0.00001	0.00001	0.000005	0.000005	0.000005	0.000001	0.000001	0.000001
ARBUSTIVO	<i>Coccoloba uvifera</i>	0.00023	0.00023	0.00023	0.00011	0.00011	0.00011	0.000034	0.000034	0.000034
ARBUSTIVO	<i>Metopium brownei</i>	0.0012	0.0012	0.0012	0.0006	0.0006	0.0006	0.00018	0.00018	0.00018
ARBUSTIVO	<i>Neea psychotrioides</i>	0.000022	0.000022	0.000022	0.000011	0.000011	0.000011	0.000003	0.000003	0.000003
ARBUSTIVO	<i>Pithecellobium keyense</i>	0.000067	0.000067	0.000067	0.000033	0.000033	0.000033	0.00001	0.00001	0.00001
ARBUSTIVO	<i>Thrinax radiata</i>	0.13	0.13	0.13	0.06	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02
CONSERVACIÓN										
ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	BT			CT			COS		
		Media	LI(95)	LS(95)	Media	LI(95)	LS(95)	Media	LI(95)	LS(95)
ARBOREO	<i>Coccoloba uvifera</i>	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.0043	0.0043	0.0043
ARBOREO	<i>Cocos nucifera</i>	0.19	0.19	0.19	0.09	0.09	0.09	0.03	0.03	0.03
ARBOREO	<i>Metopium brownei</i>	0.09	0.09	0.09	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01
ARBOREO	<i>Vitex gaumeri</i>	0.00073	0.00073	0.00073	0.00037	0.00037	0.00037	0.00011	0.00011	0.00011
ARBUSTIVO	<i>Chrysobalanus icaco</i>	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.00003	0.00003	0.00003
ARBUSTIVO	<i>Coccoloba uvifera</i>	0.0047	0.0047	0.0047	0.0024	0.0024	0.0024	0.00071	0.00071	0.00071
ARBUSTIVO	<i>Metopium brownei</i>	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.0037	0.0037	0.0037
ARBUSTIVO	<i>Neea psychotrioides</i>	0.00045	0.00045	0.00045	0.00023	0.00023	0.00023	0.000067	0.000067	0.000067
ARBUSTIVO	<i>Pithecellobium keyense</i>	0.0014	0.0014	0.0014	0.0007	0.0007	0.0007	0.00021	0.00021	0.00021
ARBUSTIVO	<i>Thrinax radiata</i>	2.71	2.71	2.71	1.35	1.35	1.35	0.4	0.4	0.4

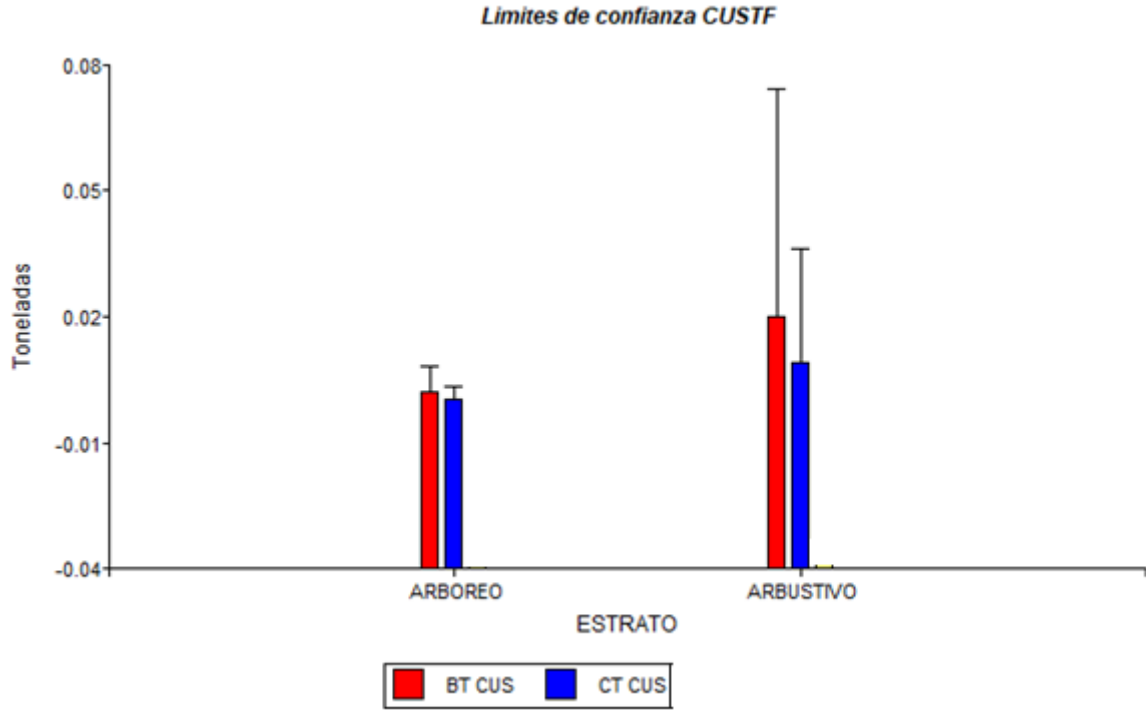


Figura 38. Límite de confianza en CUSTF.

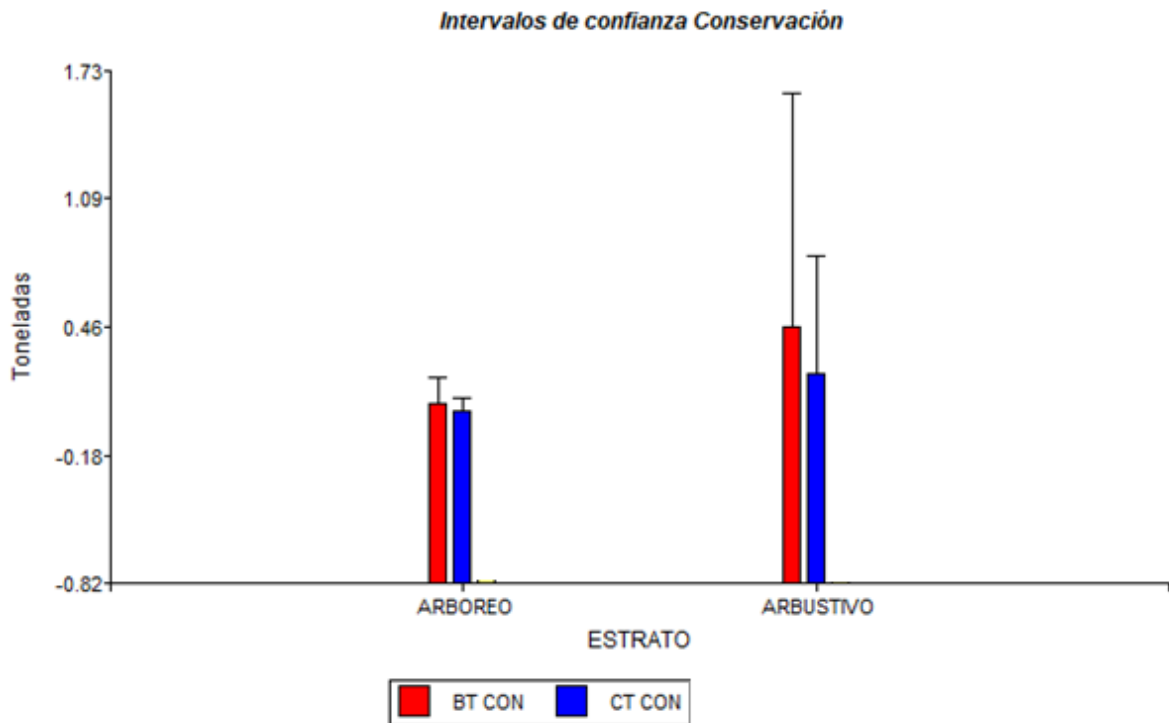


Figura 39. Límites de confianza en superficie de conservación.

El proyecto contemplara el rescate y reubicación de vegetación de importancia ecológica dentro del área de aprovechamiento como son las palmas y ejemplares arbóreos que resisten el trasplante, además se realizará la reforestación de las áreas nativas y verdes, por lo cual estas acciones mitigarán la afectación de este servicio ambiental, permitiendo que se continúe ofreciendo naturalmente dentro del ecosistema.

Compensación por pérdida de captura de carbono por CUSTF

La segunda medida de mitigación, es compensar la pérdida de carbono que se genera por la implementación del proyecto con un cambio de usos de suelo de 956.42 m². Esta compensación se llevará a cabo con tres especies de flora (*Thrinax radiata* con 60 individuos, *Metopium brownei* con 70 y *Vitex gaumeri* con 50) con un total de 180 ejemplares y se llevará un monitoreo de 5 años y/o hasta que alcancen un DAP entre 1 a 3.5 cm y una altura entre 1.2 a 7.40 m. Se harán muestreos cada 6 meses para toma de mediciones. En total se capturará 0.89 t de carbono, siendo mayor la compensación que se generará por el trasplante de estas plantas. Los ejemplares de flora que se requieren son de una altura de 0.6 m con un diámetro de 1 cm.

Se requieren este tamaño de planta porque se ha investigado que los bosques en crecimiento tienen la capacidad de fijar y almacenar carbono a través de la acumulación de biomasa en sus estructuras vivas, mientras que los bosques viejos, sirven como sumideros de carbono.

Por lo tanto, se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido por consecuencia del cambio de uso de suelo.

c) Generación de oxígeno

Para estimar la no afectación de este servicio ambiental se presentará a continuación el cálculo de la producción de oxígeno de follaje de los árboles quedando de la siguiente manera:

Un metro cuadrado de hojas produce bajo iluminación solar, 3 litros de oxígeno por hora¹²¹. Aplicando la Ley de Gases Ideales se puede calcular la masa de esos tres litros de oxígeno, suponiendo una temperatura de 24 °C¹²² = 297 °K y la presión de 1 atmosfera.

$$pV = nRT = \frac{a(g)}{M} RT \quad a(g) = \frac{pVM}{RT}$$

R= constante de los gases

n = número de moles del gas

T= temperatura en grados Kelvin.

¹²¹ González-Velasco, J. 2009. Energías Renovables. Editorial Reverté. Madrid España. 656 p

¹²² INEGI 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos

$$a(g) = \frac{1 \text{ atm} \times 3 / \times 32 \text{ g mol}^{-1}}{0.0821 \frac{\text{atm}}{\text{mol K}} \times 297 \text{ K}} = 3.93 \text{ g}$$

Es decir, 1m² de hojas sanas produce 3.93 gramos de oxígeno por hora. El número medio de horas de luz en el estado de Quintana Roo es de 10, por lo que el número total de horas al año con luz será de 3650 horas de luz/año. Entonces 1m² de hojas sanas produce 14,344.5 gramos de oxígeno al año. Si un árbol tiene en promedio 20 m² de hojas sanas produciría al año 286,890.0 gramos de oxígeno al año (286.89 kilogramos de oxígeno al año).

Por lo tanto, si consideramos las estimaciones anteriores, en conjunto con la cantidad de árboles por hectárea en la zona del proyecto expuesta en capítulos anteriores de 1300 ind/ha podemos estimar el comportamiento de este servicio.

Por lo tanto, si consideramos las estimaciones anteriores, en conjunto con la cantidad de árboles por hectárea en la zona del proyecto expuesta en capítulos anteriores de 1456 ind/ha, podemos estimar el comportamiento de este servicio.

La generación de oxígeno en el área de vegetación secundaria considerando una densidad de plantas por hectárea de 1456, y tomando en cuenta que un árbol genera 286.89 kg O/año, obtenemos que en esta zona del proyecto la productividad de oxígeno es de 372,957 kg O /ha en un año, por lo cual se determina que el predio en su totalidad genera 4,17,584 kg O en un año.

Tabla 58. Producción de oxígeno en el predio del proyecto.

Uso de suelo	Densidad de plantas/ ha	Factor de producción de oxígeno (Kg O/año)	Producción de oxígeno (Kg O/año)	%
Superficie sujeta al CUSTF	66	286.89	19070	5
Superficie del predio que será mantenida con vegetación natural	1389	286.89	398514	95
TOTAL	1456		417584	100

Ahora bien, debido a que el proyecto dejará sin vegetación una superficie de 0.096 ha de las 2.09 ha del predio, solo se reducirá este servicio en un 5 %, por lo cual el predio podrá seguir generando 39,8514kg O /ha en un año. Sin embargo, se debe considerar que se ejecutará un Programa de Rescate y reubicación de vegetación dentro del predio que permitirá mitigar la afectación de este servicio ya que todos los árboles rescatados seguirán realizando la generación de oxígeno.

Por lo tanto, se aplicarán las mismas estrategias que en la captura de carbono y con lo cual se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido sin que se ponga en riesgo la existencia del mismo por el cambio de uso de suelo.

d) Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales

Durante el verano en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán.

Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En lo particular para el Estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa al propio municipio de Tulum ya que éste se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan en el estado, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona.

Además, en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

En el 2007, el huracán Dean causó graves daños a la infraestructura del poblado de Mahahual y otras comunidades en su paso.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello

cuando tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto se considera que la remoción de vegetación en una superficie de 0.096 ha de vegetación de duna costera, es poco significativa por la ubicación del predio respecto de la costa. Además de que el proyecto contempla dejar 2.00 ha de áreas con vegetación nativa. Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal o de selva sea remplazada por el componente urbano, el cual contribuye de igual manera a la mitigación de los eventos meteóricos y no se considera un ambiente que permita la continuidad en la alimentación de la energía de los huracanes.

e) Modulación o regulación climática

La pérdida de bosques y selvas en México es una de las fuentes más importantes de emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero (GEI) que genera el cambio climático. Es decir, deforestación es igual a cambio climático.

México se encuentra entre los 20 países que más contribuyen al cambio climático y uno de los motivos es la pérdida de los ecosistemas forestales. La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO₂) almacenado. Se estima que el 20 por ciento de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de hectáreas cada año. De esos 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales¹²³.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Pérez et al., s/f)¹²⁴.

¹²³ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Que-relacion-tienen-los-bosques-y-el-cambio-climatico/>

¹²⁴ Pérez, I. R., G. Carranza, Y. Nava, y A. Larque. s/f. La Percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal. UNAM, CICY. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

Algunos climatólogos urbanos apuntan que el origen del problema del cambio climático, está asociado con la desintegración del complejo suelo-planta-atmósfera, lo que determina el movimiento del agua en sus dos fases: líquida y gaseosa. El agua al llegar al suelo se moverá tanto vertical como horizontalmente, de acuerdo con las características fisicoquímicas del mismo; verticalmente alcanzará la zona enraizada con lo cual proveerá a las plantas no sólo con agua sino también con nutrientes, y continuará su curso hasta encontrar el nivel freático, con lo que se compensará al manto acuífero de la extracción que realiza el hombre. Tal balance es muy importante para este tan demandado recurso no renovable (Pérez et al., s/f).

Una vez que el agua y los nutrimentos entren al vegetal, los vasos de conducción se encargarán de llevarlos a las estructuras aéreas, en contra de un gradiente de presión regulado por el cierre y la apertura de estomas. El vegetal conservará parte del agua y nutrimentos, y el resto saldrá en forma de vapor proporcionando agua a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. El agua que sale permitirá la regulación de la temperatura tanto del vegetal como de la atmósfera. Un suelo con cobertura vegetal tendrá un patrón de absorción de radiación y reflexión de ondas cortas y largas diferente que un suelo erosionado y sin agua, lo que le conferirá un color y una respuesta espectral distinta. Esta modificación se manifiesta en un calor sensible mucho mayor que el latente (Pérez et al., s/f).

Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental prestado por el ecosistema que se desarrolla en el predio, toda vez que el proyecto tiene contemplada la conservación de una superficie de 2.00 has de vegetación secundaria en estado natural.

f) Protección de la biodiversidad

Para el cambio de uso de suelo y consecuente construcción es indispensable retirar el 4.57 % de la vegetación del predio de manera total o parcial. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por las especies identificadas y distribuidas en el hábitat, en la que se identificó una sola especie protegida, por lo que se ejecutará un programa de rescate de fauna con énfasis en la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de manera que la remoción de la vegetación no representará la pérdida de este recurso.

Además de la implementación del programa de rescate, Se espera que durante la preparación del sitio la fauna silvestre que actualmente utiliza el hábitat, migre hacia la selva colindante, se apliquen medidas adicionales como antes del inicio de obras y el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las áreas de conservación se espera que los espacios de conservación vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre.

Si bien es cierto que la construcción de esta obra afectará algunas especies forestales, en términos generales no se verán eliminadas ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Por otra parte, la vegetación

presente en las áreas de aprovechamiento de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será eliminada de forma gradual, además de ejecutar el Programa de Rescate de Vegetación.

Finalmente se menciona que se mantendrá un 95.43 % del predio como áreas de conservación y o reforestación, con lo cual todas las especies de flora y fauna presentes en el predio seguirán contando con un amplio hábitat donde podrán seguir con sus procesos naturales.

Así mismo se aplicarán las siguientes medidas que asegurarán la protección de la biodiversidad del sitio y de su área de influencia:

Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto y el trazo de vialidades e instalaciones no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	El material de construcción que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia

	la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobrepasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental

Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
--	--

Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del predio del proyecto de 2.955 has con la vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluará el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planteen estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental

Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación

Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.
Medida de protección ambiental 9 Etapa del proyecto en la cual se aplicará Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre Remoción de vegetación para el CUSTF Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Registro fotográfico

g) Protección y recuperación de suelos (erosión)

Es evidente que la cobertura vegetal es un elemento importante en la protección y recuperación del suelo en un ecosistema, ya que sus raíces fijan el sustrato impidiendo que sea arrastrado por corrientes superficiales de agua; y su extenso follaje impide que la energía de la lluvia y el viento incidan en forma directa sobre el recurso, evitando su pérdida por erosión (eólica o hídrica). La interacción de los vegetales con el viento resulta interesante: los primeros actúan como una barrera modificando la trayectoria o la velocidad de éste, lo que permite proteger a los organismos y al suelo de la erosión (Pérez et al., s/f)¹²⁵.

Como parte del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se realizó un estudio para evaluar la degradación de los suelos causada por el hombre. Según este trabajo, el 45.2% de la superficie del país presentaba degradación inducida por el hombre. El nivel de degradación predominante era de ligero a moderado, mientras que los procesos más importantes de degradación fueron la química (principalmente por la pérdida de fertilidad), la erosión hídrica y la erosión eólica. Estos tres procesos fueron responsables del 87% de los suelos degradados en el país. Entre las principales causas de degradación se identificaron el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y el sobrepastoreo (17.5% en ambos casos). La deforestación (7.4%) ocupa el tercer lugar, seguida de la urbanización (1.5%). Todas estas causas tienen

¹²⁵ Pérez, I. R., G. Carranza, Y. Nava, y A. Larque. s/f. La Percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal. UNAM, CICY. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf> Consulta: 10 de enero de 2020

una importante relación con la afectación de la cubierta vegetal, responsable de la conservación del suelo¹²⁶.

El proceso de formación del suelo comienza con la desintegración de la roca madre que está expuesta en la superficie de la corteza terrestre a partir del rompimiento físico y químico ocasionado por las lluvias, el viento, la exposición al sol y la actividad mecánico-biológica de raíces de las plantas. En el caso de la actividad biológica, las cianobacterias y los líquenes son los primeros colonizadores del sustrato rocoso, ya que liberan ácidos orgánicos débiles, como el ácido carbónico, que disuelve lentamente la roca madre. Después, el efecto mecánico del crecimiento de las raíces acelera la ruptura de las rocas, además de que la presencia de las plantas permite una gran actividad de micro y meso organismos y la acumulación de materia orgánica en diferentes estados de descomposición, la cual también contribuye a la formación del suelo. Aunque el suelo siempre está en formación, el proceso es sumamente lento. Se calcula que para tener un centímetro de suelo en la capa superficial son necesarios entre 100 y 400 años, por lo cual se considera que el suelo es un recurso natural no renovable en la escala de tiempo humana¹²⁷.

Existen cuatro procesos de degradación de los suelos: la erosión hídrica y eólica, y la degradación física y química. De estos procesos, el que estará implicado en el cambio de uso de suelo es la degradación física, la cual se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva; a su vez, de estos 5 tipos de degradación física, el que estará involucrado en el proyecto es la compactación la cual se refiere a la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo¹²⁸, mientras que en el caso particular del proyecto, estará asociado al desplante del futuro desarrollo habitacional; el cual ocasionará el sellado del suelo, impidiendo la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo, y propiciando la pérdida de su función productiva; sin embargo, es importante mencionar que esta pérdida sólo ocurrirá en el 4.57 % de la superficie total del predio donde se desplantarán las obras permanentes, mientras que el 95.43 % restante, permanecerá en estado natural y/o como áreas verdes y jardinadas, lo cual favorecerá la protección y recuperación del suelo; en ese sentido, se estima que ocurrirá una reducción en la prestación del servicio ambiental de protección y recuperación del suelo, pero no su pérdida total, y por lo tanto, no se pone en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto.

h) Cambio en el paisaje y belleza escénica

El cambio en la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se modifica la vegetación forestal; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se

¹²⁶ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html

¹²⁷ http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf

¹²⁸ <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap3.html>

impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. Sin embargo, el proyecto contempla mantener con vegetación en estado natural una superficie de 2.00 ha equivalentes al 95.43 % de la superficie total del predio, la cual se ubicará en varias zonas al interior del predio, mismas que seguirá prestando el servicio ambiental del paisaje y belleza escénica de la zona.

Para el estudio de la calidad visual del paisaje (calidad paisajística) se utilizó el método indirecto de Bureau of Land Management (BLM, 1980)¹²⁹. Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la calidad visual, en comparación con una escala de referencia. En la siguiente tabla se presentan los criterios de valoración y puntuación aplicados para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM, 1980).

ANÁLISIS DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE			
COMPONENTE	CRITERIOS		
Morfología	Relieve con pendiente muy Marcada (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	Cierta variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5	3	1
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
	5	3	1

¹²⁹ B.L.M. 1980. Visual Resource Inventory. Manual H-8410-1. Bureau of Land Management. Washington. 28 p.

Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	1
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, o, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	5	3	1
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	5	3	1

En la siguiente tabla se presenta en forma resumida, los resultados de la aplicación del Método BLM (1980) al paisaje actual.

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Morfología	1
Vegetación	5
Agua	1
Variabilidad cromática	5
Fondo escénico	5
Singularidad o rareza	5
Acción antrópica	3
Total	25

En la siguiente tabla se presentan las clases utilizadas para evaluar la calidad visual del paisaje.

CLASE	VALORACIÓN	PUNTAJE
A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	de 22 a 35
B	Áreas de calidad media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y textura, pero que resultan similares a otros en la región estudiada y no son excepcionales.	de 8 a 21
C	Áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color, y textura.	de 1 a 7

Al aplicar el Método BLM (1980) se obtuvo que la calidad visual del paisaje, sin el proyecto, encuadra en la Clase C (25 puntos obtenidos), que corresponde a áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color y textura.

En tanto a su fragilidad, determinarla es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual dependerá del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar.

Para conocer la fragilidad visual del paisaje, entendida también como su capacidad de absorción ante la ocurrencia de algún factor extrínseco, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986)¹³⁰, la cual consiste en asignar puntajes a un conjunto de atributos del paisaje, valorados con base en su condición actual; consecuentemente se ingresan los puntajes asignados a cada atributo en una fórmula y el resultado obtenido se compara con una escala de referencia; finalmente la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV) será determinada con base en el resultado obtenido de la fórmula aplicada comparado con una escala de referencia.

Fórmula aplicada en el análisis:

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

- P** = Pendiente
- E** = Regeneración potencial y erosionabilidad
- R** = Potencial estético
- D** = Diversidad de la vegetación
- C** = Acción antrópica
- V** = Contraste de color

En la siguiente tabla se asignan los puntajes a los atributos del paisaje, con base en la condición que presentan actualmente en el sistema ambiental (Yeomans, 1986).

Tabla 59. Análisis de la calidad visual del paisaje			
Componente	Criterios	Puntaje	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
Regeneración potencial y erosionabilidad (E)	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2

¹³⁰ Yeomans W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Bajo	1
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Bajo	1
Acción antrópica (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Alto	3
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Bajo	1

En la tabla anterior, los puntajes altos son asignados a la condición del atributo que favorece la capacidad de absorción del paisaje ante la ocurrencia de algún factor extrínseco; por ejemplo, si existe una fuerte presencia antrópica (condición del atributo), entonces significa que cualquier proyecto de origen antrópico que se realice, podrá ser absorbido por el paisaje al ser éste un elemento común y predominante, y por lo tanto se le asigna un puntaje elevado (3); mientras que si la acción antrópica es casi imperceptible, significa que la presencia de cualquier obra afectará la calidad visual del paisaje al ser un elemento perturbador, y en consecuencia se le asigna un puntaje bajo (1), toda vez que el paisaje tendrá poca capacidad para absorber el proyecto.

De lo anterior, a continuación, se analizan los puntajes asignados a cada uno de los atributos del paisaje.

Pendiente (P). Este atributo recibió un puntaje alto (3) debido a que su condición en el paisaje se define por un relieve plano, considerando que la zona en la que se ubica el predio carece de dunas o pendientes significativas; por lo tanto, cualquier proyecto que se realice quedará en un mismo plano y al mismo nivel del suelo.

Regeneración potencial y erosionabilidad (E). Este atributo recibió un puntaje moderado (2) considerando que la zona no es susceptible a la erosión.

Potencial estético (R). El potencial estético del paisaje desde cualquier perspectiva del observador, es baja, ya que se trata de una zona donde predomina un solo tipo de vegetación, con escasa presencia de cuerpos de agua y sin relieves significativos que aporten contraste, razón por la cual le fue asignado un puntaje alto (3).

Diversidad de vegetación (D). Este atributo recibió un puntaje alto (3), debido a que la vegetación, a pesar de ser notoria, es monocromática ya que predomina la Selva baja subperennifolia, por lo que ofrece poco contraste en el paisaje.

Acción antrópica (C). Este fue uno de los atributos más importantes en el paisaje, ya que el sistema ambiental se distingue por ser un área fuertemente aprovechada y la actividad humana es importante, por lo que cualquier obra o actividad adicional representará un elemento perturbador en el ambiente, aunque no será un elemento nuevo, por lo cual se le asignó un puntaje bajo (1).

Contrastes de color (V). El contraste de colores aporta una escasa variabilidad cromática al observador, a pesar de ser notorio el contraste entre sus distintos atributos, por lo que obtuvo un puntaje alto (3).

Una vez descrito el origen de los puntajes asignados a cada atributo del paisaje, en seguida se sustituyen los valores obtenidos en la fórmula de Yeomans (1986).

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

$$CAV = 3 \times (2 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$CAV = 3 \times (13)$$

$$CAV = 39$$

El paso siguiente en el análisis de la capacidad de absorción del paisaje, consiste en definir la escala de comparación para el resultado de la fórmula aplicada, la cual se indica en la siguiente tabla.

Tabla 60. Escala de referencia para la estimación del CAV	
Capacidad de absorción del paisaje (CAV)	Baja = < 15
	Moderada = 15 y < 30
	Alta = ó > 30

Una vez definida la escala de referencia, a continuación, se realiza el análisis comparativo de la misma con el resultado de la fórmula aplicada

Resultado de la fórmula	Escala de referencia	Capacidad de absorción del paisaje (CAV)
X	= ó < 15	Baja
X	= 15 y < 30	Moderada
39	= ó > 30	Alta

El análisis del resultado de la fórmula aplicada comparado con la escala de referencia previamente definida, indica que el paisaje tendrá una alta capacidad para absorber el proyecto, lo que significa que presenta una baja susceptibilidad ante las modificaciones del entorno. Con base en éste exhaustivo análisis, se puede concluir que el cambio de uso de suelo, no afectará la visibilidad ni la calidad visual del paisaje, ni mucho menos lo hará susceptible ante las posibles modificaciones que sufrirá el entorno, ya que éste no será un elemento nuevo en el paisaje, por el contrario, será un agregado a los usos previos, y por lo tanto, será absorbido en gran medida (alta capacidad de absorción); y en tal sentido, se puede concluir que no se pone en riesgo el servicio ambiental de paisaje o calidad escénica prestado por el ecosistema en estudio.

Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca

Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
<u>1</u>	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases.	Si	Balance de niveles de CO ₂ /O ₂ , SO _x y otros gases	Muy Alta	Nulo
<u>2</u>	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Regulación del clima	Si	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulaciones de gases de efectos invernaderos	Muy Alta	Nulo
<u>3</u>	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Regulación de disturbios	No	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales, brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación	Alta	Nulo
<u>4</u>	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua.	No	Regulación de los flujos hidrológicos que influyen en la provisión de agua tanto para el ecosistema como para riego, agroindustria y	Nula	Nulo

Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
				proceso de transporte acuático.		
<u>5</u>	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua.	No	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos	Alta	Muy Bajo
<u>6</u>	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos.	No	Prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales	Baja	Nulo
<u>7</u>	Proceso de formación de suelos	Formación del suelo.	Si	A través del proceso de meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica	Baja	Muy Bajo
<u>8</u>	Almacenamiento, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Ciclaje de nutrientes.	No	Funciones de almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, fósforo y potasio, y otros elementos y ciclos de nutrientes	Muy Alta	Muy Bajo
<u>9</u>	Regulaciones tróficas dinámicas de las poblaciones.	Control biológico.	No	Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores, control de poblaciones de especies potencialmente dañinas para el hombre, cultivos y ganado	Alta	Nulo
<u>10</u>	Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras.	Refugio.	No	Desempeña papel de semilleros, hábitat de especies migratorias, hábitat	Alta	Nulo

Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
				regionales para especies locales, recolectadas y otros		
<u>11</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Alimento.	No	Mantenimiento de la provisión de animales, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, pesca, agricultura de subsistencia y cacería, entre otros	Baja	Nulo
<u>12</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima.	Materias primas.	No	Producción bruta primaria extractables de materias primas, principalmente Producción de madera, leña y forrajes	Alta	No
<u>13</u>	Fuente de materiales y productos biológicamente únicos.	Recursos genéticos.	Si	Material natural base para la elaboración de medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos, especies ornamentales	Alta	Bajo
<u>14</u>	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación.	No	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo	Muy Alta	Nulo
<u>15</u>	Ofrecimiento de oportunidades para usos comerciales.	Valores estéticos, artísticos, científicos entre otros.	No	Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional,	Muy Alta	Nulo

Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
				cultural, espiritual y científicos del ecosistema		

IV.11. Medio Socioeconómico

El estado de Quintana Roo cuenta con una población total de **1,505,785 habitantes**, del cual el 1.9% pertenece al municipio de Tulum (INEGI)¹³¹.

En cuanto a las actividades económicas que se desarrollan en el estado, el turismo es la actividad más importante generando el 11.3% en el PIB turístico nacional, es la entidad que participa con más de la tercera parte de las divisas que por concepto de turismo ingresan al país. El 81% de los turistas son extranjeros. El principal medio de transporte de los turistas es la vía aérea, en vuelos fletados con destino a Cancún y Cozumel, también es importante el arribo de cruceros turísticos internacionales que llegan a Cozumel, Playa del Carmen y Cancún y por último la vía terrestre que utilizan los visitantes de Belice que llegan a Chetumal.

La actividad turística en el Estado tiene su auge con la construcción en la década de los 70's de Cancún, el primer centro turístico planeado del País. Con el éxito alcanzado por Cancún a nivel mundial, se desarrollaron otros centros turísticos como Cozumel, Isla Mujeres, Playa del Carmen y el tramo costero de Cancún a Tulum, conocido como la Riviera Maya. En el sur del Estado se encuentra en etapa de desarrollo turístico el litoral caribeño, conocido como la Costa Maya.

La importancia turística del Estado se sustenta en una serie de recursos naturales y atractivos que lo distinguen a nivel nacional y mundial. En primer lugar, se cuenta con un litoral con playas con una textura y color de la arena excepcional; un mar cristalino y colorido, de temperatura agradable todo el año y con pocos peligros de fauna marina; el clima es cálido durante casi todo el año, con invierno poco severo y brisa marina; se cuenta con una barrera arrecifal de coral con extraordinarios paisajes submarinos en gran parte de su litoral y existen vestigios importantes de la civilización maya y de la época colonial.

Comercio

Participa con el 0.62 % del PIB comercial nacional. En 1993 el Censo Comercial señala 9,852 establecimientos comerciales, en su mayoría pequeños comercios

¹³¹ <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=23> recuperado el 15 de enero de 2020

localizados en los municipios de Benito Juárez, Othón P. Blanco y Cozumel. En estos municipios también se localizan las tiendas departamentales del Estado y un comercio de artículos con bajos impuestos de importación.

Para el abasto de la población existen en todos los municipios 27 mercados públicos, 9 rastros incluyendo un rastro TIF en Chetumal, una Central de Abastos en Cancún y 7 Centros receptores de productos básicos.

Agricultura

Dentro del PIB Estatal del sector primario, la agricultura es la actividad más importante y participa con el 0.19 % del PIB de la agricultura nacional. Los principales cultivos por su valor de producción son la caña de azúcar, el chile jalapeño, el maíz, la naranja dulce, arroz, sandía, hortalizas y frutales varios. La superficie sembrada es de aproximadamente 120 mil Ha. de las cuales el 97 % es de temporal.

Las principales áreas agrícolas se localizan en el sur del Estado, donde se siembra principalmente caña de azúcar, chile jalapeño y arroz; en el Municipio de José María Morelos, en el centro del Estado se tienen áreas mecanizadas y con riego donde se siembra principalmente sandía, frutales y hortalizas. El cultivo de maíz y frijol está generalizado en toda la superficie estatal, pero en su mayor parte los rendimientos son muy bajos debido al tipo de suelo que no permite la mecanización y la falta de infraestructura de riego, limitando la producción a nivel de autoconsumo en su mayor parte.

Ganadería

Por su participación en el PIB estatal del sector primario ocupa el tercer lugar en importancia y participa con el 0.32 % del PIB ganadero nacional. Existe un potencial de 460 mil Ha. aptas para la cría de ganado bovino que no es utilizado. Las principales especies explotadas son el ganado bovino con aproximadamente 110 mil cabezas, el ganado porcino con 150 mil cabezas y las abejas con aproximadamente 107 mil colmenas.

A nivel familiar se crían borregos, cerdos y aves de corral. Las principales áreas ganaderas se localizan en el municipio de Othón P. Blanco, al sur de la entidad, y en el municipio de Lázaro Cárdenas en el norte, además de la actividad pecuaria y sobre todo apícola que se desarrolla en el centro del Estado. Para el aprovechamiento del hato ganadero existe en Chetumal un rastro TIF.

Silvicultura

Por su participación en el PIB estatal del sector primario ocupa el segundo lugar en importancia y aporta el 2.23 % del PIB silvícola nacional. Durante mucho tiempo la

economía estatal se sustentó en la explotación de maderas preciosas como el cedro y la caoba y la explotación de la resina del chicozapote para la fabricación de chicle.

La explotación sin control provocó serios problemas de deforestación, por lo cual se instituyó un programa para regular la explotación de maderas preciosas y promover el aprovechamiento de otras especies comunes tropicales y apoyar los programas de reforestación. El volumen de la producción forestal actual es de aproximadamente 50 mil m³ en rollo de los cuales el 20 % son de maderas preciosas, la producción anual de chicle es alrededor de 300 toneladas. La principal producción forestal se realiza en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Lázaro Cárdenas y José María Morelos.

Pesca

Por su participación en el PIB estatal del sector primario ocupa el último lugar en importancia y significa el 1.32 % del PIB pesquero nacional. Con 860 Km. de litoral y 264 mil Ha. de bahías, esteros y lagunas propicias para la acuicultura, la entidad no aprovecha el gran potencial pesquero, debido principalmente a que los pescadores prefieren la captura de especies como la langosta, el camarón y el caracol que tienen un buen precio en el mercado, dejando sin capturar la gran variedad de especies de escama disponibles.

El volumen de captura es de aproximadamente 4 mil toneladas anuales. La pesca es realizada en su mayoría en pequeñas embarcaciones, que no se alejan mucho de las costas. Existen 16 congeladoras para la conservación de la captura antes de su venta, ya que no se cuenta con procesadoras industriales¹³².

IV.12. Paisaje

El paisaje es un concepto antropocéntrico, relativo a la percepción del observador de un sistema relaciones ecológicas subyacentes (Garmendia et al, 2005).

En el siglo XX se hizo la construcción de la red de faros en el Carie. El primer faro de Sian Ka'an fue el de Punta Herrero que es de recalada, varios años después fue el de Punta Allen. Hasta los años de 1960, las actividades más importantes en el estado era la extracción del chicle en la zona continental y la producción de la copra combinada con la pesca en la zona, la pesca más dominante era de langosta, hasta ahora. El incremento del turismo ha emergido como una alterativa que comienza a transformar la zona (CONANP, 2014)¹³³.

Las actividades recreativas de Sian Ka'an están relacionadas directamente con la dinámica turística del norte de Quintana Roo, zona conocida como Rivera Maya, y

¹³² <http://quintanaroo.webnode.es/economia/>

¹³³ CONANP. 2014. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an.

en el futuro con el proyecto Costa Maya (localizado al sur de la Reserva), esto aunado con su ubicación geográfica, sus valores naturales y culturales, la designación de Patrimonio Nacional por la UNESCO (11 de diciembre de 1987), han provocado el incremento de número de turistas tanto nacionales como internacionales. Este sitio es un recurso con gran potencial para la promoción y desarrollo del turismo de bajo impacto ambiental, entendiéndose este como turismo ambientalmente responsable (CONANP, 2014)⁵⁴.

IV.13. Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental es la caracterización puntual del análisis del medio físico, químico o biótico, así como las propuestas de actuación y seguimiento que abarca el estado ambiental en todo el ámbito territorial del SAR, esto debe estar ligado a las propuestas de acciones de mitigación que resuelva los problemas diagnosticados y un sistema de parámetros que permitan su medición, control y seguimiento cuando se establezcan los respectivos programas ambientales por componente (agua, suelo, flora, fauna). La valoración sobre la situación que guarda el ambiente constituye un diagnóstico ambiental. A través del análisis de sus características se procura identificar los procesos de deterioro natural y determinar el grado de conservación del área de estudio. El diagnóstico ambiental es importante porque permite tener una caracterización del sistema antes de la operación del proyecto, de tal forma que constituye una línea base para identificar los impactos ambientales, además permite definir las medidas de mitigación y establecer las acciones de vigilancia ambiental. El diagnóstico ambiental puede realizarse a través del análisis de la calidad ambiental, la cual hace referencia a estados deseables de los ecosistemas (Martín, 1999).

Actualmente, el SAR delimitado para este estudio (17.8747 ha) con un uso de suelo y vegetación de duna costera; en los límites del polígono hacia el este se encuentra el mar Caribe y hacia el oeste un cuerpo de agua y manglar (carta del INEGI serie VI). Por lo tanto, en el SAR el mangle se mantendrá, no se tocará, así como tampoco se hará ninguna obra en él. En el SAR se mantendrá el 99.46%, de su vegetación, ya que el cambio de usos de suelo que tendrá el proyecto con referente al SAR será de 0.54%.

La zona en donde se ubica el predio, es considerada como una zona privilegiada, pues se encuentra dentro de un área natural protegida de carácter federal, denominada Reserva de la Biosfera de Sian Kaan, una de las más emblemáticas de México, declarada como patrimonio de la humanidad por la UNESCO en el año de 1987 y sitio Ramsar en 2003. Cuenta ya con 30 años desde su decreto, cuanta con ecosistemas únicos por lo que su conservación es prioritaria.

Por otro lado, se ha promovido el desarrollo sustentable al interior de la reserva, por lo que diversos instrumentos de regulación de uso de suelo ya mencionados en este documento, dictan la forma correcta y ambiental para hacerlo. Del análisis anterior se desprende que, para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se analizaron los recursos naturales disponibles, los cuales no desaparecen, únicamente se reducen en un 4.57 % sobre la superficie del predio, de tal forma que se promueve

un aprovechamiento sustentable para el desarrollo de una vivienda unifamiliar que cumple con las políticas ambientales y de uso de suelo conforme la normatividad ambiental vigente aplicable.

En cuanto a las regiones de interés ambiental el SA y por ende el predio del proyecto estudiado incide dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Conforme al DECRETO de dicha reserva, se declara que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo. De fecha 20 de enero de 1986, en el cual se establecen y describen diferentes zonas núcleos, y zonas de amortiguamiento, en esta última se propiciará un desarrollo agropecuario y turístico nacional. En su artículo **octavo** establece que *“Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología”*. Por lo tanto, la promovente somete a evaluación la propuesta de proyecto en concordancia con el decreto.

El predio del proyecto se encuentra dentro del área de amortiguamiento conforme al Decreto, de manera que es viable su aprovechamiento. El predio se encuentra dentro de dos subzonas, una subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), que abarca una superficie de mil 459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos; estas superficies se caracterizan por tener vegetación de duna costera típica de la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2014)¹³⁴.

El predio forma parte de la Subzona de Preservación Xamach (SP4) y de la Subzona SP5 Yuyum-Mario Lara, Mookkanab y Tantaman; en estas últimas dos zonas no se realizará ningún tipo de obra o actividad, de manera que se destinarán a su conservación, en donde se acataran las reglas que le corresponden al proyecto conforme a su programa de manejo del Área Natural Protegida.

Y conforme al ordenamiento Ecológico de la costa de la Reserva de la Biosfera de Sian Kaán, se encuentra en la UGA Tu7 con un uso de Turismo de bajo impacto y en su criterio **Ah 0**, menciona que *“los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con más de 2 has. Podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina”*. Por lo que el proyecto cumple con este criterio, teniendo una casa unifamiliar de 399.82 m², una cocina y 4.5 baños.

Por otro lado, tanto el SA como el predio inciden en menos del 63% en 3 Regiones Prioritarias y en la Región Marina Prioritaria en un 100%, sin embargo, se instalará una microplanta para el tratamiento de aguas residuales, por lo que estos desechos no llegaran al mar. La afectación solo va hacer en la superficie de cambio de usos de

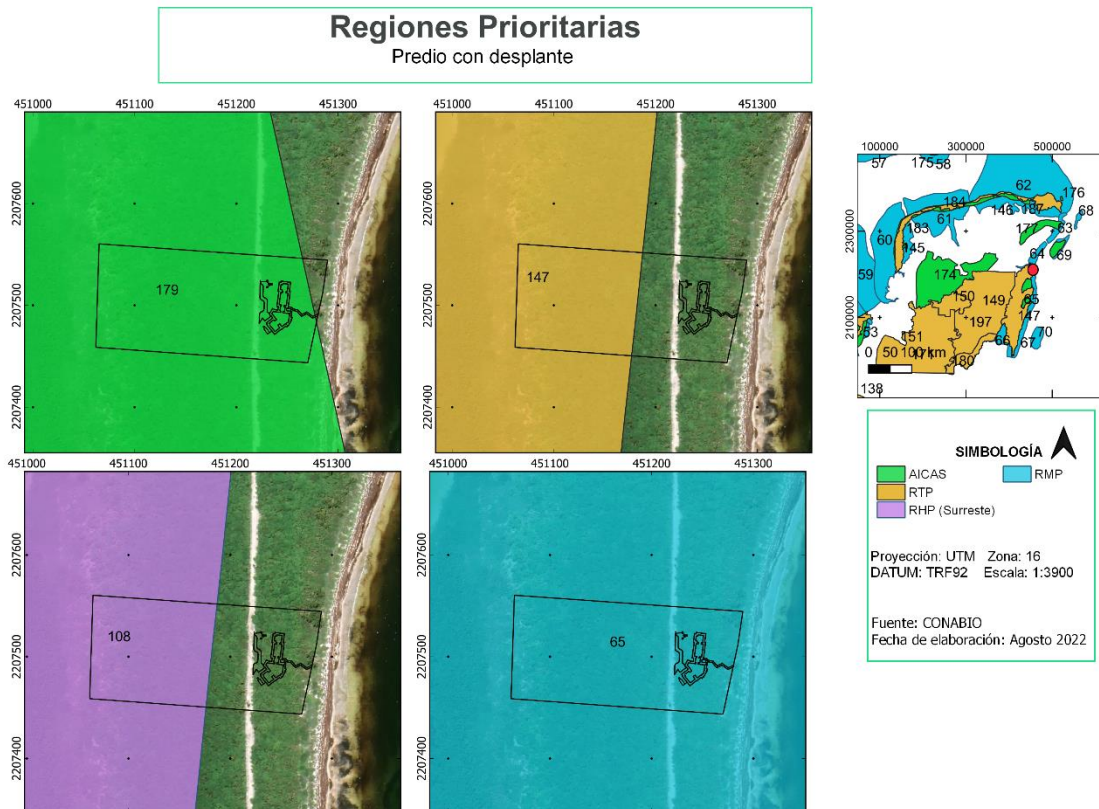
¹³⁴ SEMARNAT. 2014. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an D. R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.

suelo de 956.42 m², por lo que será mínima en un porcentaje menor al 5% y en algunas regiones prioritarias no se afecta como se muestra en la siguiente tabla:

El cálculo incluye el camino de terracería que atraviesa el SA y el predio.

Región Prioritaria	Superficie de Predio (solo predio) %	CUSTF %
Terrestre	57.23	---
AICAS (AVES)	96.19	4.75
Hidrológicas	57.65	----
Marinas	100	4.57

En el siguiente mapa, se puede observar esta distribución con respecto a las Regiones Prioritarias.



Mapa 32. Ubicación del predio y desplante del proyecto con relación a las regiones prioritarias,

En cuanto a la flora, que se registró en los muestreos, el estrato que obtuvo una mayor riqueza de especies y abundancia fue el herbáceo para el SA y el predio, seguida por los estratos arbustivos y arbóreos. La vegetación del predio del proyecto se encuentra en un estado de conservación del 100%. Con la implementación del proyecto la abundancia de especies disminuye, pero esta se mantiene, en donde se implementará los programas de rescate y reubicación, poniendo énfasis en las

especies que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De las 15 especies de flora registradas en el predio solo 1 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada, esta es la palma chit (*T. radiata*). En cuanto a fauna de las 23 especies identificadas en el muestreo realizado en el predio del proyecto, solo 2 de ellas se encuentran listadas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, estas son el loro pechosucio (*Eupsittula nana*) y la iguana (*C. similis*) las cuales se encuentran bajo la categoría de protección especial y de amenazadas (A), respectivamente.

La fauna que se registró es de fácil desplazamiento por su sistema de locomoción, la mayoría se distribuye en la Península de Yucatán. La reproducción y su anidación de las aves se da en los árboles, en los reptiles escarban hoyos o túneles y ahí depositan los huevos; en los mamíferos, la mayoría trae consigo sus crías o las esconden en hoyos o nidos, como se muestra en la siguiente tabla. En cuanto a anfibios no se registraron en el muestreo, esto pudo ser por la época de muestreo o que en donde cayeron los puntos de muestreo no haya, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que se encuentren tanto en el sistema ambiental como en el predio y abunden en temporada de lluvias. El proyecto no va a realizar bardas o cercas, por lo que la fauna va a poder desplazarse. El cambio de uso de suelo que se solicita es de 956.42 m² (0.096ha) y se dejara 19986.79 m² (2.00 ha) de conservación de área verde que no tendrá ninguna intervención, por lo tanto, aun habrá un área mayor a la del cambio de uso de suelo, para que la fauna pueda alimentarse y/o resguardarse.

Dicho esto, en campo no se observó ningún nido, madriguera o hembras con crías de fauna, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que haya en alguna temporada del año. Como se observa en la tabla de abajo la distribución de la mayoría de la fauna es en la Península de Yucatán, no siendo exclusiva del área del predio, la alimentación de las especies de fauna registradas es en su mayoría de insectos, seguida de frutos, semillas y carroña. Estos servicios que genera la vegetación como alimentación, hábitat y reproducción o anidación no se van a eliminar del todo, se verán disminuidos en el predio solo en el área de cambio de uso de suelo en un 4.57%, pero en el Sistema Ambiental se mantendrán. Aunado a esto el predio no es exclusivo al 100% de alguno de estos servicios, sin embargo, si la promovente llegara a observar algún nido, fauna que transite o que se alimente de la vegetación de conservación no los molestará, perturbará o ahuyentará.

Las especies de fauna silvestre registradas tienen una amplia distribución desde el sur de Estados Unidos hasta centro y Sudamérica y de rápido desplazamiento, por lo que se tomaran medidas para que esta no se vea afectada por la obra del proyecto, como ahuyentarla con ruido antes de inicio de desmonte de la vegetación y también se implementará el programa de recate y reubicación de fauna.

CAPÍTULO V.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Por la situación que guardan las condiciones ambientales donde se encuentra el sitio del proyecto así como las zonas adyacentes en virtud de los cambios que han sufrido los factores ambientales, es necesario llevar a cabo un análisis integrado de los impactos ambientales que habrán de generarse por las diferentes etapas del presente proyecto; la evaluación de interacciones entre el proyecto-ambiente es una actividad primordial para el buen funcionamiento durante todas las fases de desarrollo, ya que nos permite prever los cambios potenciales de manera directa o indirecta hacia los factores ambientales y, de esta manera poder proponer y desarrollar las medidas de mitigación que minimizaran los impactos que pudieran surgir por la ejecución y desarrollo del proyecto.

V.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales.

Para la identificación de los impactos ambientales por la construcción y operación del proyecto que causara al ambiente, se seleccionó la metodología conocida como matriz de Leopold (1971), modificada por las características particulares; se tomaron en consideración las actividades que se contemplan en la construcción y operación, así como los factores ambientales de la zona y del área de influencia. Las actividades del proyecto al igual que los factores ambientales, constituye la base para la elaboración de la matriz de interacción proyecto-ambiente, con la cual se identifican, evalúan e interpretan los impactos al medio.

Durante la construcción de las obras proyectadas y su operación los impactos son adversos significativas, ya que los factores suelo, flora y fauna, no poseen un grado de deterioro, sin embargo ya fueron impactadas con anticipación por la entrada de visitantes y turistas a la zona y por el establecimiento de empresas que se dedican a la prestación de servicios turísticos, los elementos como suelo, vegetación y fauna silvestres han sido impactadas y constituyen la base para la elaboración de la matriz de interacción proyecto-ambiente, y determinar los impactos ambientales que se generen por la operación del proyecto.

Las acciones de un proyecto que puede ocasionar sobre los elementos del medio a ser susceptibles de recibir impactos, se reflejan en las relaciones causa-efecto, de manera particular, y de la situación sobre los elementos flora y fauna silvestre, suelo, agua, aire, paisaje, aspectos socioeconómicos de manera directa e indirecta. La metodología utilizada permitirá evaluar los impactos ambientales y tener las herramientas para la toma de decisión en determinar si el proyecto causa efectos nocivos al ambiente o si la metodología es la correcta para la identificación de los impactos que ejercerá la construcción del proyecto y su operación hacia los factores ambientales asociados a él

V.2. Identificación y caracterización del impacto.

Por las condiciones ambientales del área, las actividades que se realizarán en el proyecto, los impactos a generarse serán significativos, ya que los factores suelo, flora y fauna, están impactados por diversas actividades de desarrollo de la zona en cuestión; sin embargo, por las características particulares del sitio se tomaron en consideración las diferentes etapas y acciones que se contemplan dentro del desarrollo de las obras y actividades proyectadas, así como los factores ambientales de la zona y del área de influencia al proyecto.

La evaluación.

Los criterios de evaluación del impacto ambiental a considerar son los siguientes:

Por su naturaleza del impacto puede ser positivo o negativo:

4. **Benéfico:** Cuando la acción o actividad ayuda o mejora la situación actual de un medio.
5. **Adverso:** Cuando la acción o actividad disminuye, restringe o elimina, independientemente del tiempo requerido.
6. **No se anticipa:** Si el impacto no produce efecto significativo en el componente.

Por su efecto:

Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto. El efecto se valora de la siguiente manera:

4. **Largo plazo:** Cuando el efecto es a más de 10 años.
5. **Mediano plazo:** Cuando el efecto es entre 1 y 10 años.
6. **Inmediato:** Como su nombre lo indica, el efecto ocurre al momento.

Por su magnitud:

Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, la valoración comprende la duración del impacto sobre el medio físico o biológico, mismo que puede ser permanente o temporal.

4. **Muy significativo:** Se utiliza para calificar los impactos de mayor repercusión para el sistema.
5. **Significativo:** Se utiliza para calificar los impactos medios.
6. **Poco significativo:** Se utiliza en la calificación de impactos pequeños (insignificante).

Por su temporalidad:

Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio físico y biológico o socioeconómico, mismo que puede ser:

3. **Temporal:** Cuando es reversible por el propio sistema en un plazo cortó a cinco años o a mediano plazo menor a quince años.
4. **Permanente:** Cuando su efecto dura más de quince años.

Por su reversibilidad:

Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción, se clasifica en:

3. **Reversible:** Aquel cuyos efectos pueden ser asimilados y depurados naturalmente por el medio.
4. **Irreversible:** Aquel cuyos efectos suponen la imposibilidad de volver a la condición original por medios naturales.

Por su capacidad de mitigación:

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial, del elemento afectado como consecuencia de la actividad del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones de factor afectado, con medidas correctoras de mitigación.

3. **No mitigable:** Cuando no es posible realizar actividades que disminuyan o eliminen los impactos.
4. **Mitigable:** Cuando al realizarse acciones preventivas o correctivas, el efecto en el sistema es menor al esperado.

V.3. Indicadores de Impacto.

Las condiciones ambientales del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, permitieron identificar los impactos; sin embargo, la flora, fauna y suelo, al igual que las áreas circundantes se encuentran impactadas; ya que se han desarrollado actividades turístico recreativas que son indicativos en el cambio en las condiciones ambientales del área y su zona de influencia.

La valoración de los impactos identificados para el proyecto sobre los elementos naturales son; agua, atmósfera ,suelo, vegetación y fauna silvestre su identificación depende de los cambios potenciales, por lo que se hace necesario conocer los atributos ambientales que se asocian al proyecto y en este caso los impactos adversos significativos, mismos que pueden actuar directa o indirectamente hacia el factor natural; el factor ambiental que va ser afectado de manera adversa es el **suelo** ya que este va ser impactado por la construcción de la casa, por lo que es un impacto adverso directo, sin medida de mitigación ya que va ser compactado y nivelado para el inicio de la infraestructura del proyecto.

En lo particular se consideraron las siguientes características ambientales sobre las cuales se puede causar algún impacto ambiental con el proyecto.

Factores abióticos.

Atmósfera.
Agua.
Suelo

Factores bióticos.

Vegetación.
Fauna silvestre.
Paisaje.

Factores socio económicos.

Socioeconómico.

V.4. Lista de indicativa de indicadores de impacto.

Los impactos que se identifican por las condiciones actuales y favorables para el desarrollo del proyecto, son de bajo impacto ambiental derivado por las condiciones favorables que se presentan en el sitio al no encontrarse vegetación que pudiese verse afectada por las obras del proyecto, no hay presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto sin embargo se debe considerar que la zona de influencia se encuentra dentro de un Área Natural Protegida. Las acciones que se desarrollarán durante la operación del proyecto comparadas contra las características ambientales nos dan los resultados con los cuales podemos formar un criterio con respecto a los impactos esperados, siendo los más significativos los siguientes:

Factores físicos

Atmósfera.

Este impacto se dará principalmente por el uso de maquinaria y equipos en la etapa de construcción, por la dispersión de las partículas y dióxido de carbono a la atmosfera; mismos que no rebasarán los límites máximos permisibles de emisiones a la atmosfera que señala la norma, por lo que la maquinaria y equipos utilizados deberán estar en buenas condiciones, para evitar en lo más mínimo posible las emisiones de ruido, partículas y bióxido de carbono a la atmosfera.

La atmosfera tendrá un impacto poco significativo, ocasionado principalmente por la maquinaria y equipos utilizados en las diferentes actividades del proyecto; La maquinaria y equipos que se utilicen en las diferentes etapas del proyecto deberán estar en buenas condiciones y no deberán

rebasar los límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores en circulación y NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina o mezclas que incluyan diésel como combustible. Cabe mencionar que en la zona por su fragilidad no se permitirá la entrada de vehículos automotores durante la etapa de operación.

Agua.

Durante la operación se generarán aguas residuales procedentes de los sanitarios, mismos que serán canalizados hacia el tanque bioenzimático que dispondrá el proyecto para de esta manera minimizar la contaminación de las aguas de nivel freático. Se anticipa impacto poco significativo derivado de la cimentación; sin embargo, en la operación se espera un impacto benéfico alto debido a que se amortiguará una contaminación al elemento agua (nivel freático o subterráneas); con el tratamiento de las aguas residuales se cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y minimizar con esto una contaminación del agua subterránea o de nivel freático. Las aguas tratadas serán reutilizadas para los sanitarios y riego de jardines previo cumplimiento a la norma NOM- 003- SEMARNAT -1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Suelo

El suelo donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra impactado y desprovisto de vegetación; sin embargo, como se edificara el proyecto con la cimentación para la infraestructura, se prevé un impacto adverso significativo hacia este factor, sin medida de mitigación, la infraestructura civil del proyecto no rebasará los límites del área descrita en la MIA-R, con la finalidad de no generar una contaminación hacia este elemento, además no se realizará ningún tipo de mantenimiento de los equipos que sean utilizados dentro del sitio, para no generar ningún residuo peligroso que pueda contaminar al suelo por una infiltración derivado por el derrame de aceites, grasas, lubricantes y combustible por la maquinaria y equipo que se utilicen en la construcción del proyecto.

Factores bióticos

Vegetación.

Este factor al igual que el elemento suelo ha sido modificado por diversos factores que se han realizado en la zona por actividades turísticas y turístico-recreativas; en la zona adyacente al sitio del proyecto se puede encontrar rasgos de vegetación de manglar que no se verá afectado por el proyecto debido a la aplicación de medidas de mitigación y a los programas de

conservación y protección para ayudar a esta vegetación a mantener sus condiciones. Se espera que para la vegetación adyacente al proyecto se tenga un impacto poco significativo, directo, permanente, sin medida de mitigación, ya que la vegetación pudiese verse afectada por las actividades turísticas y por la generación de residuos de los visitantes y personas que circulan por la zona. Así mismo será necesario tener un programa que contemple acciones que prevengan los impactos.

Fauna.

El área que se pretende ocupar para el desarrollo del proyecto, se encuentra cerca de una zona con hoteles lo que ha permitido que la fauna en la zona adyacente y en el área del proyecto sea casi inexistente; no existe fauna silvestre que pudiese verse afectada ya que han emigrado hacia otros sitios en donde pueden desarrollarse. Se anticipa impactos Adversos Significativos hacia este factor por las condiciones que prevalece en el terreno y su zona adyacente; sin embargo, de encontrarse algún organismo estos serán ahuyentados a sitios en donde exista vegetación para su subsistencia. Por la ubicación del proyecto, que se encuentra dentro de un área Natural Protegida, implica que en el sitio se encuentren especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que establece la protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo, por lo que se deberán aplicarse las medidas correspondientes para mitigar el impacto, así como se aplicaran las acciones que deberán estar planteadas en un programa de conservación de fauna nativa.

Paisaje.

El sitio del proyecto pertenece a una zona modificada por el desarrollo de actividades turísticas, y turístico-recreativas por lo que el paisaje natural ha sido transformado con anterioridad; sin embargo, algunas zonas permanecen con los factores ambientales en un estado de conservación, por lo que el proyecto no deberá excederse de los límites del área planteada. En la actualidad existe un paisaje transformado, el proyecto se integra a este paisaje antropogénico con cualidades escénicas y estéticas que conservan la naturalidad del sitio; se espera un impacto adverso poco significativo, directo, permanente, sin medidas de mitigación. Se contribuirá a mejorar las condiciones ambientales, ya que se contempla áreas verdes utilizando especies típicas de la región para coadyuvar en la mejora de las condiciones ambientales de la zona.

Factores Socioeconómicos

Empleo y Economía

Durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto se requerirá personal el cual deberá ser de la localidad por lo que se contempla un impacto benéfico significativo, directo, temporal

que va beneficiar al sector social de la isla y el municipio de Tulum en la generación de empleos que beneficiaran a familias locales.

En el sector social, se contempla la adquisición de materia prima y requerimientos de mano de obra y de servicios como transporte y suministro de materiales para la construcción del proyecto, se consumirá el material local generando un impacto benéfico poco significativo, directo y temporal.

V.5. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Por las condiciones ambientales que existen en el área y las contiguas del proyecto en donde se pudo observar que los factores ambientales ya fueron modificados años atrás por diversas actividades incidiendo por lo general en el suelo, vegetación, fauna silvestre y tomando como base las variables ambientales indicadoras de los impactos, así como la información generada sobre la vegetación, fauna, suelo, agua y paisaje, se implementó una matriz de interacción entre las actividades previstas por el proyecto y los impactos ambientales identificados por componente ambiental que potencialmente pudieran verse afectados por el desarrollo del proyecto de acuerdo a su efecto (adverso o benéfico) y duración (temporal o permanente); en la Matriz de identificación de Impactos Ambientales se ponderaron las diferentes etapas del proyecto con los factores ambientales que serán afectados por su desarrollo, en donde se identifican los impactos y se calificarán de acuerdo a su intensidad o efecto que puede generar el proyecto hacia cierto factor ambiental .

Para la calificación de los impactos que generara el proyecto se aplicó la matriz de Leopold, por ser un proyecto en donde las condiciones ambientales que existen en el área y sus alrededores han sido modificadas, lo que permitió ponderar y cuantificar los componentes del sistema ambiental que van a generarse por la implementación del mismo; al utilizar la matriz de Leopold se consideró cada acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental cuando se identificó un impacto, la matriz aparece marcada en la correspondiente casilla de esa interacción o ponderación y se muestran las acciones del proyecto con los factores ambientales en donde interactúan. Para identificar los impactos ambientales que se generen durante el desarrollo del proyecto en sus diversas etapas tanto positivo o negativo, directos e indirectos sobre el sistema ambiental, aspectos bióticos y abióticos, el suelo, agua y aire; para ello, se consideró aplicar la Matriz y la lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre la relación causa - efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente y representado por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas. Para desarrollar la Matriz, se considera un cuadro de filas, donde aparecen las acciones del proyecto y, por otro lado, un cuadro de columnas, donde se ubican los factores ambientales.

Para la identificación se confrontan ambos cuadros se revisan las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto. En la matriz de Leopold que se presenta se ponderan los factores ambientales con cada etapa que conforma el proyecto, calificando y valorando cada impacto que inciden en cada factor ambiental que interceden en el proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo.

Los criterios que serán utilizados para la elaboración de la Matriz de interacción de impactos y de acuerdo a la evaluación de los posibles impactos ambientales del proyecto y considerando la ubicación dentro de una zona turística y las actividades de construcción y operación del proyecto, que no afectarán severamente los factores ambientales.

Carácter	
A = Adverso significativo	
a = Adverso poco significativo	
b = Benéfico poco significativo	
B= Benéfico Significativo	
NI= No se anticipa impacto	

Tipo de acción	Duración	Mitigación
D= Directo	P= Permanente	Con medida de Mitigación = C/M
I= Indirecto	T= Temporal	Sin medidas de Mitigación = S/M

Etapas del Proyecto	Factores Físicos			Factores Biológicos			Factor social	
	Atmosfera	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Empleos	Economía
Rescate y reubicación de vegetación y fauna	b/I/P	b/I/P	b/I/P	B/D/P	B/D/P	B/D/P	NI	NI
Eliminación de la vegetación herbácea y rastrera	aDT C/M	NI	ADPS/M	aDPS/M	NI	aDPS/M	BDT	BDT
Limpieza y preparación del sitio	aDTC/M	aDTC/M	ADPS/M	aDP S/M	NI	aDPS/M	BDT	BDT
Nivelación	aDTC/M	aDTC/M	ADPS/M	aDPS/M	aDPS/M	aDPS/M	BDT	BDT
Excavación	aDTC/M	aDTC/M	ADPS/M	NI	aDPS/M	ADTS/M	BDT	BDT
Cimentación	aDTC/M	aDTC/M	ADPS/M	NI	aDPS/M	ADTS/M	BDT	BDT
Construcción de las obras civiles	aDTC/M	aDTC/M	ADPS/M	NI	aDPS/M	ADPS/M	BDT	BDT
Operación del proyecto	NI	aDTC/M	NI	NI	NI	aDTC/M	BDP	BDP

Operación del sistema de tratamiento de las aguas residuales	NI	BDP	NI	NI	NI	NI	BDT	BDT
Recolección de residuos sólidos en la operación del proyecto	NI	NI	aDTC/M	NI	NI	ADTC/M	BDT	BDT

Analizadas las actividades que se desarrollaran durante el proyecto y ponderada en la Matriz, se identificaron **80** impactos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto; de los cuales **21** no se anticipan impactos ambientales y principalmente son hacia los factores flora y fauna, debido a las condiciones ambientales que se presentan en el sitio que han incidido en los recursos naturales tanto del área como las contiguas, de los cuales **6** son para el elemento flora y **5** para el elemento fauna. Con relación a los impactos ambientales se esperan **14** impactos adversos pocos significativos, directo, temporal, con medidas de mitigación (**aDTC/M**) de los cuales **los factores mayormente afectados, serían atmosfera y agua**. Cabe recalcar que estos impactos que se prevén poseen medidas de mitigación, prevención y compensación. De igual forma, se identificaron **6** impactos adversos significativos, directos, permanente, sin medida de mitigación (**ADPS/M**) que incidirá hacia el factor suelo.

Los impactos benéficos se verán reflejados en los factores socioeconómicos a través de la generación de empleos los que mejorarán la calidad de vida de la población en general. Los impactos benéficos poco significativos se verán reflejados en el programa de rescate y reubicación de flora y fauna que ayudarán a mejorar los factores de flora y fauna de manera directa, lo cual indirectamente ayudara al mejoramiento del agua y del suelo adyacente al proyecto.

Se instalará un sistema de tratamiento de agua residual denominado GPSMX DR AT15 el cual es un sistema de tratamiento fabricado en polipropileno de alta densidad, con tapa desmontable resistente a los rayos UV y canastilla para retención de sólidos de tipo no biodegradables, en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales incluyendo el manejo de lodos con la finalidad de minimizar los impactos hacia el factor agua con base a lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Conclusión

Con el desarrollo de la Matriz, se definieron los impactos ambientales, incluyendo la valoración con los criterios, la correlación entre las actividades con los componentes ambientales como el medio físico, biológico y socioeconómico; el impacto al medio biótico será poco significativo por sus condiciones actuales de flora y fauna para compensar todos estos impactos que fueron

identificados en la matriz de evaluación, se presentarán las medidas de mitigación o en su caso de compensación para todas aquellas adversidades al entorno si el impacto fuera considerable. Hacia el factor suelo el impacto esperado será adverso significativo derivado de la cimentación y construcción; hacia la población será en la generación de empleos en las diferentes etapas del proyecto, se estima la generación de empleos en todas las etapas como apoyo a la mejora en calidad de vida de la población local.

Las aguas residuales producto de la operación del proyecto serán conducidas a un sistema de tratamiento con el fin de cumplir con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996, una vez tratadas serán reutilizadas para las áreas verdes previo cumplimiento de la NOM- 003-SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

CAPÍTULO VI. - MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

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

El presente capítulo detalla los diferentes tipos de medidas de prevención y mitigación que permitirán reducir la incidencia de los impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto, esto en referencia al cumplimiento del artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual en su Inciso VI, menciona que la manifestación de impacto ambiental deberá contener las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

Así mismo, con relación a lo anterior y con base en lo establecido en el artículo 3, fracciones XIII y XIV del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, a continuación, se presentan las medidas preventivas y de mitigación que se han contemplado para el proyecto, lo anterior con el fin de no infringir a lo que establece la Ley y su Reglamento, Normas Oficiales mexicanas y demás disposiciones en protección al ambiente.

El área donde se ubica el proyecto se encuentra dentro de una zona turística en donde se realizan actividades turísticas y turístico-recreativas para las visitantes en donde se ha perdido partes de la vegetación natural y por ende la emigración de la fauna silvestre, por la situación que guardan los elementos naturales, mismo que indican que han sido impactadas por las actividades antropogénicas que se han realizado en el pasado y presente; sin embargo, con los impactos ambientales identificados derivados de la ejecución del proyecto, no se pone en conflicto la estabilidad ambiental de la zona y del propio ecosistema.

Las medidas de mitigación que se presentan para la construcción y operación del proyecto es con el propósito de amortiguar aquellos impactos adversos ocasionados por el mismo hacia los factores ambientales; estas medidas se encaminan hacia un buen equilibrio entre medio ambiente y proyecto. Estas medidas de mitigación se enfocan a mantener las condiciones ambientales de la zona en el entendido que el proyecto no causara desequilibrio ecológico, ni rebasara condiciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas; con su aplicación se minimizara cualquier efecto negativo hacia los recursos naturales.

VI.1.1. Medidas de mitigación.

Componentes	Medidas
--------------------	----------------

Agua	<p>Por las características ambientales donde se ubica el proyecto, las aguas residuales producto de la operación de los sanitarios serán inducidas a un sistema de tratamiento para evitar la contaminación del suelo y el agua subterránea.</p>
	<p>Se deberá dar el mantenimiento continuo al sistema de tratamiento de agua residual, de esta manera se reducirá el riesgo de contaminación del suelo, el subsuelo y de las aguas subterráneas por la fuga de cualquier volumen de aguas negras o jabonosas, derivadas por la operación del proyecto.</p>
	<p>La maquinaria y equipo empleado en este proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, a fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, previniendo al máximo la contaminación del manto acuífero.</p>
	<p>Se deberá mantener los contenedores de residuos bien sellados para evitar que el aire arrastre los residuos al mar o a las zonas aledañas.</p>
Aire	<p>Mantener la maquinaria y equipo en buen estado para minimizar la emisión de contaminantes a la atmosfera y cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006 y mantener en buen estado los aditamentos de silenciadores y escapes de la maquinaria utilizada mediante mantenimiento mecánico periódico y aplicar lo que establece la NOM-080 SEMARNAT-1994.</p>
	<p>Por ubicarse el proyecto en una zona con regular carga de personas que visitan las áreas circundantes y con el propósito de que esta no sea afectada por la emisión del ruido productos de los trabajos, la emisión deberá estar por debajo de los límites máximos que indica las normas NOM-080-SEMARNAT-1994, que establecen los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. La promovente vigilara que la maquinaria y equipos tengan un manteniendo preventivo y que estén en buen estado de trabajo.</p>
	<p>Queda prohibido la quema y la disposición final al cielo abierto de los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto en el área y las zonas contiguas, evitando con esto una contaminación visual y ambiental.</p>
	<p>En el caso de utilizar material de relleno para nivelar la superficie del área del proyecto y con el propósito de minimizar la emisión de partículas a la atmosfera y reducir la contaminación, los vehículos que transportan el material al área deberán estar cubiertos con lona. La promovente deberá vigilar que se cumpla con esta medida.</p>

	<p>Para la etapa de construcción se deberá contar con una barda perimetral con lona que no permita la expansión de las partículas suspendidas y puedan dispersarse a las zonas adyacentes.</p>
	<p>Los residuos peligrosos generados por esta actividad, serán separados debidamente y almacenados temporalmente en un área de resguardo habilitada como almacén, en contenedores que estarán debidamente etiquetados y tapados para su mejor control. La disposición final se realizará a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT. Los residuos peligrosos serán pinturas y estopas usadas impregnadas de residuos.</p>
Flora	<p>La preparación del sitio se hará eliminando la poca vegetación rastrera y herbácea y será de manera manual para no afectar las áreas circundantes al proyecto, por la emisión de ruido, por lo que no se utilizará maquinaria pesada.</p>
	<p>De ninguna manera se realizará la quema de restos vegetales dentro del sitio del proyecto.</p>
	<p>Como medida de compensación se plantea utilizar espacios verdes con especies nativas de la región.</p>
	<p>Para la protección y cuidado de la Flora y Fauna, se realizará un Programa de Protección y conservación de Flora y Fauna, que contendrá acciones a favor de la flora y fauna adyacente al sitio.</p>
	<p>Para el caso de los visitantes al sitio del proyecto, queda prohibido extraer cualquier recurso natural del ecosistema</p>
	<p>Se colocarán letreros alusivos al cuidado de las especies de manglar y fauna del Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.</p>
	<p>Se propone desarrollar un Programa de Reforestación como medida de compensación ambiental del área en que se localiza el sitio del proyecto, contemplando que dicho programa se llevará a cabo donde la autoridad disponga.</p>
Fauna	<p>Previo al inicio de la preparación del sitio y construcción se hará un recorrido visual con el propósito de observar la presencia de fauna silvestre, en caso de encontrarse algún organismo, estos serán reubicados en otro sitio que tengan las mismas características e informar a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos naturales.</p>
	<p>En caso de encontrarse en el sitio del proyecto un organismo de la vida silvestre que se encuentra o no, enlistado en la Norma-059-SEMARNAT-2010, se realizará la captura y rescate para reincorporarlo de nuevo al ecosistema.</p>
Socioeconómico	<p>Los residuos sólidos de origen domestico se depositarán en tambores o contenedores con tapa, estos tendrán la leyenda "Residuos Orgánicos e Inorgánicos" para su fácil identificación y su posterior traslado por los recolectores de basura.</p>

	No se permitirá almacenar gasolina y diésel en el sitio del proyecto. No se permitirá realizar labores de limpieza y reparación de maquinaria, equipos y vehículos en el predio y las zonas adyacentes.
	La generación de empleos provocará un impacto positivo aportando a la dinámica económica de la isla al promover mejor calidad de vida con la creación de más fuentes de empleos, en este caso no se requiere de medidas de mitigación.
	En el caso de establecer el abandono del proyecto, se notificará a las autoridades competentes para dar lugar a lo que proceda de acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
Suelo	Durante la construcción del proyecto se contratarán letrinas ecológicas para el uso del personal en general y estas serán colocadas en donde no afecte al proyecto y áreas adyacentes, mismas que tendrán un mantenimiento por parte de la empresa que se contrate y que cuente con la autorización correspondiente. Queda prohibido verter dentro del área del proyecto y las adyacentes los desechos sólidos producto del mantenimiento de las letrinas
	Durante la operación del proyecto, no deberán ejecutarse trabajos fuera de la superficie autorizada, con el propósito de prevenir un impacto ambiental que no se encuentre contemplado y causar efectos nocivos al ambiente.
	Durante la preparación del sitio, se regará el suelo con agua, con la finalidad de evitar en lo más mínimo posible las emisiones de polvo a la atmosfera
	Se deberán poner letreros y señalamientos en los que se mencione claramente la prohibición de arrojar desechos sólidos y cualquier residuo considerado como peligroso por la normatividad ambiental, esto deberá ser vigilado por el técnico responsable de la empresa.

VI.2 Impactos residuales.

Por la ubicación del proyecto y por las características ambientales que se presentan en la zona y por estar inmersa en un ecosistema con actividades turísticas y a la expansión del mismo en donde ha incidido en la afectación del suelo, vegetación y fauna silvestre, los impactos ambientales identificados derivado por la construcción y operación del proyecto, se tiene que el impacto residual más visible es el impacto directo al recurso suelo, en conjunto con el cambio a la morfología del sitio, con la aplicación de las medidas de mitigación, se minimizarán los efectos negativos hacia los factores ambientales que inciden en el proyecto permitiendo que permanezca el escenario ambiental presente en la zona.

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

Para predecir un pronóstico es necesario conocer y describir los eventos y tendencias que pueden ocurrir y las incertidumbres y desafíos del ambiente externo, situaciones que no han sucedido todavía pero que tienen una cierta probabilidad de ocurrencia, conocer los impactos y el sistema ambiental donde se encuentra inmerso un proyecto y como actuaría el proyecto con las medidas de mitigación para minimizar los impactos ambientales identificados hacia los factores ambientales y sin su aplicación hacia los factores ambientales que tienen una relación de manera directa o indirecta con la construcción y operación del proyecto.

VII.1.-Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

En cuanto al componente físico, el sitio es una propiedad privada sin uso, rodeado de infraestructura turística y de servicios. En el sitio ha sido constante la problemática de ser atractivo para el depósito clandestino de residuos sólidos urbanos que generan los visitantes de la zona. El retiro constante de estos residuos ha permitido controlar los impactos negativos que resultan del manejo inadecuado de los mismos.

Ese es el escenario que prevalecerá en el supuesto de que no se desarrolle el proyecto, incluyendo consecuencias relevantes hacia al suelo, aire, agua y probablemente hacia la seguridad y salud humana. Desde el punto de vista económico, el mantenimiento del sitio del proyecto que entre otras acciones consiste en el retiro de los residuos que se depositan clandestinamente y el control de la maleza que en época de calor representa un riesgo de generación de incendios representa gastos relevantes que sumados al pago del impuesto predial y siendo una propiedad que no genera una ganancia económica el supuesto escenario sin el proyecto compromete la estabilidad económica del Promovente.

En el caso de no darse el desarrollo del proyecto, el componente social se verá afectado porque no se generará una derrama económica que permita al menos mantener la calidad de vida actual del personal que participe durante el desarrollo del proyecto. No se generarían empleos temporales, ni permanentes, así como tampoco se generaría una derrama económica por la demanda de los servicios que daría el proyecto.

En cuanto al componente ambiental en el supuesto de un escenario sin el desarrollo del proyecto, solo se reduciría la generación de aguas negras residuales y de residuos sólidos urbanos. Dentro del Sistema Ambiental y del sitio del proyecto todos los componentes ambientales han sido modificados, incluido el suelo y la vegetación original. El escenario sin el desarrollo del proyecto, no representa un beneficio relevante para el componente ambiental.

Se realizará un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros del área del proyecto, considerando en primer término al escenario con proyecto y sin medida de mitigación y por otra parte con proyecto y con medida de mitigación. A partir del diagnóstico y del análisis del sistema ambiental del área del proyecto, por un lado, definir aquellos cambios derivados de las tendencias o bien del cambio del escenario actual o su modificación y, por otro lado, de la suposición de eventos nuevos que pudiesen llevar a plantear situaciones futuras diferentes en cuanto a los elementos ambientales local y sus interacciones con los elementos naturales que inciden en el proyecto y los impactos ambientales hacia los mismos derivados de la construcción y operación del proyecto.

Para el desarrollo de los escenarios se deberán considerar tanto las medidas de mitigación propuestas como las correspondientes medidas de compensación por los impactos residuales, destacando las mejoras que pudiera presentar la región con la implementación del proyecto.

Otro de los escenarios esperados, es la no generación de empleos y la contribución de pagos al H. Ayuntamiento por impuestos derivado de la construcción y operación del proyecto, que dichos impuestos se traducirían en no realizar obras de beneficio social para el municipio de Tulum, por último, la venta del predio para el establecimiento de otro proyecto.

Para la construcción de los escenarios esperados con el desarrollo del proyecto aplicando las medidas de mitigación, es un indicador para pronosticar el escenario y su condición dentro del sistema ambiental, y mostrar cómo está funcionando ese sistema. Los impactos ambientales y la situación que guardan los elementos ambientales son indicadores que deben ayudar a determinar la dirección del escenario esperado y en su caso corregir o atender un factor adverso que ponga en riesgo el escenario esperado para mantener la calidad ambiental que aún existe en la zona.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra dentro de la zona turística donde se promueven diferentes actividades recreativas que atraen a la gente y visitantes; se buscará ayudar a la conservación de la flora circundante, así como del área adyacente por lo tanto no habrá afectación de especies de flora y fauna silvestre incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; indicadores que reflejan los atributos biológicos de la condición ambiental de la zona.

El proyecto se ubica en un área donde se puede representar un peligro para las especies de flora y fauna silvestre o en peligro de extinción, en ese sentido el impacto es adverso; poco significativo para ambos factores y se implementara la realización de un programa de protección y conservación de la flora y fauna adyacente al sitio en donde se contemplarán las acciones necesarias para no afectar significativamente a estos factores, lo que pudiese causar un deterioro ambiental.

Se establecerá áreas verdes con vegetación nativa para mantener el hábitat de aquellas especies que se han adaptado a la presencia humana y que transitan en la zona. La

construcción y operación del proyecto, no generará impactos ambientales significativos relevantes por las emisiones de contaminantes a la atmósfera, que sucederá en la etapa de construcción, misma que será mínima; por las condiciones antes descritas.

Como medida preventiva la maquinaria y equipo que sean utilizados tendrán un mantenimiento periódico para estar en buenas condiciones y estar por debajo de los límites máximos permisibles por la norma. Se espera un escenario estable, es decir permanecerá las condiciones ambientales existentes, que permite que la población tenga una calidad ambiental estable al igual para otros factores biológicos. Se vigilará que se apliquen las medidas de mitigación para mantener la calidad ambiental, con el cual vigilará el cumplimiento de las NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio previas al inicio de las obras.

Cabe señalar que en el sitio del proyecto no se hace uso productivo de los recursos naturales, por las condiciones que guarda no hay presencia de flora que sea refugio para la fauna silvestre que sea parte de un paisaje natural; por lo que no se anticipa impacto para este factor. Además, en la zona no se encuentra ningún grupo étnico, que puedan ser afectados su cultura o tradición por la implementación del proyecto.

Uno de los escenarios a futuro esperados, por los aspectos mencionados parecen indicar que no habrá restricciones mayores para llevar a cabo el proyecto; sin embargo, una reflexión más amplia y contextual indica que a medida que los paisajes naturales de Sian Ka'an no se transforman en infraestructura urbana, otras actividades humanas ponen en riesgo lo natural que cada vez es más reducido.

Por otra parte, de no aplicarse las medidas de mitigación los factores ambientales que aún persisten serían afectados negativamente, por lo tanto, la tendencia de desarrollo del sistema ambiental se vería deteriorada convirtiéndose el proyecto en un factor negativo hacia los elementos naturales de la zona. La incertidumbre sobre las tendencias del sistema ambiental y el entorno de los escenarios encontrados con el desarrollo del proyecto y de no aplicarse a tiempo las medidas de mitigación y tomando la situación en que se encuentran los factores físicos y biológicos acompañados con presiones antropogénicas que es uno de los principales retos que actualmente afrontan los recursos naturales el análisis de su entorno y de los impactos identificados se intenta predecir con los posibles escenarios futuros, no se verá sorprendida por los cambios del mismo y podrá establecer con anticipación planes de acción que le garanticen ser eficientes sin importar cuál de ellos se materialice, lo importante es velar que el escenario actual continúe funcional.

Así mismo, se tiene que velar por la conservación de escenarios presentes permitiendo un ambiente sano, esto no significa que tienen que permanecer intactos; si no que se debe buscar un equilibrio en el aprovechamiento de los recursos naturales con los que se cuenta, esto es aprovecharlos de manera adecuada, no transformarlos en paisajes ciudadanos, sino de mantener

su calidad donde se pueda convivir, esto implica un cambio de visión de aquellos inversionistas en mantener la calidad ambiental.

VII.2.-Pronósticos del Escenario con Proyecto y Sin Medidas de Mitigación.

La construcción y operación del proyecto sin las medidas de mitigación propuestas presentará impactos sinérgicos, acumulativos y permanentes, con el riesgo de afectar su zona de influencia directa, si no se lleva a cabo un seguimiento correcto a través de un programa de vigilancia ambiental, además los impactos directos durante todas las etapas del proyecto pueden incurrir en todos los componentes ambientales identificados como, por ejemplo:

Factor	Con el proyecto y sin medida de mitigación.
Aire	<p>Si el proyecto se aprobara y no se aplicarán las medidas de mitigación, se acrecentarían la emisión de bióxido de carbono a la atmosfera y otros contaminantes induciendo efectos adversos.</p> <p>Se incrementará la dispersión de polvos, humos y partículas contaminantes a la atmosfera durante las diferentes etapas del proyecto.</p> <p>Al no contar con un mantenimiento preventivo la maquinaria y equipos, la emisión de ruido rebasaría los límites máximos permisibles que establece la NOM-081-SEMARNAT-1994 afectando probablemente a la poca fauna silvestre que transite en la zona.</p> <p>El escenario esperado hacia el Sistema Ambiental sin la aplicación de las medidas de mitigación seria desfavorable hacia la atmosfera y fauna silvestre; pero no atentarían hacia la flora y suelo. La emisión de ruido al ambiente causará un impacto local y de corta duración, se espera una resiliencia que no será definitiva.</p>
Suelo	<p>Los afectos adversos significativos, sinérgicos y temporales se presentarán por un ineducado manejo de los residuos sólidos urbanos, la falta de medidas de prevención puede ocasionar un impacto por aceites y basura, la mala disposición de estos residuos podría generar focos de infección, mala imagen, y una posible contaminación al manto acuífero del subsuelo por los cambios en los escurrimientos de las aguas pluviales que serán canalizadas hacia zonas o suelo permeables.</p> <p>El escenario esperado del Sistema Ambiental hacia el factor suelo y agua, seria adverso desfavorable con un impacto local y de duración permanente hasta la vida útil del proyecto, se espera una resiliencia que no será definitiva que pudiera poner en riesgo a los factores señalados. Incumplimiento a la NOM-001-SEMARNAT-1996.</p>

Agua	<p>El riesgo que significaría no implementar las medidas de mitigación propuestas o adecuadas propiciará un impacto significativo a la calidad del agua de los mantos acuíferos por los escurrimientos del agua pluvial, además los usos excesivos de agua para las etapas de construcción podrían generar acumulación de la misma y generar efectos nocivos a la salud.</p> <p>Por otra parte dentro la delimitación del Sistema Ambiental existen cuerpos de agua, de no aplicarse las medidas de mitigación para minimizar una contaminación a los cuerpos de agua, se esperaría un escenario negativo hacia este elemento, el proyecto se convertiría en un factor negativo ya que afectaría a los humedales y a ecosistemas asociados desde la zona de influencia y demás sistemas biológicos y físicos de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.</p>
Vegetación	<p>La falta de vigilancia ambiental o medidas de prevención provocaría un impacto no significativo, puntual, permanente y sinérgico, por el retiro de vegetación en áreas fuera de las especificadas por el proyecto, acumulando este material orgánico en predios adjuntos, durante la etapa de preparación del sitio, además las medidas de compensación y de rehabilitación que favorecen a la minimización de impactos generados no se implementarían como el correcto mantenimiento de áreas verdes en la etapa de operación ni la generación de más áreas verdes como programas de reforestación y de protección y conservación, que podrían beneficiar a los habitantes de la localidad.</p> <p>De no aplicarse las medidas preventivas y de mitigación o compensación como la reforestación, no respetar los remanentes de vegetación adyacentes al área del proyecto que funcionan como corredores biológicos para la fauna local, al colocar residuos sólidos derivados de las actividades, mantenimiento de los equipos generarían residuos peligrosos; se esperaría un escenario ambiental más deteriorado al que existe, provocando impactos adversos convirtiéndose el proyecto en un factor negativo hacia el ambiente, es decir los impactos serían perjudiciales hacia al sistema ambiental.</p>
Fauna Silvestre	<p>Este se considera un impacto no significativo y puntual, sin medidas de mitigación se corre el riesgo de que las actividades que se llevan a cabo sobrepasen los límites de las instalaciones que provoquen algún impacto en la zona del sitio y adyacente a este, el mal uso, aprovechamiento o afectación a la vegetación propiciará la disminución en la fauna existente y provocar la presencia de fauna nociva dañando considerablemente las especies que se puedan encontrar en el sitio.</p>

Socioeconómico	<p>La fauna silvestre registrada en el sistema ambiental son especies tolerantes y adaptables a la perturbación ambiental y presentan rangos de distribución amplios, las actividades que se realizan no permiten que se establezcan, por lo que tienen que desplazarse a otros sitios. Sin embargo, la poca vegetación que existe adyacentes al proyecto brindan distintos servicios ambientales como sitios de descanso, alimentación, anidación y alimentación.</p> <p>De autorizarse el proyecto y no generar empleos a la población local cercana, no se creará una derrama económica que contribuya hacia las familias y; en este sentido el proyecto inducirá un impacto negativo no benéfico directo hacia la población local.</p>
-----------------------	--

VII.3.-Pronósticos del Escenario con Medidas de Mitigación.

Factor	Con el proyecto y con medida de mitigación.
Aire	<p>Se pondrá en marcha las medidas preventivas y de mitigación para mantener la calidad del aire/atmosfera y mantener un escenario estable, para lo cual se observará que se cumpla con las NOM- 041-SEMARNAT- 2015 y NOM- 045-SEMARNAT-2006. Se mantendrá las condiciones existentes en el sitio previo al inicio de obras y así al momento de empezar las operaciones del proyecto, las condiciones actuales no serían modificadas de forma significativa por el proyecto.</p> <p>El escenario esperado con las medidas preventivas y de mitigación sería estable, sin cambios desfavorables, el ruido será mínimo, los equipos en general tendrán un manteniendo preventivo con lo que se espera reducir las emisiones de la maquinaria y equipo a utilizar. Las emisiones no perturbaran a la fauna silvestre, ya que no existe en el sitio del proyecto, debido al desplazamiento de fauna silvestre a otros lugares con anterioridad por las actividades turísticas, además de ser un impacto local, poco significativo y de corta duración.</p>

Suelo	<p>Durante la construcción del proyecto y en su etapa de operación no se permitirá que se realice ningún tipo de mantenimiento de la maquinaria y/o equipos para no generar ningún tipo de residuo peligroso que pudiera afectar el suelo; estos tendrán un mantenimiento en los talleres adecuados fuera del área y las contiguas.</p> <p>Con la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación, se reducirán los efectos negativos hacia el suelo y agua; se vigilará que no se realice ningún tipo de mantenimiento en el sitio del proyecto de los equipos incluyendo vehículos.</p> <p>El escenario esperado, no se prevé alteración a este factor ambiental ni contaminación o disminución del nivel por causa del proyecto al suelo y cuerpos de agua presentes en el Sistema Ambiental, tampoco al Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Se cumplirá con lo que establece la NOM-001-SEMARNAT-1996</p>
Agua	<p>La construcción y operación del proyecto causara poco impacto ya que aplicando las medidas de mitigación se evitará la contaminación al manto freático, y se evitara que las aguas residuales producto de la construcción y operación del proyecto lleguen al subsuelo y así pudieren llegar a través de corrientes de agua subterránea a la zona costera o Golfo de México.</p> <p>El único impacto al agua podría darse al manto freático por la poca profundidad que este tienen en el sitio del proyecto, sin embargo, no se afectará, ya que se aplicaran las medidas necesarias para no contaminar el agua de nivel freática; con relación a las aguas residuales de los baños, se instalara un biodigestor en cumplimiento a la NOM-001-SEMARNAT-1996 para su tratamiento adecuado para su buen funcionamiento y cumplimiento con la Norma.</p>
Vegetación	<p>El escenario esperado por la ejecución del proyecto, es mantener las condiciones ambientales que aún persisten, con la aplicación de las medidas de mitigación, se disminuirá cualquier factor negativo hacia los factores físicos y biológicos, manteniendo de esta manera la funcionalidad del subsistema urbano-natural y del Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, cumplir con lo establece el Programa de Manejo y la Normas Oficiales Mexicanas que aplican para el proyecto y que están citadas en la manifestación de impacto ambiental para el presente proyecto .</p> <p>Por la condición que guarda el área y su contorno, los factores ambientales existentes permanecerán, ya que no se contempla ningún desmonte que implique la afectación de la fauna silvestre, por lo que no</p>

Fauna Silvestre	<p>existe especies de flora y fauna que estén bajo un estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, que puedan ser afectada por el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases. Sin embargo, si durante la construcción y operación del proyecto no se aplicaran las medidas de mitigación señaladas en la manifestación, se afectaría negativamente al suelo, agua, aire, y atmosfera principalmente, así como vegetación y fauna adyacente al sitio del proyecto que posee un estado de conservación bueno. Una disposición inadecuada de los residuos sólidos producto de la construcción y desperdicios domésticos afectaría la calidad ambiental y visual por la emisión de malos olores y proliferación de insectos malignos; la descarga de aguas residuales de los baños hacia las aguas subterráneas causaría una contaminación y que en dado momento afectaría a la zona costera.</p> <p>El área donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra dentro de una zona donde se realizan las actividades recreativas; por lo tanto no existe flora y fauna silvestre que pudiera ser afectada, por lo que, no implica derribo de vegetación arbórea o afectación de fauna silvestre, no habrá afectación de especies de flora y fauna silvestre incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; indicadores que reflejan en los atributos biológicos de la condición ambiental de la zona; por ubicarse el proyecto en área en donde no represente un peligro para las especies de flora y fauna silvestre o en peligro de extinción, en el impacto es adverso poco significativo para ambos factores, se espera un escenario sin cambio para estos elementos, se establecerá áreas verdes con vegetación nativa y mantener hábitat para aquellas especies que se han adaptado a la presencia humana y que transitan en la zona. Es necesario implementar un programa de conservación y protección de la flora y fauna en las zonas adyacentes.</p>
Socioeconómico	<p>De autorizarse el proyecto se generaría empleos temporales a la población local cercana en la etapa de construcción, se creará una derrama económica que contribuya socialmente hacia las familias y; en este sentido el proyecto inducirá un impacto positivo, benéfico directo hacia la población local y del municipio de Tulum</p>

VII.4.-Programa de vigilancia ambiental.

Se estará atento a que se ejecuten las medidas de mitigación propuestas se vigilara que estén dando los resultados esperados para minimizar cualquier afectación negativa al medio ambiente; se verificara a diario que se apliquen las medidas de mitigación en las diferentes etapas del proyecto y verificar el cumplimiento que señalan las Normas Oficiales Mexicanas. Se verificará habitualmente que no se realicen ningún tipo de actividad que no estén autorizadas y que los vehículos no tengan ningún tipo de mantenimiento dentro del área no autorizada, y

deberán estar en buenas condiciones para estar adentro de los límites máximos que establecen las Normas Oficiales Mexicanas.

Se verificará diariamente que se recolecte los desechos sólidos y se depositen en tambores para su depósito en el basurero municipal, mientras los no biodegradables como plásticos, vidrios deberán ser recolectados y entregarlos a empresas para su reciclaje. Se supervisará que se instalen los biodigestores para las aguas residuales y cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Con el propósito de que las medidas de mitigación propuesta sean aplicadas y minimizar alguna afectación al ambiente por una incorrecta atención, se deberá apegar al programa de vigilancia, mismo que permita el desarrollo del proyecto bajo la vigilancia de la aplicación de las medidas de mitigación; con el seguimiento continuo permitirá observar su efectividad. Las medidas de mitigación propuesta serán supervisadas y se informara a la autoridad correspondiente, además se le comunicara los trabajadores y operadores que sus unidades deberán tener un mantenimiento correctivo para evitar que la emisión de ruido, polvo y partículas rebasen lo que señalan las Normas Oficiales. Las acciones a seguir son las mencionadas a continuación.

Se vigilará que:

- La maquinaria y equipo cuenten con sistema de mantenimiento periódico
- Se manejen de manera responsable las aguas residuales.
- No realizar reparaciones o cambios de aceite en la zona del proyecto.
- La maquinaria y equipo operen con los escapes cerrados para evitar ruidos que afecten a terceros.
- Los residuos sólidos urbanos se recolecten en contenedores que estén previamente rotulados y que los reciclables se envíen a centros de reutilización y los no reciclables a centros de disposición final.
- Que se coloquen letreros alusivos a la protección de la flora y fauna.
- Que se apoyen a las campañas que las autoridades federales, estatales municipales realicen a favor del medio ambiente.
- Que se mantenga el cuidado de los recursos naturales
- Que se respeten la flora y fauna local
- Que se implemente un programa de conservación y protección de la flora y fauna que contemple, las afectaciones posibles hacia la vegetación de manglar.

VII.5 Conclusiones.

Tomando en cuenta que el sitio del proyecto se encuentra dentro de un Programa de Manejo del Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, y dadas las condiciones actuales del sistema, así como las características de la flora, fauna, usos de suelo en el área y características predominantes del paisaje, el proyecto es considerado como viable.

- 1.- Desde el punto de vista ambiental la ejecución del proyecto no se contrapone al desarrollo actual que se pretende en la zona. El grado de afectación que se producirá se considera intrínseco, mitigable y compensable mediante la implementación adecuada de las medidas descritas en el presente documento y en la normatividad ambiental aplicable. Además, el beneficio que tendrá en la comunidad con la implementación del proyecto será una mejoraría en su calidad de vida, brindándole más oportunidades de empleo.
- 2.- El proyecto se ajustará a las leyes y normas oficiales mexicanas existentes Así mismo, se realizarán todas las medidas de mantenimiento, inspección y vigilancia necesarias para el buen funcionamiento del proyecto.
- 3.- El presente estudio se realizó integrando las mejores técnicas, métodos e información especializada disponibles para lograr una valoración adecuada de los impactos que se producirán sobre los componentes fisicoquímicos, ecológicos y socioeconómicos del sistema.
- 4.- Los impactos que se generarán en todas las etapas del proyecto serán en su mayoría negativos, tanto temporales como permanentes; sin embargo, realizadas las medidas preventivas, mitigatorias y las condicionantes impuestas en este documento, se esperan minimizarlas en aproximadamente un 90%; esto debido a la conservación de áreas verdes y/o jardines, el manejo adecuado de residuos sólidos y residuos peligrosos, programas de conservación y protección de flora y fauna, sistema de tratamiento de aguas residuales y medidas preventivas de riesgo. Por todo esto el proyecto se considera viable.

CAPÍTULO VIII.- IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

Con base al artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Con base a lo anterior, la MIA-R motivo del presente estudio se presenta con base a lo establecido en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.

VIII.2 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre.

- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Diario Oficial de la Federación. 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.
- Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.
- Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx.México>).
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000. “Conservación del Recurso Agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.
- Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. In: Monroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp.

VIII.2.1. Páginas electrónicas consultadas.

- <http://www.conabio.gob.mx>
- <http://www.conanp.gob.mx>
- <http://www.conafor.gob.mx>
- <http://www.inegi.gob.mx>
- <http://www.semarnat.gob.mx>
- https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/