I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en Quintana Roo.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0076/12/16.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el domicilio particular, número de teléfono celular, correo electrónico del Promovente y del Responsable Técnico del Estudio, en páginas 5 y 6.

IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma del titular:** C. Renán Eduardo Sánchez Tajonar, Delegado Federal en Quintana Roo

VI. **Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución 02/2018, en la sesión celebrada el 15 de enero de 2018.

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

I.1. Proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto.

"CASA BEACH II"

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El predio propiedad de la promovente, se encuentra ubicado en el predio rústico originalmente denominado "Paso Juana", ubicado en el Municipio de Cozumel, actualmente Municipio de Tulum, a la altura del Km 13 de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Esta zona se encuentra ubicada en la Unidad de Gestión ambiental TU 1 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (2002).

Por lo que respecta al sitio, este se encuentra en una zona que cuenta con el 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 (2014). De acuerdo a este Programa de manejo, el predio del proyecto se ubica entre la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) Polígono 2, la Subzona de Preservación Xamach (SP4) Polígono 3 y la Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP 2).

El terreno donde se llevará a cabo el proyecto está conformado por las Fracciones Dos E y Dos F del predio rústico antes llamado "Paso Juana y es propiedad de la Sra. Bertha Marcela Lozano Téllez, tal como se establece en la Escritura Pública No. 256 de fecha 20 de mayo del 2013 anexa a este documento (**Anexo 1**)

El proyecto se desarrollará en el predio denominado como Fracción 2E, el cual de acuerdo a la Escritura Pública Número 256, tiene una superficie de 2,180.00 m^2 y las siguientes colindancias:

Tabla 1. Medidas y colindancias del lote denominado Fracción 2E donde se de acuerdo a la Escritura Pública No. 256.

LOTE	SUPERFICIE (m^2)	COLINDANCIAS
Fracción 2E	2,180.00	Al Norte colinda con la Fracción 2F del predio Rústico "Paso Juana".
		Al Sur colinda con la Fracción 2D del predio Rústico "Paso Juana".
		Al Este colinda con Zona Federal Marítimo Terrestre del mar Caribe.
		Al Poniente colinda con la Zona Marítima de la Laguna de Boca Paila.

Las coordenadas UTM del área donde se desarrollará el proyecto (Fracción 2E) son las siguientes:

Tabla 2. Coordenadas UTM, Zona 16N, Datum WGS-84 y coordenadas geográficas del lote Fracción 2E.

Vértice	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
1	450,167.00	2,214,300	20º1'29.39"	87º28'35.26"
2	450,100.00	2,214,290	20º1'29.06"	87º28'37.57"
3	450,064.21	2,214,284	20º1'29.3"	87º28'38.8"
4	450,063.00	2,214,305	20º1'28.02"	87º28'38.84"
5	450,100.00	2,214,310	20º1'29.71"	87ª28'37.57"
6	450,168.00	2,214,320	20ª1'30.04	87º28'35.23"

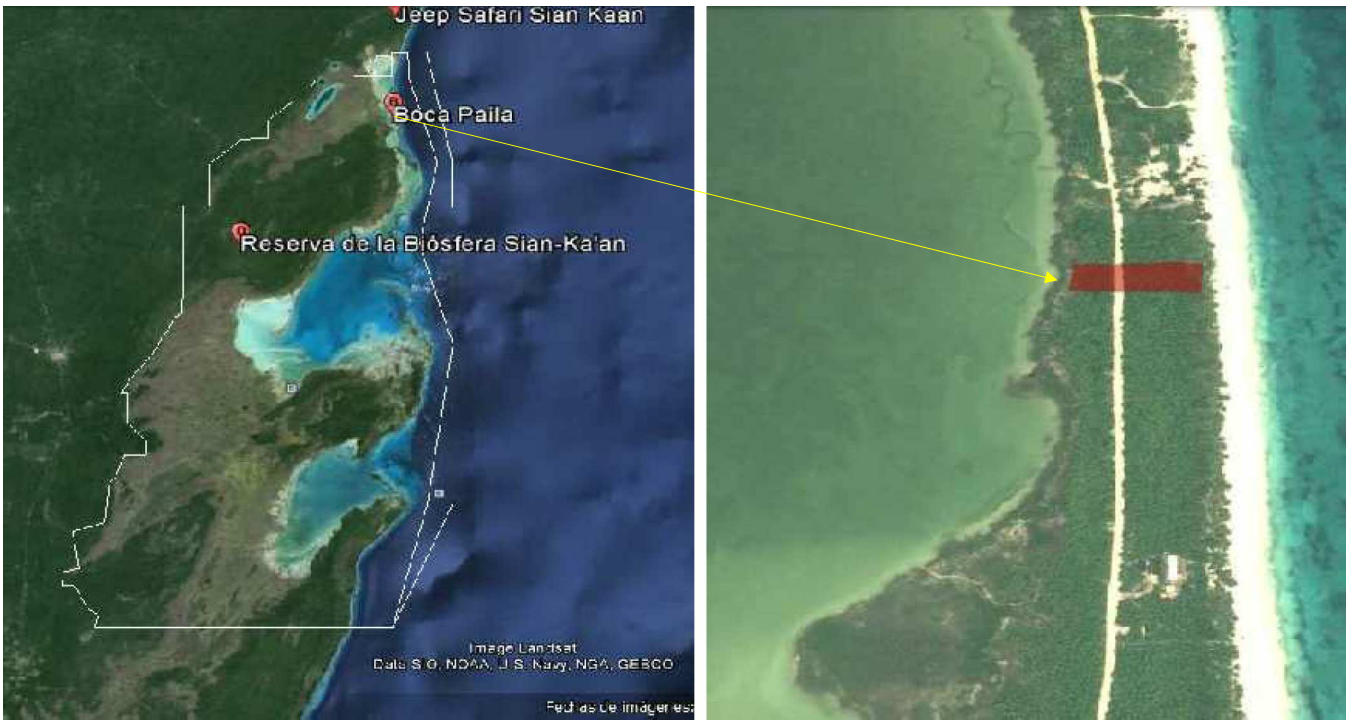


Figura 1. Localización del predio del proyecto "**Casa Beach II**" dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. En la imagen de la derecha, el polígono rojo representa al predio del proyecto. *Fuente:* Imagen aérea tomada de la versión gratuita del Google Earth 2016.

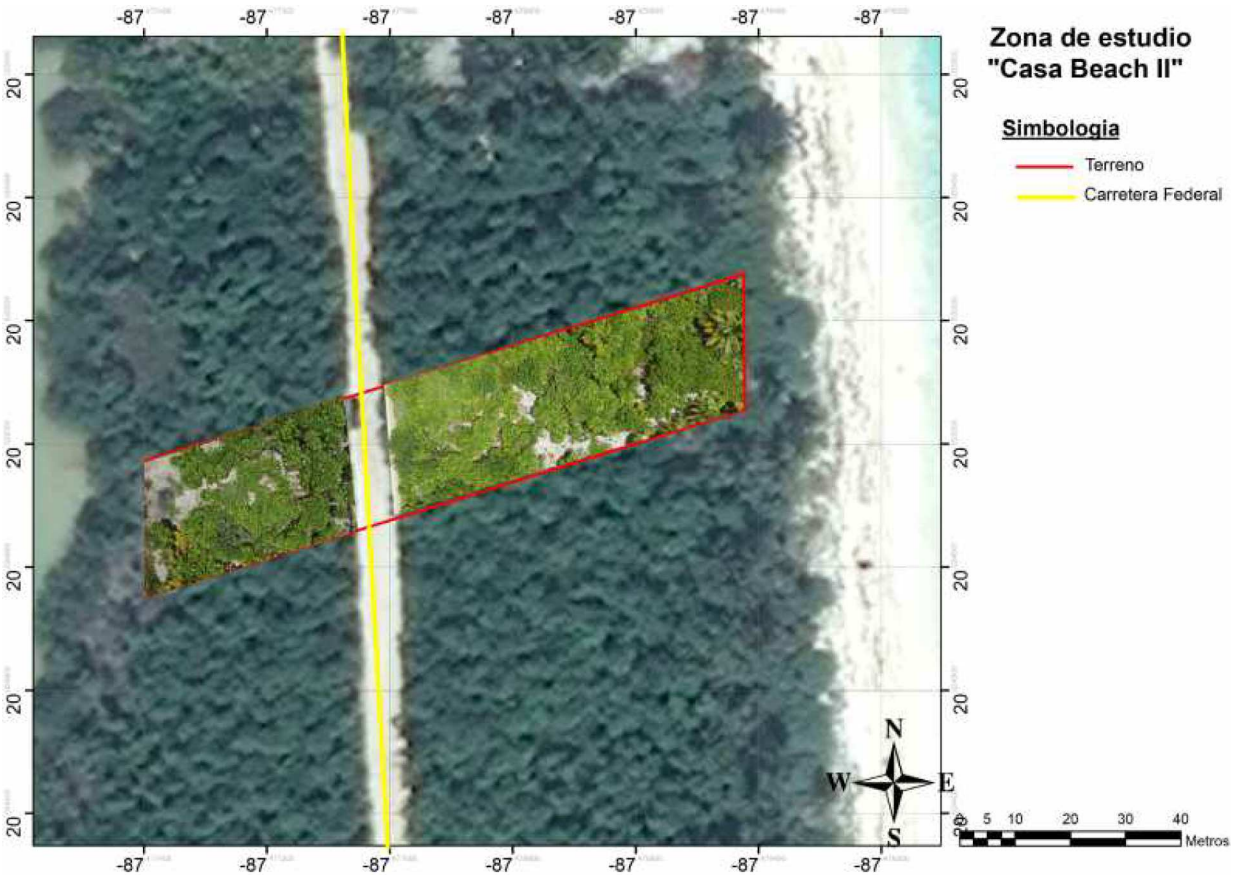


Figura 2. Vista área del predio del proyecto, obtenida de la versión gratuita de Google Earth 2016.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.

El tiempo de vida útil de la casa se estima en un periodo de 50 años o más, de acuerdo al mantenimiento que a esta se le realice.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

Al presente estudio se anexa el Acta Número 256 pasada ante la Fe del Notario Público José Enrique Gutiérrez López, titular de la Notaria Pública No. 87, de la Ciudad de Puerto Progreso Yucatán, de fecha 20 de mayo de 2013, donde el Sr. Eduardo Seijo Gutiérrez y la Sra. Carmen Zita Solís Robleda, formalizan un contrato de compraventa a favor de la Sra. Bertha Marcela Lozano Téllez de los predios Fracciones Dos E y Dos F del predio rústico antes llamado "Paso Juana", ubicado en el Municipio de Cozumel, ahora Municipio de Tulum, Quintana Roo (**Anexo 1:** Escritura de propiedad del predio).

I.2. Promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

Sra. Bertha Marcela Lozano Téllez.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

RFC: [redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal (anexar copia certificada del poder respectivo en su caso).

No aplica

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

Calle y número: [redacted]
Colonia, barrio: [redacted]
Entidad federativa: [redacted]
Municipio o delegación. [redacted]

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

I.3.1 Nombre o razón social.

Dra. Flor Marina Cruz Abrego

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

RFC: [redacted]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

Dra. Flor Marina Cruz Abrego

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.

[redacted] Teléfono [redacted] Correo electrónico: [redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información general del proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

- **Sector:** Turismo.
- **Subsector:** Habitacional Turístico.
- **Tipo de proyecto:** Casa Habitación Unifamiliar.

a) Descripción del proyecto.

El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar para ser ocupada por la familia durante la temporada de vacaciones. Se trata de una actividad nueva que de acuerdo a su ubicación en la zona costera y por ubicarse dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, requiere de autorización de competencia federal, en materia de impacto ambiental para la realización del proyecto.

El desarrollo atiende a la demanda de infraestructura con un alto sentido de preservación de los recursos naturales del lugar, acorde con el entorno ecológico. Es un diseño ambientalmente viable, proyectado para su realización en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, con base en las viviendas modernas de la región y acorde con la filosofía ecológica que ofrece al propietario, bajo el contexto de los preceptos ambientales establecidos.

En el diseño se aplican varias ecotecnias a fin de minimizar los impactos ambientales negativos y a la vez propiciar ahorros energéticos. Este tipo de construcción permitirá que la vegetación se mantenga prácticamente inalterada una vez que se haya finalizado la realización del proyecto, conservando los elementos de la flora característica de este sitio. El acceso a la casa desde el camino de terracería que conduce a Boca Paila será a través de una vereda entre la vegetación.

A continuación, se describen brevemente cada una de las ecotecnías que serán utilizadas en el proyecto de casa habitación.

b) **Descripción de las ecotecnías utilizadas en el proyecto.**

- **Sistema de generación de energía mediante celdas solares.** El sistema de energía renovable se considera como la única fuente de generación ya que la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) no podrá ser extendida hasta la propiedad. Se contará con paneles solares de 1 x 25 m en la azotea de la casa; los cuales contarán con tubería de cobre para calentar el agua de las regaderas.

- **Sistema de tratamiento de aguas residuales.** Las aguas residuales que se generarán durante la operación de la casa, corresponde a aguas grises, jabonosas y negras, las cuales se generarán en baños y cocina. Para su tratamiento se instalará una fosa séptica unida a un humedal artificial.

- **Sistema de captación de agua de lluvia.** El agua de lluvia será almacenada en una cisterna diseñada para la captación de aguas pluviales.

II.1.2. Selección del sitio.

El promovente adquirió el predio específicamente para desarrollar la casa habitación, ya que éste tiene asignado un uso de suelo permitido con los ordenamientos establecidos. Asimismo, los criterios técnicos constructivos del proyecto se ajustan a los instrumentos normativos y de planeación ambiental que permiten la construcción de una casa habitación de descanso y recreación familiar dentro de un área natural protegida.

A continuación, se citan algunos de los criterios tomados en cuenta para la selección del sitio para el desarrollo del proyecto:

a) La promovente adquiere el predio en la zona costera de la Reserva de Sian Ka'an, con uso predominante de turismo de bajo impacto, con la finalidad de construir una casa habitación de descanso y uso temporal de la familia.

b) El predio se encuentra inmerso dentro de la Reserva de Sian Ka'an donde de acuerdo a su uso predominante determinado en el OET de Sian Ka'an, así como en su Programa de Manejo es factible el desarrollo del proyecto.

c) Hasta el momento no se ha dado ningún uso al predio por lo que aun presenta vegetación natural característica de la zona costera, donde las especies predominantes del entorno son las palmas.

d) Los predios son colindantes con la Zona Federal Marítimo Terrestre y el Mar Caribe, así como a la Zona Federal de la Laguna Boca Paila, lo que los hace muy atractivos para construir una casa de veraneo.

e) El sitio de desplante del proyecto se realizará en la porción del predio ubicada entre el camino Tulum-Boca Paila y la Zona Federal Marítimo Terrestre. Para llegar a este camino es necesario tomar desde la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, la desviación hacia Boca Paila, ubicada en el poblado de Tulum, por lo que es factible adquirir materiales de cualquier tipo en el Municipio de Tulum.

f) De acuerdo al área de desplante propuesta para la construcción de la casa, se permitirá que el predio conserve la mayor cantidad de vegetación existente, lo cual, a su vez, permitirá la separación de la propiedad de la promovente con aquellas que se construyan en sus colindancias.

g) El terreno aún presenta ejemplares característicos de selva baja, así como de vegetación halófita costera por lo cual se implementará como medida de mitigación, el rescate de la vegetación en los sitios de desplante del proyecto y dichos ejemplares se incorporarán nuevamente al predio.

h) El uso de Ecotecnias como celdas solares para la generación de energía eléctrica necesaria para el alumbrado dentro de la casa; la instalación de un humedal artificial para el tratamiento de las aguas negras, así como un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen durante la operación del proyecto, aseguran la sustentabilidad del proyecto dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

i) Considerando las condiciones antes descritas para el predio del proyecto; que el mismo es propiedad de la promovente; que este está regulado por las políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y que además cuenta con un Programa de Manejo del

Complejo Sian Ka'an, son criterios que se consideraron factibles para la realización del proyecto.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El predio del proyecto se ubicada en el lote 2E del camino Tulum – Boca Paila, en el predio rústico originalmente denominado "Paso Juana", ubicado en el Municipio de Cozumel, actualmente Municipio de Tulum, a la altura del Km 13 de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Esta zona se encuentra ubicada en la Unidad de Gestión ambiental TU 1 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (2002).

Las medidas y colindancias del predio del proyecto de acuerdo al levantamiento topográfico, se pueden observar en la *Tabla 1, página 2, Capítulo I* de este estudio.

Las coordenadas que delimitan al predio se pueden observar en la *Tabla 2, página 2, C*apítulo I de este Estudio.

En las siguientes imágenes se pueden observar el mapa de ubicación del área del proyecto (Figura 3), el plano topográfico del predio (Figura 4) y el plano de conjunto del proyecto "Casa Beach II" (Figura 5).

Tabla 3. Tabla de superficies y colindancias del predio 2E.

LOTE	SUPERFICIE (m^2)	COLINDANCIAS
Fracción 2 "E"	2,180.00	Al norte 109 con la Fracción 2 F
		Al sur 109 m con la Fracción 2 D
		Al este 20 m con Zona Federal Marítimo Terrestre del Mar Caribe
		Al oeste 20 m con Zona Federal de la Laguna de Boca Paila.

Figura 3. Mapa de la ubicación del predio en la Península de Yucatán y en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Figura 4. Sobreposición del plano topográfico del predio del proyecto en una imagen aérea obtenida de la versión gratuita del Google Earth 2016.

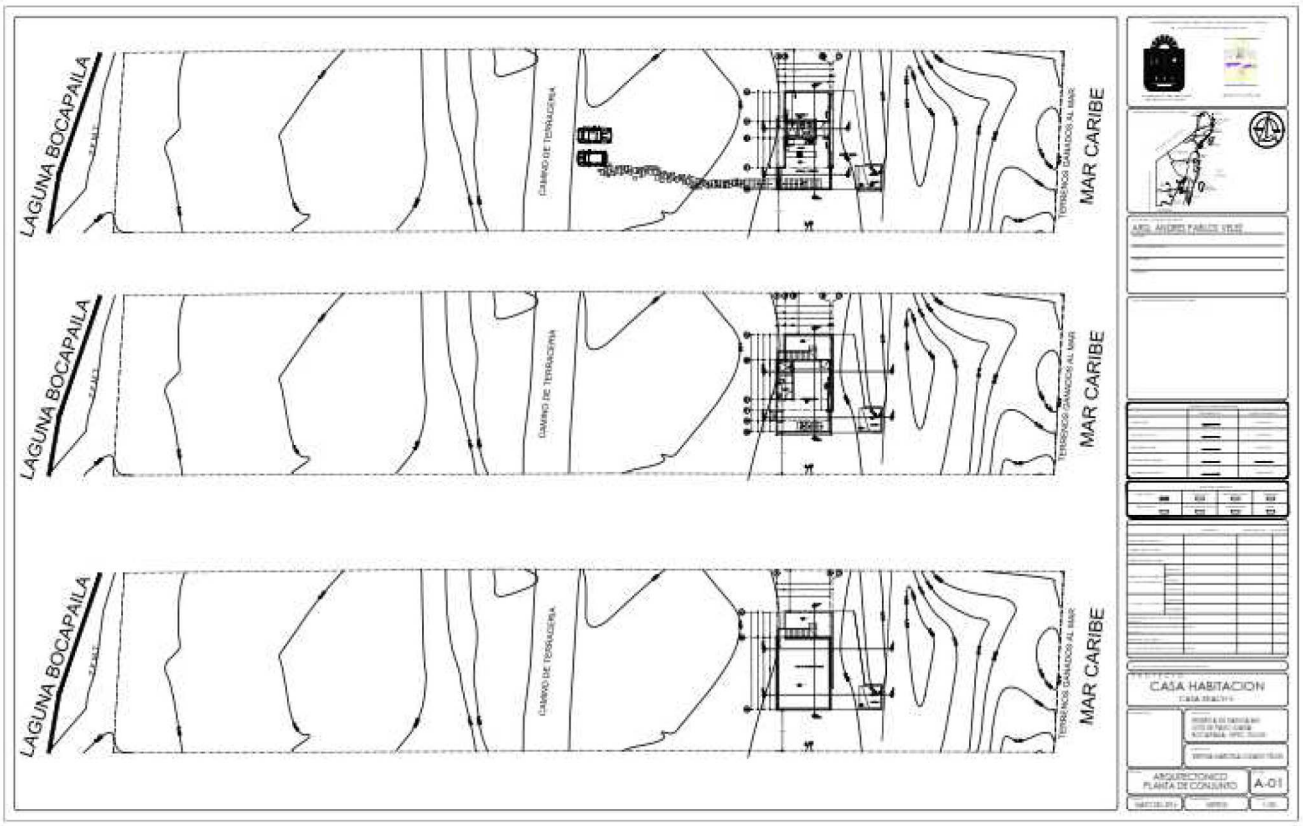


Figura 5. Plano de conjunto de proyecto "Casa Beach II", lote 2E.

II.1.4 Inversión requerida.

La inversión programada para la construcción y operación del proyecto es de $1'500'000.00 dentro del cual se considera la implementación de ecotecnías y el presupuesto para la aplicación de medidas de prevención y mitigación en caso de ocurrir alguna incidencia ambiental.

Las medidas de prevención y mitigación consideradas en el desarrollo del proyecto son: la supervisión ambiental de las obras durante las etapas de preparación del sitio y construcción, rescate de vegetación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos durante la construcción. Así también se considera el manejo de combustibles durante la etapa de construcción y la implementación de ecotecnias para la obtención de energía, entre otras.

Debido a que el proyecto será implementado para uso personal no se estima el tiempo de recuperación de la inversión.

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

a) Superficie total del predio.

De acuerdo con las Escrituras de la propiedad del predio, la superficie total del área donde se pretende desarrollar el proyecto **"Casa Beach II"**, lote 2E es de 2,180.00 m^2.

b) Características generales del proyecto.

El proyecto **"Casa Beach II"** consiste en la construcción de una casa habitación de uso particular distribuida en dos niveles: la planta baja contará con estancia, comedor, cocina y sanitario; mientras que el segundo nivel contará con 2 recámaras y 2 baños; además se contará con una alberca y cuarto de máquinas.

La superficie de construcción de la casa en planta baja será de **70 m^2** y de **67 m^2** en planta alta, dando una superficie total de construcción de **137 m^2.**

La superficie necesaria para la construcción de la piscina y sus andadores será de **13 m^2** de los cuales, **6 m^2** corresponde a la alberca y **7 m^2** a los andadores.

Mientras que para las obras de apoyo se necesita una superficie de 22.13 m^2, la cual incluye el estacionamiento abierto para 2 automóviles (12 m^2) y un humedal artificial (6 m^2) como parte del sistema de tratamiento de aguas residuales. Se contempla una altura de 7 m a nivel de azoteas.

Como parte de las instalaciones de servicio al proyecto se habilitará una zona como estacionamiento junto al camino de terracería que comunica a la Reserva de Sian Ka'an.

Tabla 4. Cuadro de construcción del proyecto "Casa Beach II".

Descripción de áreas	Superficie de desplante	Superficie Semisotano (m^2)	Superficie total planta alta (m^2)	Total
SEMISOTANO +- 0.00m				
Cisterna de agua pluvial		19.00		
Cisterna de agua potable		15.64		
Cuarto de máquinas		16.00		
Colector de aguas residuales		12.36		
Total semisotano		**63.00**		**63.00**
PLANTA BAJA +1.70 m				
Recámara 1	18.31			
Estancia y comedor	24.34			
Cocina	11.50			
Baño 1	9.85			
Alberca	6.00			
Total planta baja	**70.00**			**70.00**
PLANTA ALTA +4.60 m				
Baño 2			9.15	
Recámara principal			43.65	
Balcón y escalera exterior			14.20	
Total Planta Alta			**67.00**	**67.00**
OBRAS DE APOYO				
Estacionamiento		12.00		
Biodigestor		1.13		
Biofiltro		3.00		
Humedal		6.00		
Total obras de apoyo		**22.13**		
SUPERFICIE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN	**70.00**	**22.13**		**200.00**

También se contará con una cisterna de aguas pluviales (19.00 m^2), cisterna de agua potable (15.64 m^2), un cuarto de máquinas (16.00 m^2) y un colector de aguas residuales (12.36) dando un total de **63.00 m^2.**

Superficie (en m^2) para obras permanentes.

La superficie de desplante de obra techada de la casa contemplada para el desarrollo del proyecto es de **70 m^2**, mientras que la superficie de desplante de obra no techada (estacionamiento, biodigestor, biofiltro, humedal artificial y andadores) será de 29.13 m^2, por lo tanto, el área de terreno que se aprovechará en la construcción y operación del proyecto comprende una superficie total de **99.13 m^2**, lo cual equivale al **4.54 %** del total de la superficie del predio (2,180.00 m^2). En cuanto a la superficie de construcción total de obra techada, esta será de **137 m^2**.

Se tiene contemplada una superficie de **95.46** % destinada a conservación, respecto al total de la superficie del predio.

Se dispondrá de una superficie adicional para maniobras de construcción, sin embargo, esta superficie se reducirá al mínimo necesario y por ningún punto se excederá la superficie adicional de 10 m que establece el Programa de Ordenamiento Territorial de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Tabla 5. Distribución de la superficie para obras de apoyo (m^2)

OBRAS NO TECHADAS	SUPERFICIE (m^2)
Estacionamiento	12.00
Vialidades	7.00
Humedal artificial	10.13
TOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS	**29.13**

La construcción de la casa se llevará a cabo en la parte central del predio, conservando una distancia de poco más de 20 metros a partir del límite del lote con la zona federal; tendrá vista al mar y las áreas de apoyo se ubicarán en el lado oeste del lote, cercanas a la calle de acceso del mismo.

El diseño de la casa será de tipo moderno e integrará los elementos naturales de la vegetación del entorno de la casa, favoreciendo la filosofía de conservación de la

Reserva, acordes con los lineamientos que se plantean en el Plan de Manejo de la Reserva y en el Ordenamiento Ecológico de la zona. Este proyecto formará parte de la infraestructura turística existente en la Reserva, por lo que en la construcción de la casa se integrará la vegetación existente en el predio.

Debido al sitio de ubicación del predio (frente al Mar Caribe), la construcción de la casa será de materiales pétreos como block y concreto, lo cual favorecerá su conservación en caso de un huracán.

La casa será un sitio de descanso para la familia de la promovente y se mantendrá en buen estado a través del personal que se contrate para realizar las labores de mantenimiento correspondientes.

El agua de lluvia será almacenada en una cisterna diseñada para la captación de aguas pluviales. Para calentar el agua de las regaderas, se contará con paneles solares de 1x2.5 m con tubería de cobre; para el caso de la estufa, se contará con un tanque de gas L.P. de 30 litros de capacidad.

c) Superficie de vegetación en el predio y su porcentaje.

El predio se ubica al Este entre el ecosistema de duna costera y al Oeste por la franja de manglar mixto ubicado en la porción costera de la laguna de Boca Paila. Este predio está interrumpido por el camino de terracería que comunica al poblado de Tulum con el poblado de Punta Allen. El tipo de vegetación más extenso dentro del predio, corresponde a una selva baja perennifolia dominada por la palma Chit *Thrinax radiata* con elementos de *Metopium browneii*. Esta distribución de especies es muy similar a la existente en los predios contiguos.

En la porción Este del predio, donde se desarrollará la casa habitación, se identificaron únicamente a seis especies del estrato arbóreo. En el estrato arbustivo se registraron algunas plántulas de las especies arbóreas que se reportan. Las especies presentes en el predio, son las palmas *Thrinax radiata* y *Coccos nucifera*, así como a las especies *Metopium brownei, Coccoloba uvifera* y *Crysobalanus icacus*.

Con base en los recorridos en el predio, así como a las fotografías aéreas del mismo, se determinaron las superficies ocupadas por cada uno de los tipos de

vegetación presente, así como las áreas carentes de vegetación existentes en el predio (Tabla 6, Figura 6).

Este análisis se efectuó también en la porción del predio ubicado al Oeste del camino de terracería y que colinda con la Laguna de Boca Paila, donde se registró la misma asociación y presencia de especies que la obtenida en el resto del predio.

A continuación, se muestra la tabla de superficies de ocupación por tipo de vegetación dentro del predio.

Tabla 6. Superficie del predio ocupada por cada tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	m^2	Hectáreas	%
Porción Este colindante con el Mar Caribe			
Selva baja perenifolia	1193.94	1.193	54.76
Sin vegetación	118.86	0.118	5.45
Camino de terracería	121.2	0.121	**5.55**
Sub Total	**1,434**	**1.434**	**65.77**
Porción Oeste del camino colindante con la Laguna de Boca Paila			
Selva baja perennifolia	681.86	0.681	31.27
Sin vegetación	64.14	0.0.64	2.94
Sub Total	**746**	**0.746**	**34.22**
Total	**2,180.00**	**2.18**	**100**

En la figura 6 se muestran las zonas desprovistas de vegetación presentes en el predio, se aprecia la afectación de ciertas zonas en ambas porciones del predio, lo que se refleja en la Tabla 6 como "sin vegetación".

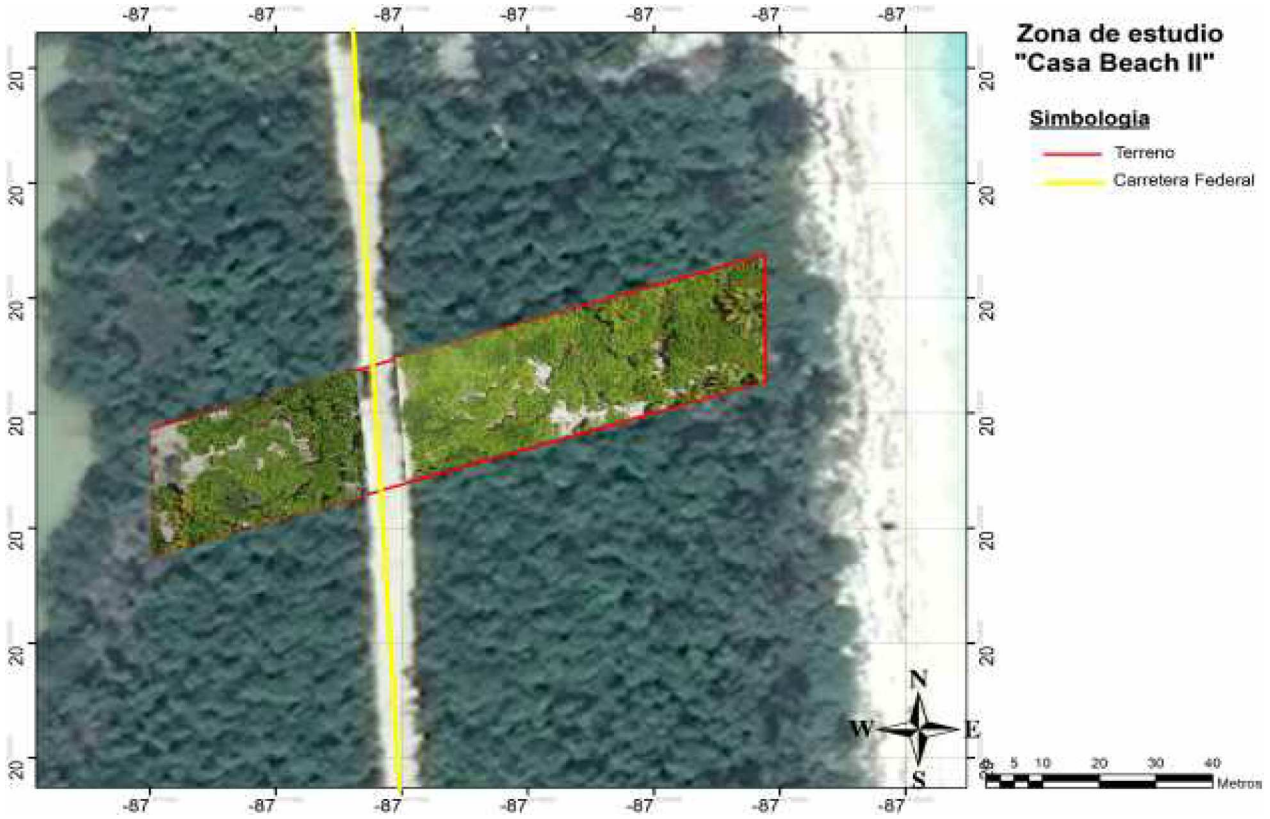


Figura 6. Mapa de vegetación de la porción Este del predio donde se pretende desarrollar el proyecto "Casa Beach II".

En la imagen siguiente se presenta la caracterización de la flora del sitio, cotejada con recorridos en el predio.

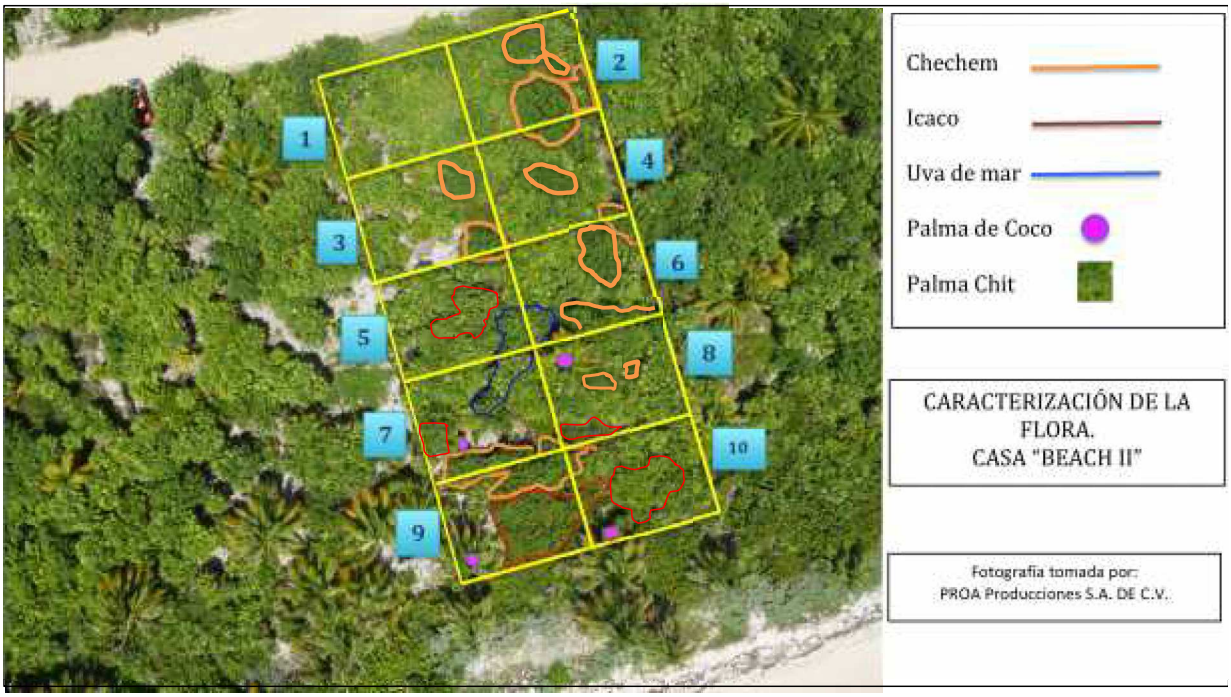


Figura 7. Mapa de vegetación de la porción Este del predio donde se pretende desarrollar el proyecto "Casa Beach II".

Al concluirse la construcción de la casa, esta quedará rodeada por la vegetación del predio, la cual está compuesta en particular de la palma chit *Thrinax radiata*, especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Amenazada, además de la palma de coco *Cocos nucifera*.

La otra porción del predio, colindante con la Laguna Boca Paila está conformada por un chital donde la especie dominante es la palma Chit *Thrinax radiata*. Colindante con el predio, se reconoció una porción de mangle mixto, compuesto por *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Rhizophora mangle*, (mangle rojo), ambas especies citadas también dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, también bajo la categoría de Amenazada, sin embargo, esta franja de manglar se encuentra fuera del predio, además que, en esta porción, no se realizarán obras.

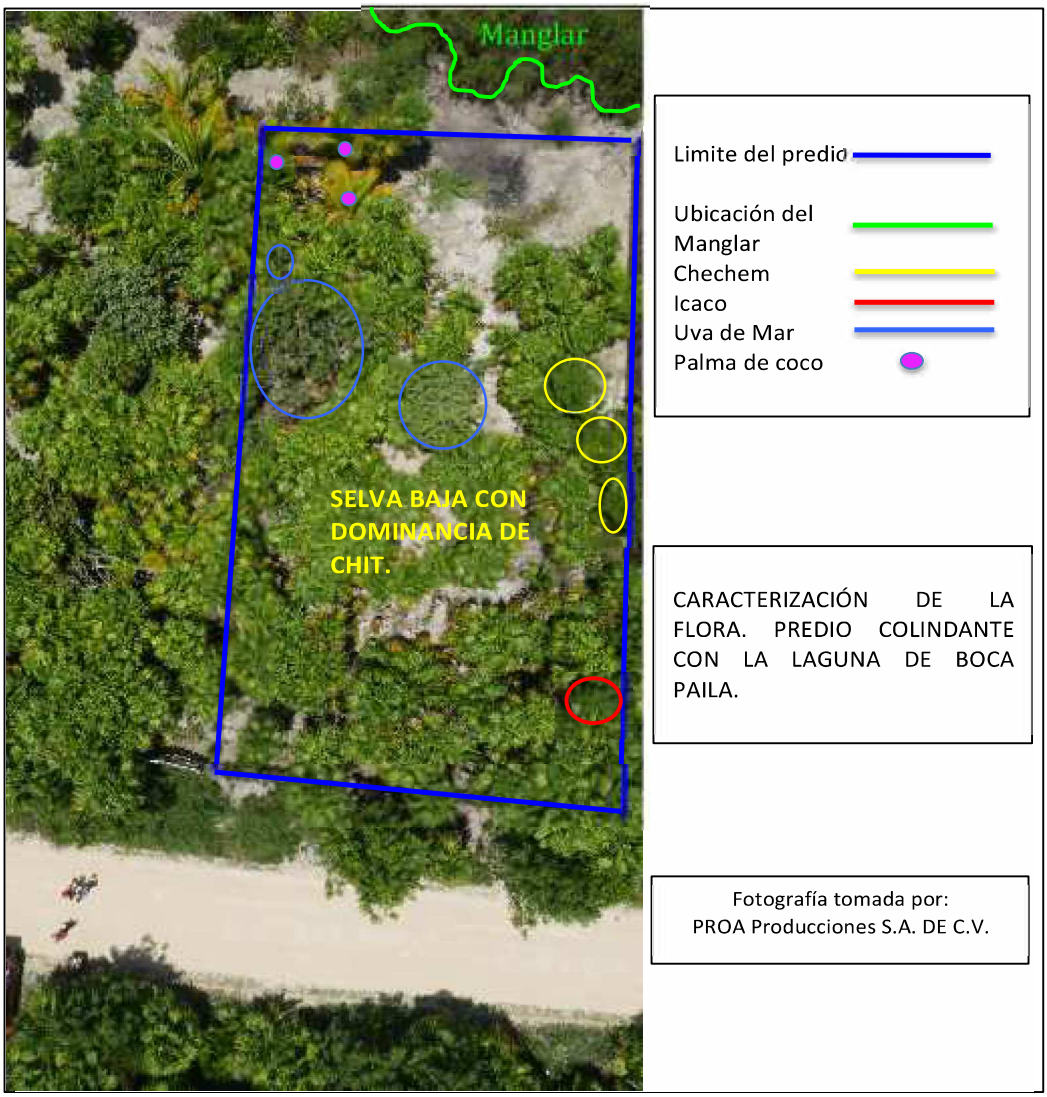


Figura 8. Distribución de la vegetación en la porción Oeste del predio, colindante con la laguna Boca Paila.

En el predio conocido como **"Casa Beach II"** lote 2E se registró sólo una especie de vegetación que se encuentran enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF – 06 de marzo de 2002): palma chit (*T. radiata*).

La palma *T. radiata* se encuentra bajo la categoría de amenazada no endémica, debido al inadecuado aprovechamiento al que se le sometió en el pasado, que provocó que sus poblaciones disminuyeran de forma importante (CICY-PNUD-FMAM-CONABIO 2004, Pulido y Serralta 1993).

En las colindancias del predio donde se pretende desarrollar el proyecto **"Casa Beach II"**, se encuentran dos especies de mangle: *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*; ambas especies catalogadas bajo el estatus de protección especial, no endémicas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, el desarrollo del proyecto no afectará a estas especies.

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El predio propiedad de la promovente, actualmente no tiene ningún uso, se mantiene en breña; sin embargo, carece de vegetación en su parte central, sólo formado por algunas palmas de coco. El predio, al igual que los otros que se encuentran en la zona, se han visto impactados por la construcción del camino Tulum-Boca Paila. De acuerdo con el OET de la Zona Costera de la Reserva de Sian Ka'an, el uso predominante de esta zona es de Turismo de bajo impacto, con una política de conservación.

A lo largo del camino hacia Boca Paila se encuentra una gran variedad de casas habitación de características similares a la que se solicita. Por lo que se refiere a los usos de los cuerpos de agua, tanto la Laguna de Boca Paila como el Mar Caribe se conservan en su estado natural.

En caso de que para la realización del proyecto se requiera el cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como de selvas o de zonas áridas, de conformidad con el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y los artículos 5° inciso O, y artículo 14 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se recomienda manifestarlo en este apartado.

De acuerdo con la caracterización de la flora existente en el predio, es factible determinar que las especies maderables del predio se restringen a la especie *Metopium brownei*, *Chrysobalanus icaco y Coccoloba uvífera,* el número de ejemplares de estas especies en reducido por lo que se solicita no efectuar el estudio de cambio de uso de suelo.

Sin embargo, en caso de que esa autoridad lo requiera, se realizara el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

a) Servicios básicos.

Los predios al estar en una Reserva de la Biosfera, no cuentan con ningún tipo de urbanización, se mantienen como zona rústica.

Vías de acceso: El acceso al proyecto se realizará por medio del camino rural existente dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, que comunica al poblado de Tulum con el de Javier Rojo Gómez, en la zona conocida como Punta Allen, así como a los habitantes de las casas habitación que existen a lo largo de este camino, el cual es de terracería y tiene aproximadamente cuatro metros de ancho.

En caso de que el camino no se encuentre en buen estado, en especial durante la época de lluvias, el acceso al predio también podrá realizarse a través del camino de terracería que parte de la carretera federal a Chetumal, a la altura del poblado de Muyil hasta llegar a "El Playón", desde donde embarcaciones pequeñas atraviesan la laguna de Boca Paila para llegar a Punta Allen, a partir de donde se podrán trasladar por tierra o mar al predio. Una última alternativa de acceso al proyecto será por mar desde Tulum hasta Punta Allen, desde donde se trasladarán por tierra hasta el predio.

Electricidad: El alumbrado eléctrico no existe en la zona, por lo que cada desarrollo debe proveerse de este energético a través del uso de Ecotecnias como uso de celdas solares.

Para las ***etapas de preparación y construcción*** de la obra, se dispondrá de una planta portátil de generación de energía, la cual funciona a base de combustible diésel.

El suministro de la energía eléctrica durante la ***etapa de operación***, será mediante un sistema de captación de energía solar a través de celdas fotovoltaicas. Los

paneles solares de este sistema serán de 1x2.5 m de fotoceldas de silicio con capacidad de generar 2.5 kw y estarán instalados en el techo de la casa.

Agua: Durante la etapa de preparación del sitio y de la construcción, el agua será transportada en pipas desde el pueblo de Tulum para abastecer a la obra. Durante la etapa de preparación del sitio el agua se almacenará en tinacos de plástico, mientras que, para la etapa de construcción, se construirá una cisterna de 15.64 m^2, la cual continuará dando servicio durante la etapa de operación. Esta cisterna se ubicará como parte de la casa. El drenaje pluvial será canalizado mediante tubería de PVC de 4", hacia la cisterna de almacenamiento para uso doméstico.

Combustible: Para calentar el agua de los baños, también se tiene contemplado hacer uso del sistema de celdas fotovoltaicas.

Para la cocina se utilizará gas butano, mismo que estará contenido en un tanque de 30 litros. Se utilizará el servicio de una compañía de gas de la zona para el suministro de este combustible.

b) Servicios de apoyo requeridos.

Sanitarios: Para dar servicio durante las primeras etapas de construcción, se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, posteriormente se usará un baño con fosa séptica prefabricada y las aguas residuales se canalizarán hacia el humedal artificial que para entonces ya estará construido.

Bodega: Se requerirá de una bodega provisional de obra, la cual será construida a base de una estructura de madera y láminas de cartón y será destinada al almacenamiento de herramienta y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo (cemento, cal, etc.). La ubicación de la bodega está estratégicamente diseñada para utilizar una superficie que posteriormente será parte del estacionamiento proyectado, y así no aumentar la superficie de desplante. Una vez terminada la obra civil, se retirará la bodega y se harán los arreglos finales al estacionamiento.

Servicio de limpia: No se cuenta con servicio de limpia municipal, por lo que los dueños de los predios los acopian temporalmente en sitios determinados dentro del

predio y posteriormente los retiran fuera de la reserva hacia el basurero municipal de la Ciudad de Tulum.

Seguridad Pública: La seguridad de la zona está restringida a los guardabosques de la reserva y a los elementos que se encuentran a la entrada de la reserva. Así también, se cuenta con vigilancia y presencia de militares que vigilan que no se alteren las acondiciones de la reserva. Otros elementos que frecuentan la reserva son inspectores de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Humedal artificial: El proyecto contará con un humedal artificial, mismo que estará funcionando antes de la operación de la casa. Dicho humedal contará con una superficie de 10.13 m^2 y se ubicará en la parte oeste del lote. El humedal artificial será de mampostería abundante en plantas de alta absorción; la fosa séptica será de concreto monolítico dividida en tres secciones, un sistema de filtrado por sedimentación natural y gravedad y contará con una cisterna de agua reciclada para su uso en jardinería en temporada de estiaje.

Otros servicios: En caso de algún incendio, se cuenta con la estación de bomberos de la Ciudad de Tulum. Para acceder a la reserva es necesario realizarlo a través del uso de taxis, viajes pagados o en carros particulares.

II.2 Características particulares del proyecto.

El proyecto se divide en las siguientes áreas:

Área de estacionamiento. Se proyectó un área (12 m^2) de terracería suficiente para dos automóviles sin cajones definidos, ubicados en la porción SO del predio donde la vegetación es escaza. El acceso se realizará por un sólo punto de manera que la vegetación del borde del terreno permanezca. Esto con el objetivo de no crear una superficie árida, sino robusta en vegetación nativa.

Camino de acceso. Este camino será nivelado y compactado con sascab para no desentonar con las características del entorno, y comunicará el camino a Boca Paila con la casa, la superficie del mismo será de 7 m^2 (Ver planta de conjunto).

Casa habitación. La casa se construirá en dos niveles, en la planta baja se contará con una estancia/comedor, cocina y baño y una recámara; mientras que la parte

superior contará con la recámara principal y un baño, todo ello en una superficie de desplante de 133 m^2. La casa contará con un nivel inferior (semi-sotano) donde se ubicará la cisterna para aguas pluviales (19.00 m^2), la cisterna de agua potable (15.64 m^2) y el cuarto de máquinas (16.00 m^2) de la casa. Estará ubicada en la zona central del predio de tal manera que se aprovechen las superficies desprovistas de vegetación, considerando 20 m detrás del límite Este del predio, colindante con la duna costera.

En toda la superficie del techo de la casa, se instalarán paneles solares de 1 x 2.5 m de fotoceldas de silicio con capacidad promedio de generar 2.5 Kw de energía, suficiente para que proporcionarán la energía eléctrica a la casa.

Para el control de los energéticos, se construirá un cuarto de máquinas y para el manejo de las aguas residuales se instalará una fosa séptica prefabricada cuyas aguas residuales se canalizarán hacia un humedal artificial.

En la zona de acceso a la casa se contará con un estacionamiento para dos autos y una zona para acopio temporal de residuos sólidos.

El proceso constructivo se realizará con sistemas mixtos, el primero es a base de estructura de concreto, considerando columnas, trabes y losas. El segundo será con muros de carga de block de concreto, cemento-arena y resistencia a la compresión de 40 kg/cm^2, castillos armados, dalas de desplante, cerramiento, trabes y losas. El agua para la construcción, será obtenida a través de pipas que provendrán del poblado de Tulum. Por lo que se refiere a la electricidad para el proyecto, será proporcionado por la implementación de un sistema a base de paneles solares.

Alberca. La alberca será construida en el lado este de la casa, con vista al mar, y ocupará una superficie de 6 m^2.

Tratamiento de aguas residuales. La casa estará conectada a un sistema de tratamiento de aguas residuales ecológico, para lo cual se diseñará un humedal artificial de mampostería abundante en plantas de alta absorción y contará con una fosa séptica de concreto monolítico dividida en tres secciones, un sistema de filtrado por sedimentación natural y gravedad y con una cisterna de agua reciclada para su uso en jardinería en temporada de estiaje. La base de este tratamiento consiste en procesos de descomposición de los elementos nitrogenados a moléculas

más simples. Las aguas resultantes de este tipo de tratamiento serán utilizadas en el riego de la vegetación del proyecto.

II.2.1 Programa general de trabajo.

El proyecto se desarrollará en tres etapas; siendo éstas: la Etapa de Preparación del sitio previo a la construcción, la Etapa de Construcción y la Etapa de Operación y Mantenimiento. Una vez que se obtengan los permisos correspondientes se iniciarán las etapas de preparación y construcción, respetando el Programa general de trabajo del proyecto **"Casa Beach II"**, Lote 2E, incluido en la sección de anexos. En este programa general se muestran las actividades que se realizaran para el desarrollo de la casa.

II.2.2 Preparación del sitio.

Previo a la presentación de este estudio se efectuó un reconocimiento de campo en el cual participaron arquitectos, ingenieros y biólogos, con el objetivo de ubicar el proyecto en los sitios más adecuados de acuerdo a la presencia de vegetación. Este análisis permitió establecer la vegetación existente en el predio y determinar las plantas que serán objeto de rescate. Se aplicará el rescate de aquellas plantas que sean susceptible de ser rescatadas, por su tamaño y condición. Se considera el trasplante de estas plantas directamente a la porción del predio colindante con la Laguna Boca Paila que tiene amplias zonas desprovistas de vegetación, esto para favorecer su permanencia en el sitio. En el caso de requerir plantas de rescate para el diseño de la casa, se mantendrán embolsadas con tierra con los cuidados correspondientes.

Para la construcción del proyecto, se limpiará el terreno a mano en su mayor parte, rescatando la vegetación nativa para su posterior integración en las áreas desprovistas de vegetación del predio.

Durante esta etapa se realizó el estudio topográfico del predio, el cual permitió, junto con la información generada de la composición florística del predio, ubicar el área de desplante de la casa dentro del predio.

Se llevará a cabo el desmonte total en la zona de desplante de la casa, previo rescate de la vegetación, particularmente las especies indicadas en la **NOM-059-**

SEMARNAT-2010. La materia vegetal resultado del despalme, será aprovechada como abono para el mejoramiento del suelo. Una vez realizado esto, se procederá a rellenar y nivelar con sascab.

II.2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.

Para la construcción de las obras del proyecto, se requiere solamente la siguiente infraestructura provisional.

Bodega. Se realizará una bodega provisional de 3 m x 3 m para mantener bajo resguardo herramientas y materiales que serán utilizadas durante las actividades de preparación del sitio y construcción. Esta bodega será colocada en el área considerada dentro del proyecto como estacionamiento por lo que no se afectarán superficies del predio innecesariamente. Al termino de las actividades de construcción, estas instalaciones serán desmanteladas.

Servicios sanitarios. Para dar servicio durante las primeras etapas de construcción se contará con letrinas portátiles para el uso de los trabajadores a razón de 1 por cada 25 trabajadores, mismas que se mantendrán hasta el término de la construcción de la casa. Para la limpieza de estas instalaciones, se contará a la empresa SaniRent.

Para la realización del proyecto, no se considera la instalación de ningún camino de acceso, ya que se cuenta con el camino que lleva hasta el poblado de Punta Allen.

II.2.4 Etapa de construcción.

a) Excavación.

La cepa donde se disponga la cimentación se realizará a pico y pala sin utilización de maquinaria, hasta una distancia aproximada de un metro.

b) Cimentación.

La cimentación superficial será mixta con zapatas de concreto o cimiento de mampostería de piedra de la región (obtenida de bancos de material autorizados)

con materiales diversos como los mostrados en la tabla 7.

Tabla 7. Materiales utilizados para la construcción del proyecto.

Concreto premezclado F'c 250 kg/cm^2
Varillas de 3/8" y ½ "
Madera de tercera para cimbra de apoyo.
Armex para castillo y para cadena.
Alambron
Alambre
Madera cimbraplay de 16 mm, para cimbra de contacto.
Cemento gris R.N.
Polvo de piedra triturada.
Grava lavada de 3/4"
Arena cribada de sascab para mortero.
Piedra de monte.

c) Estructura y albañilería.

El proceso constructivo se realizará con sistemas mixtos, el primero es a base de estructura de concreto, considerando columnas, vigueta y bovedilla. El segundo será con muros de carga de block de concreto, cemento-arena y resistencia a la compresión de 40 kg/cm^2, castillos armados, dalas de desplante, cerramiento, trabes y losas.

d) Acabados.

El recubrimiento en pisos interiores y en todos los baños será de piso y azulejo. Todos los escalones interiores y pasamanos serán de piso comercial. Los escalones exteriores serán de madera y/o piedra para el área del patio, concreto para cisterna y piscina; en esta última el acabado será de mosaico veneciano; se utilizará masilla en muros.

e) Instalaciones.

Eléctricas. Las instalaciones eléctricas del sistema de obtención de energía serán a base de paneles solares que estarán instalados en el techo de la casa. La instalación en su interior será a base de cajas chalupas de plástico y poliducto

naranja en sus diferentes diámetros según sea el caso. El cableado será a base de cable marca Condumex o similar (Latincasa), centros de carga y pastillas termo magnéticas en diferentes amperajes serán de la marca "quinsiño" o "squerde" o similar. Los elementos como contactos, apagadores, serán variables en cuanto a marcas y modelos. La iluminación en su mayoría será a base de lámparas dicroicas y lámparas dirigibles.

Hidráulicas. Las instalaciones hidráulicas serán a base de tubería de PVC, los cuerpos de las llaves de regaderas, mezcladoras y chorros para tinas deberán de ser de acuerdo a la marca de la grifería a utilizar. Del equipo de bombeo de agua se manejará un tinaco con una capacidad total para la casa y su demanda de gasto, existirán dos tinacos en la azotea con una capacidad de 1,100.00 litros cada uno. La cisterna tendrá una capacidad de 15,000 litros. El agua potable se obtendrá de pozo y de ahí se llevará a una cisterna de almacenamiento que abastecerá a la casa con equipos hidroneumáticos.

Sanitarias. Será de PVC en su mayoría con conexiones del mismo material. Esta llegará a un colector general para después conectarse al sistema de tratamiento de aguas residuales. Se utilizará tubería de PVC para salidas sanitarias de drenaje y aguas pluviales. También se implementará un sistema de drenaje a base de tubería de PVC desde la casa hasta el biodigestor, no sin antes pasar por un sistema con registros y trampa de grasas en el área de cocina, construidos en material en los puntos que nos demande el diseño de las redes de drenaje.

El sistema de drenaje pluvial, será conducido desde los registros. Los excedentes serán dispersados naturalmente.

f) Materiales de construcción a utilizar.

El origen de herramientas, accesorios y materiales serán de las casas de materiales de Tulum y bancos de material cercanos. En la sección de anexos se adjunta la lista de **herramientas**, accesorios y materiales requeridos para la construcción.

g) Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción.

La mano de obra se divide por frente de obra y por especialidades y se requerirá de un total 28 trabajadores. La totalidad de la mano de obra será contratada en el

poblado de Tulum.

Tabla 8. Requerimientos de mano de obra.

PERSONAL	CANTIDAD
Ingeniero Residente de Obra	1
Maestro de Obra	1
Cabo de Obra	1
Peones o Ayudantes Generales	6
Oficiales Albañiles	6
Oficiales Fierreros	2
Oficiales Carpinteros	2
Electricistas	3
Plomeros	3
Azulejero	3
TOTAL	**28**

h) Requerimientos de equipo.

El equipo requerido durante la construcción es el que se enlista a continuación:

Tabla 9. Equipo necesario para la construcción del proyecto.

EQUIPO
-Revolvedora.
-Vibrador.
-Compactador.
-3 Esmeriladoras.
-5 Taladros.
-Cortadora de acero.
-Generador de energia.

i) Manejo de maquinaria y equipo.

En esta etapa se encuentra la mayor incidencia de impactos adversos al medio ambiente por desmontes y despalmes para dar paso a las edificaciones y una de las mayores fuentes generadoras de dichos impactos es el empleo de vehículos para el abastecimiento de material de construcción. Es por esta razón que se debe poner especial énfasis a las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo.

Para la ejecución de un proyecto de este tipo es necesaria la utilización de maquinaria pesada, vehículos pesados para el transporte de materiales y equipo para las cimentaciones e instalaciones. Estos equipos funcionan con diésel y su capacidad para el almacenamiento de este combustible varía entre los 80 litros (para el caso de los cargadores pequeños tipo Case o Bob Cat), hasta los de 120 litros o más (retroexcavadoras y tractores). Esta maquinaria en promedio consume ¾ partes de su combustible durante una jornada de trabajo normal de 8 horas, lo anterior implica, además del ruido, la emisión de humos y el posible derrame de combustible. Sin embargo, la adquisición de maquinaria nueva y en excelentes condiciones mecánicas no sólo representa un beneficio ecológico, sino también económico para la empresa debido a que los costos por mantenimiento se minimizan y las maquinas responden más adecuadamente a las necesidades de la obra. Asimismo, se evitan las pérdidas por descompostura y avería o el posible riesgo de accidente durante la operación de las mismas. Por tanto, a continuación, se establecen las normas y estrategias que deberán aplicarse durante cada una de las etapas del proyecto.

Objetivo.

Instrumentar medidas preventivas sobre el manejo, mantenimiento y operación de la maquinaria durante la preparación, construcción y operación del proyecto.

Estrategias.

- Mantener en óptimas condiciones mecánicas la maquinaria pesada y equipo durante todas las etapas del proyecto.
- Instrumentar un programa continuo de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Promover entre los trabajadores y empleados de la obra una actitud más responsable sobre la operación de la maquinaria, en particular, en lo que se refiere a las maniobras de carga y descarga dentro de la vegetación.
- Reducir y eliminar la incidencia de derrames de combustibles, ya sean por negligencia o por accidente, mediante un adecuado programa de revisión mecánica de las unidades y realizando las maniobras de abastecimiento en un patio revestido de concreto y hermético para evitar la contaminación al suelo y/o manto freático.
- Evitar al máximo la utilización de maquinaria pesada en acciones que puedan realizar los obreros, como es el chapeo y desmonte selectivo de arbolado.

- En el caso de esta obra que es pequeña, se preferirá el desmonte selectivo manual, para evitar el uso de maquinaria pesada.
- Colocar letreros y señalamientos en sitios estratégicos con el objeto de ordenar la circulación, mantener la velocidad de tránsito en los límites permitidos y evitar el daño al resto de cubierta vegetal o atropellamientos de fauna de lento desplazamiento.
- Evitar el uso en la medida de lo posible la operación de maquinaria fuera de las horas estipuladas para evitar la contaminación por ruido y humos provenientes de las máquinas, y así abatir el riesgo de accidentes por fallas en operación.
- Llevar un registro en bitácora de las composturas, costos y reparaciones hechas a las maquinarias y equipo de construcción.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.

a) Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones.

Los servicios con que contará la casa, serán a base de las Ecotecnias actuales disponibles para ser utilizadas dentro de la Reserva de Sian Ka'an. De esta forma, la luz para las habitaciones, refrigerador y ventiladores, será obtenida a través del uso de celdas solares.

Para la obtención y uso de agua potable se contará con una cisterna la cual será llenada periódicamente y de acuerdo a las necesidades de los habitantes de la casa, con agua potable proveniente de la ciudad de Tulum. Para su transporte se contratará a una empresa autorizada para proporcionar el agua en pipas. Por lo que se refiere al uso de combustibles para funcionamiento de una estufa y calentador de agua, se contará con un tanque de gas LP de 30 l de capacidad (en caso de ser necesario). Durante la etapa de operación de la casa, para el control de los residuos líquidos (agua residual -negra y jabonosa-) se contará con el humedal artificial, el cual únicamente requerirá de un jardinero para el mantenimiento de las plantas del mismo al igual que para las áreas verdes de la casa, mientras que para el control de los residuos sólidos generados por los habitantes (residuos municipales), se realizará la separación de los mismos en inorgánicos y orgánicos, utilizando estos últimos para la elaboración de composta la cual será integrada en las áreas ajardinadas.

Por otro lado, dentro del proyecto no se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases, con excepción del calentador de agua, el cual debe recibir, de acuerdo a la recomendación del fabricante, mantenimiento dos veces al año. Así también se prevé el mantenimiento de las instalaciones que proporcionan los servicios a la casa para mantenerlos en óptimas condiciones de trabajo y uso.

b) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y el control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

Para la operación del proyecto se considera el uso de diversas Ecotecnias que provean a la casa de los servicios que se requieren para el disfrute de la familia. Para la generación de energía eléctrica se instalarán celdas solares en el techo de la casa.

Cisterna pluvial. La casa contará con una cisterna para almacenar el agua de lluvia durante la temporada de lluvias. Estas instalaciones se ubicarán en el semi-sotano en una superficie de 21.60 m^2.

c) Programa de mantenimiento.

Actividades de mantenimiento y su periodicidad. Anualmente se efectuarán actividades de mantenimiento a las instalaciones a través de pintura, reparaciones menores e impermeabilización del techo. Estas actividades sólo serán realizadas sobre las partes que así lo requieran. El mantenimiento a la instalación eléctrica consiste en la revisión del cableado eléctrico, conectores, cajas de fusibles, sokets, así como del mantenimiento a las celdas solares y los componentes de las baterías que almacenan la energía. Esta actividad será efectuada por un electricista y la periodicidad de estas actividades será de manera anual o cada que sea necesario, ya que al estar el predio tan cerca del mar, es factible que algunas partes eléctricas se dañen fácilmente.

En cuanto a la instalación hidrosanitaria, esta será revisada en todas sus partes para verificar el buen estado de la tubería de PVC e identificar aquellos componentes dañados que requieran ser sustituidos. Se revisarán los baños para detectar posibles fugas y también se revisará el estado del biodigestor y de sus componentes cambiando las partes que sean necesarias. Como se mencionó en el

punto anterior, el mantenimiento más relevante será el del humedal y quizá el de la alberca, pero siguiendo el programa de mantenimiento de ambos se espera no tener ningún contratiempo en su funcionamiento.

Tabla 10. Programa de mantenimiento de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

Actividad	Mes											
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Instalación eléctrica												
Instalación hidrosanitaria												

Áreas verdes. Se efectuarán las actividades de limpieza de las zonas de vegetación del predio para mantener el sitio libre de malezas y mantener en buen estado de limpieza las áreas verdes de vegetación nativa. En las pequeñas zonas ajardinadas del proyecto, se dará el mantenimiento correspondiente a base de la poda de ramas secas y hojas. En el caso de presentarse mala yerba o malezas, el control se realizará a mano.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.

No se considera la realización de obras asociadas a la construcción de la casa, todas las instalaciones y servicios estarán integrados en la construcción.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio.

Debido a que la propiedad está destinada al albergue temporal de los dueños de la casa, no se considera el abandono de la misma, ya que puede ser usada por la familia de la promovente. Sin embargo, en caso de que las obras no sean concluidas se realizarán las siguientes acciones:

1. Retiro de todos los residuos sólidos generados por el desmonte de la superficie de desplante del proyecto.
2. Retiro de equipos y maquinarias instaladas o que se utilizarán en la construcción del proyecto.
3. Retiro de cualquier tipo de combustible que se encuentre en el predio.
4. Retiro de cualquier tipo de residuo peligroso como restos de cemento, pintura, solventes y sus envases.

5. Todos los residuos serán retirados de la Reserva y no se permitirá su persistencia en el predio.
6. Estas disposiciones se realizarán antes de un mes del abandonado del proyecto para evitar la generación de impactos al ambiente.

II.2.8 Utilización de explosivos.

Dadas las características del proyecto, no se considera el uso de explosivos.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

De acuerdo a la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, el tipo de residuos que se generarán durante el proceso constructivo y operativo de la casa serán: sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos, de manejo especial, residuos líquidos, polvos y en mínima cantidad residuos peligrosos.

A continuación, se describen los tipos de residuos generados en cada una de las etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento), así como su manejo, control y disposición final.

1. ETAPAS DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.

a) Residuos Sólidos.

- Desechos orgánicos: Restos de comida y material vegetal. Los residuos vegetales generados por el despalme y desmonte, se deberán picar para facilitar su integración al suelo, colocándolos en un sitio específico para ello dentro del área del proyecto. Los residuos de alimentos deberán ser colocados en contenedores con tapa y bolsas de plástico a los costados de los caminos, evitando así la afectación hacia la flora y la fauna o los cuerpos de agua. Se recomienda realizar durante todas las etapas del proyecto, composta con todos los desechos vegetales (principalmente durante las etapas de preparación y construcción) y de alimentos (principalmente durante la etapa de operación de la casa).

- **Desechos inorgánicos**: Papel, PVC, cartón, aluminio, madera, metal. Los residuos sólidos como empaque de cartón, pedacería de PVC, sobrantes de soldadura, metales (cobre, fierro, aluminio, etc.) susceptibles de reutilización, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje.

- **Residuos pétreos.** En el caso de generarse residuos de tipo pétreo, serán llevados hacia el basurero municipal como residuos de manejo especial. El transporte de este tipo de residuos será hacia el sitio que marque la autoridad.

Se considera como residuos pétreos a los sobrantes de grava, polvo y block que no serán utilizados después de finalizada la obra y que no tengan ningún uso posterior.

- **Residuos de obra civil**. Este tipo de residuos considera diferentes tipos de materiales sobrantes de las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas como son empaques de cartón, plásticos, cables, alambres, bolsas de plástico y de papel, envases porta alimentos de unicel, restos de clavos, varillas y cimbra entre otros de menor volumen de generación. Estos residuos pueden ser separados y considerar su entrega para reciclaje o bien empleados a futuro para reparaciones en la misma casa.

Disposición final.

- Su disposición final será realizada en donde la autoridad local lo determine, a efecto de evitar tanto su dispersión como la proliferación de fauna nociva. Los desechos tales como papel, cartón, vidrio y plástico generados durante la etapa de construcción del proyecto, que no puedan ser transformados por separado serán enviados a los sitios de disposición final a cargo del ayuntamiento.
- No disponer materiales o residuos, dentro o cerca de los cauces o cuerpos de agua existentes en la zona.
- No depositar residuos de ninguna clase en el mar y/o cuerpos de agua.
- No dejar en el sitio del proyecto los residuos sólidos generados durante la obra.
- Los recipientes deberán estar perfectamente identificados con letreros para contribuir a la correcta disposición de los desechos de acuerdo con su naturaleza.
- Será necesario colocar letreros educativos en el área de almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas, tales como gasolina, diésel, solventes, etc.,

indicando cuáles serán las actividades que deberán de seguir los trabajadores que hagan uso de estas sustancias.

Generales.

- Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza.
- Se equipará la zona del proyecto con suficientes contenedores para el adecuado depósito de residuos sólidos.
- Se promoverá a través de una buena señalización, la separación de residuos sólidos entre los trabajadores de la obra.
- Reducir la cantidad de residuos en cada una de las etapas del proyecto, a través de una campaña y/o programa para el reúso, reciclado y reducción de residuos.

b) Residuos líquidos.

Sanitarios portátiles.

- Es importante la instalación y uso de sanitarios portátiles para todo el personal que labore en la obra, en cantidad suficiente respecto al número de empleados y que posean contenedores herméticos para evitar derrames. Estos sanitarios, deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentren laborando (mientras se construya la fosa séptica) y se deberán colocar letreros de concienciación ambiental que promuevan su uso.

Limpieza de los sanitarios.

- Se deberá contratar los servicios de personal especializado para el mantenimiento y disposición adecuada de los residuos sanitarios. La limpieza de los sanitarios portátiles deberá realizarse diariamente.

c) Grasas, aceites, combustibles e hidrocarburos.

Almacenamiento.

Durante todo el desarrollo de la obra se utilizan sustancias, ya sea para la impermeabilización de la cimentación o químicos para el tratamiento de madera. La mayoría de estas sustancias son líquidas y en caso de sufrir derrame pueden llegar a ocasionar contaminación al suelo e inclusive al manto freático, por tanto, con la finalidad de evitar este tipo de accidentes será necesario realizar las siguientes actividades:

- Se deberá efectuar el almacenamiento de sustancias y combustibles en un área cercada, sobre superficies impermeables dotadas de dique, techadas y señalizadas.

- Todas las sustancias deberán almacenarse en contenedores con tapa, los cuales deberán permanecer cerrados herméticamente para evitar derrames o que pequeños mamíferos, aves o reptiles caigan en ellos y corran el riesgo de ahogarse o intoxicarse.

Manejo.

- Se deberá contar siempre con las hojas de seguridad de todas las sustancias que se manejen dentro del predio, esto con la finalidad de saber que hacer en caso de que se llegue a derramar cualquiera de estas sustancias.

- Se deberán cumplir las medidas de seguridad para evitar la contaminación provocada por derrames accidentales de grasas, aceites e hidrocarburos provenientes de las máquinas que se utilicen durante la construcción.

II. ETAPA: Operación y Mantenimiento.

a) Residuos sólidos.

Durante la etapa de operación, se deberán efectuar las acciones estratégicas que a continuación se exponen, pues con estas se asegurará el adecuado manejo y disposición de los residuos generados en esta etapa del proyecto. Se tratará de asumir una cultura de reducción, reúso y reciclaje de los residuos, para lograr con esto, minimizar la contaminación y lograr un mejor aprovechamiento de los recursos.

Recolección.

Adicional a los residuos sólidos generados por las actividades propias del proyecto, también se procederá a la recolección de la basura que se acumule en la playa. Se colocarán uno o dos contenedores para basura en el frente de playa del predio del proyecto.

Aprovechamiento.

Los desechos serán separados, clasificándolos en orgánicos e inorgánicos, de acuerdo a su naturaleza. Los desechos orgánicos podrán ser utilizados para la realización de composta, la cual se utilizará para las áreas ajardinadas de la casa. Mientras que los residuos inorgánicos serán colocados en bolsas de plástico y entregados al camión municipal de Tulum.

Disposición.

Los desechos orgánicos e inorgánicos que no sean viables de aprovechar, serán colocados por separado en bolsas de plástico para posteriormente ser retirados del área a través del camión de la basura del municipio.

b) Residuos líquidos.

Para el desecho de aguas negras, así como de las aguas grises y jabonosas producidas durante la etapa de operación de la casa se utilizará un sistema de fosa séptica tipo Rotoplast, que estará conectado a un humedal artificial.

Este sistema de reciclamiento se hará mediante una fosa séptica cerrada, cuyos trabajos de mantenimiento serán realizados regularmente por una empresa especializada. Igualmente, el agua residual de la fosa séptica será canalizada a un sistema de tratamiento ecológico conocido como "humedal artificial", para posteriormente ser reutilizada en áreas ajardinadas.

c) Manejo de maquinaria y equipo: Etapa de preparación y construcción.

En esta etapa se encuentra la mayor incidencia de impactos adversos al medio ambiente por desmontes y despalmes para dar paso a las edificaciones y una de

las mayores fuentes generadoras de dichos impactos es el empleo de la maquinaria pesada y vehículos para el abastecimiento de material de construcción.

Es por esta razón que se debe poner especial énfasis a las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, ya que para la ejecución de un proyecto de este tipo es necesaria la utilización de maquinaria pesada, vehículos pesados para el transporte de materiales y equipo para las cimentaciones e instalaciones. Estos equipos funcionan con diésel y su capacidad para el almacenamiento de este combustible varía entre los 80 litros (para el caso de los cargadores pequeños tipo Case o Bob Cat), hasta los de 120 litros o más (retroexcavadoras y tractores). Esta maquinaria en promedio consume ¾ partes de su combustible durante una jornada de trabajo normal de 8 horas (excepto en casos específicos como son los períodos de colados lentos que implican hasta 20 horas para el caso de una edificación muy grande), lo anterior implica además del ruido la emisión de humos y el posible derrame de combustible. Sin embargo, la adquisición de maquinaria nueva y en excelentes condiciones mecánicas no sólo representa un beneficio ecológico, sino también económico para la empresa debido a que los costos por mantenimiento se minimizan y las maquinas responden más adecuadamente a las necesidades de la obra, asimismo se evitan las pérdidas por descompostura y avería o el posible riesgo de accidente durante la operación de las mismas.

En la sección VI de este estudio se establecen las normas y estrategias que deberán aplicarse durante cada una de las etapas del proyecto, considerando siempre instrumentar medidas preventivas sobre el manejo, mantenimiento y operación de la maquinaria durante la preparación, construcción y operación del proyecto.

d) Emisiones a la atmósfera.

La maquinaria que se utilice durante las actividades de construcción de la casa generará emisiones a la atmósfera por su operación. Sin embargo, su uso será por un periodo corto de tiempo, consistente en la instalación del sistema de cimentación de la casa. De cualquier forma, se solicitará a la empresa contratada el mantener en buenas condiciones la maquinaria y efectuar las reparaciones necesarias para reducir las emisiones a la atmósfera.

De la misma forma, los camiones que transporten los materiales hasta el sitio del proyecto, deberán estar en buenas condiciones mecánicas, lo cual permitirá reducir sus emisiones a la atmosfera y el ruido.

El proyecto en operación sólo generará gases a la atmósfera por el uso de una estufa y un calentador de agua. Considerando que la casa no estará habitada diariamente, solamente los fines de semana, las emisiones de Dióxido de Carbono a la atmósfera serán mínimas.

No se pretende hacer ningún tipo de control de malezas ni de fauna nociva con sustancias químicas o aerosoles.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Durante las etapas de preparación y construcción del sitio, se utilizarán sanitarios portátiles arrendados a una empresa particular, misma que se encargará de la limpieza periódica de los mismos. El número de sanitarios será de uno por cada 10 trabajadores.

En la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, no se cuenta con servicio de limpia por lo que los residuos orgánicos e inorgánicos que se generen en la operación del proyecto serán acopiados temporalmente en botes con bolsa de plástico y con tapa, instalados en la casa. Posteriormente, serán retirados por los habitantes hacia el basurero municipal de Tulum.

Por lo que se refiere a los residuos que pueden ser reciclados, serán acopiados en botes con tapa y serán trasladados a la ciudad de Tulum a los sitios de acopio de estos residuos, considerándose también su entrega a las empresas que realizan el Reciclatón mensual de Tulum.

De acuerdo a los residuos de manejo especial que se generen en la casa, tal como pilas y aceite comestible usado, serán transportados hacia el poblado de Tulum donde serán entregados durante las campañas municipales del Municipio de Tulum.

Las aguas residuales que se generarán en el proyecto durante la presencia de la familia, serán conducidas hacia una fosa séptica prefabricada y las aguas residuales se canalizarán hacia el humedal artificial que se instalará para uso de la casa. El agua

tratada producto del funcionamiento de esta planta, se utilizará en el riego de las plantas del predio.

Se considera que la implementación de estos equipos, cubrirá la demanda de las actividades de operación de la casa para las cuales serán instalados.

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

Como se desprende de la información vertida en los Capítulos I y II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto será edificado sobre un lote de terreno que se encuentra ubicado en un medio ambiente costero. Por lo tanto y en virtud de lo anterior, son aplicables a las diversas etapas del proyecto "Casa Beach" (preparación, construcción y operación), diversos preceptos legales contenidos tanto en la LGEEPA como en su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

A continuación, se realizará el análisis del proyecto dentro del marco normativo y la descripción de cada uno de los instrumentos normativos aplicables a este proyecto.

III.1 Análisis del proyecto dentro del Marco Normativo Federal.

En apego a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28, fracciones VII, IX y X y en artículo 5° incisos O), Q) y R) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental; los cambios de uso de suelo forestal, los desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros y obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos y esteros conectados con el mar así como en sus zonas litorales o zonas federales, deberán ser sometidos al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental competente.

Por lo anterior, en cumplimiento a lo dispuesto por los Artículos 28 de la LGEEPA y 5 incisos O, R y S del Reglamento, se somete ante esta H. Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto "Casa Beach", para que sea evaluada en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 49 del Reglamento. Solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las obras y operación del proyecto.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación, se transcriben literalmente las disposiciones legales aplicables al proyecto.

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental[1]

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:**

"Artículo 5.- Son Facultades de la Federación:
...X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes..."

Para dar cumplimiento a este precepto, es que se somete a evaluación de impacto ambiental la manifestación de impacto del proyecto "Casa Beach", esperando se le otorgue la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo del mismo.

"Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

...VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas";
De acuerdo con la caracterización de la flora existente en el predio, es factible determinar que las especies maderables del predio se restringen a la especie *Metopium brownei*, *Chrysobalanus icaco y Coccoloba uvífera*, el número de ejemplares de estas especies en reducido por lo que se solicita no efectuar el estudio de cambio de uso de suelo.

Sin embargo, en caso de que esa autoridad lo requiera, se realiza el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

[1] LEGGEPA, Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988.

...IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros..."

Este estudio se somete a evaluación y autorización en materia de impacto ambiental ya que el desarrollo que se pretende realizar es una casa habitación (desarrollo inmobiliario) en un predio que se ubica en un ecosistema costero.

...X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

En este caso en particular, cabe señalar que, si bien el terreno donde se pretende construir el proyecto cuenta con manglar en el lado Oeste, colindante con la laguna Boca Paila, las obras de este proyecto no afectarán el manglar, ya que la casa se construirá en el lado Este del terreno.

"*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.

Para dar cumplimiento a este precepto, es que se somete a evaluación de impacto ambiental la manifestación de impacto del proyecto "Casa Beach", en la cual se incluyen los capítulos de Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, así como el de medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; de tal manera que se otorgue la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo del mismo.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

En caso de ser autorizado el proyecto "Casa Beach" y de llegarse a realizar cambios al mismo, estos serán notificados en tiempo y forma a la Secretaría.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley."

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

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

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

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:
I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;

II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:
a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;
b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate."

"*Artículo 35 Bis.-* La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

"Artículo 46.- Se consideran áreas naturales protegidas:
I.- Reservas de la biosfera;

- **Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental:**

"*Artículo 4.-* Compete a la Secretaría:
I.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento..."

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

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

I. *Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;*

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

R) Obras en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

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…..

Artículo 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:
I. La manifestación de impacto ambiental;
II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Artículo 36.- Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

"***Artículo 49.-*** Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas. Asimismo, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad.

Ahora bien, una vez establecidos los motivos por los que la LGEEPA y el Reglamento norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto, como sus etapas de preparación, construcción y operación, es importante manifestar que éste fue proyectado y estructurado de manera que en todas y cada una de sus etapas cumpla con las disposiciones legales que le son aplicables tanto de la LGEEPA como del Reglamento, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La Manifestación del proyecto "Casa Beach", es de nivel Particular, ya que:

- No se trata de obras de parques industriales, acuícola, carreteras, vías férreas, proyectos de generación nuclear, presas y, en general proyectos que alteren cuencas hidrológicas.
- No se trata de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano.
- No se afectará ningún tipo de región ecológica.
- Tampoco se pretende afectar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales.

Otros artículos de esta Ley aplicables al desarrollo del proyecto "Casa Beach" son los siguientes:

***Artículo 110**.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Al respecto se señala que las emisiones contaminantes ocurrirán principalmente durante las etapas de preparación y construcción, por el transporte de material y personal; sin embargo, con la utilización de vehículos en buen estado es posible mantener los niveles de contaminantes por debajo de lo establecido en las normas oficiales mexicanas de referencia.

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

Durante el desarrollo de la obra se contará con baños tipo letrina para uso de los trabajadores, los cuales recibirán mantenimiento por parte de la empresa arrendadora.

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

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

Al respecto se señala que no se llevará a cabo la disposición en el suelo de ningún tipo de residuo. Los residuos que se generen durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento serán sometidos a un programa de reciclaje, serán separados antes de ser recolectados y finalmente se dispondrán en un sitio de disposición final autorizado.

III.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento.

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Debido a que la construcción y operación del proyecto "Casa Beach" implica el cambio de uso del suelo en terrenos forestales se necesita la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, otorgado por la SEMARNAT.

III.1.3 Ley General de Bienes Nacionales.

La Ley General de Bienes Nacionales es de orden público e interés general y tiene entre uno de sus objetivos establecer las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades.

En su artículo 119 esta Ley menciona que tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará de la siguiente manera: cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba.

El artículo 120 menciona que el Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuacultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas.

Con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo, se ingresa a evaluación de impacto ambiental el estudio realizado para el proyecto "Casa Beach", mismo que corresponde a una actividad turística de bajo impacto compatible con las reglas de operación de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

De acuerdo con el artículo 127, los concesionarios y permisionarios que aprovechen y exploten la zona federal marítimo terrestre, pagarán los derechos correspondientes, conforme a lo dispuesto en la legislación fiscal aplicable.

La promovente se apegará en todo momento a los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales competentes.

III.1.4 Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. En su Artículo 18 la LGVS establece que "los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."

El sitio de interés corresponde a un entorno natural, por ello en su interior y en sus inmediaciones se puede llegar a observar fauna silvestre, principalmente aves, que hacen uso del terreno y de los recursos que ahí encuentran.

Por otra parte, y con relación al Artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre que a la letra señala "Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, 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".

El desarrollo del proyecto no impide la continuidad y contigüidad del ecosistema de mangle ya que no se construirá nada en la zona de manglar, localizado en el lado Oeste del predio.

En este sentido, el proyecto en desarrollo se ajusta a las especificaciones del Artículo 60 TER de la LGVS en cuanto a que no se realizará remoción, relleno, trasplante, o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; y de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos.

A continuación, se describen cada uno de los puntos de la Ley General de Vida Silvestre, establecidos en el Artículo 60 TER publicada el 1 de febrero de 2007.

Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad de:

- *El flujo hidrológico del manglar.*

El desarrollo del proyecto no afecta al ecosistema de manglar ni la continuidad del flujo hidráulico. La continuidad del manglar se demuestra ya que en las zonas donde se desarrolla, se ubican entre caminos y villas de cuartos hoteleros donde este ecosistema permanece inundando durante la temporada de lluvias y seco el resto del año.

- *El ecosistema y su zona de influencia.*

El diseño y ubicación del proyecto no se desplanta en ninguna porción del ecosistema de humedal y no afecta la integralidad de su zona de influencia.

- *La productividad natural del ecosistema.*

La realización u operación del proyecto no afectará al ecosistema, ya que como se mencionó anteriormente, este no se desarrollará en la zona de humedal, misma que se destinará como área de conservación.

- *La capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos.*

Debido a las dimensiones y tipo de proyecto, el cual no se construirá en la zona de humedal, se garantiza la conservación de la superficie del ecosistema de manglar como hasta ahora, lo cual es congruente con el aprovechamiento permisible otorgado al predio por el Ordenamiento Ecológico aplicable.

- *Las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.*

La realización del proyecto no afectará estas áreas.

- *Las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales.*

El diseño no causará ningún tipo de afectación a los ecosistemas costeros como los aquí mencionados.

- *que provoque cambios en las características y servicios ecológicos del ecosistema.*

Al no desarrollarse ningún tipo de obra en la zona de humedal, no se afectarán los servicios ambientales que presta el manglar.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto:

- *Proteger las áreas de manglar.*

La promovente del proyecto está consciente de la importancia de este ecosistema, motivo por el cual se apegará en todo momento a las especificaciones de la normativa existente para la protección de los manglares, y en todo momento garantizará mediante acciones de conservación, que la superficie de manglar de su propiedad se mantenga en buen estado de conservación de tal manera que su estructura y función siga prevaleciendo.

- *Conservar las áreas de manglar.*

El proyecto no se desplantará en áreas de manglar, por tanto, se garantiza la protección y conservación del 100% de la superficie existente, conservándose la totalidad de ejemplares de manglar de todas las especies presentes.

III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante todas las etapas del proyecto se generarán diversos tipos de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; sin embargo, será durante la vida útil del proyecto (etapa de operación), durante la cual se espera la generación de residuos sólidos urbanos de características domésticas, los cuales serán mínimos considerando que la casa será de uso vacacional. Se considera que la generación de dichos residuos, en peso bruto, no alcanzará las 10 Toneladas anuales por lo que la empresa promovente clasifica como "pequeño generador" y por ende su obligación se restringe a la recolección interna de residuos. El almacenamiento temporal de los residuos al interior del predio, garantiza la ausencia de lixiviados y su entrega al servicio de limpia municipal para su disposición final.

III.1.5 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

De acuerdo con el artículo 86 BIS 2 de esta Ley, se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto

de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Por su parte, el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales menciona en su artículo 151 que se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.

En este sentido, se asegura que no se llevará a cabo la disposición de basura o cualquier otro residuo en el mar y la zona federal, pues se han previsto acciones e infraestructura para el manejo adecuado de los residuos que serán generados en cada una de las etapas del proyecto. Como se ha mencionado anteriormente, el promovente tendrá botes de basura suficientes y apropiados para la recolección de los residuos durante todas las etapas del proyecto, los cuales serán retirados diariamente y manejados conforme a lo establecido por las autoridades competentes. En cuanto a las aguas residuales generadas durante las etapas de construcción y operación se contará con letrinas portátiles, cuya limpieza estará a cargo de la empresa arrendadora de éstas; mientras que para la etapa de operación se contará con una planta de tratamiento de agua residual, a la cual se dirigirán todas las aguas grises, jabonosas y negras generadas durante la operación; una vez tratadas estas aguas, las mismas serán reutilizadas para el riego de las áreas verdes del predio.

III.1.6 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012, es un 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.

De acuerdo con el POEMyRGMyMC, el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) está integrada por dos componentes conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) a saber: el Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe y también 26 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal, con parte de su extensión en la zona marina; y el Área Regional que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de seis entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen tres 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 (Figura 9).

Figura 9. Poligonal del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (http://www.dof.gob.mx).

De acuerdo con el POEMyRGMyMC la zona federal de interés se ubica al interior de la unidad de gestión ambiental (UGA) 181, denominada Arrecife de Sian Ka'an, Municipio de Felipe Carrillo Puerto, la cual cuenta con una superficie total de 33368.663 ha, que corresponde a la poligonal del área natural protegida del mismo nombre (Figura 10) y para la cual aplican las acciones y criterios de Zona Costera Inmediata al Mar Caribe indicados en el Cuadro 10; sin embargo, ya que el área del proyecto mismos que se

describen y vinculan con el proyecto "Casa Beach" a fin de determinar la congruencia del proyecto con este instrumento de planeación ambiental.

Figura 10. Localización de la UGA 181, la cual es colindante al predio del proyecto, de acuerdo al POEMyRGMyMC.

Tabla 11. Acciones específicas aplicables a la UGA-180 de acuerdo con el POEMyRGMyMC.

Acciones y Criterios							
Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	**A-029**	**APLICA**	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	**A-030**	**APLICA**	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	**A-031**	**APLICA**	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	**APLICA**	**A-033**	**APLICA**	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	**A-034**	**APLICA**	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA

Acciones y Criterios							
Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	**APLICA**	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	**A-040**	**APLICA**	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	**A-041**	**APLICA**	A-067	NA	A-093	NA
A-016	**APLICA**	**A-042**	**APLICA**	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	NA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	**APLICA**	**A-044**	**APLICA**	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	NA	**A-071**	**APLICA**	A-097	NA
A-020	NA	A-046	NA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	**A-047**	**APLICA**	A-073	NA	A-099	NA
A-022	**APLICA**	**A-048**	**APLICA**	A-074	NA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	**APLICA**	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		

Tabla 12. Vinculación del proyecto "Casa Beach" con las acciones específicas aplicables a la UGA 181 de acuerdo con el POEMyRGMyMC.

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales	La promovente conservará en medida de lo posible, las condiciones naturales de la vegetación de duna costera ubicada en la zona federal marítimo terrestre colindante con el área del proyecto.
A-013	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.	El proyecto no contempla en ningún momento, la introducción de especies exóticas invasivas dentro de las instalaciones de la casa o en el área de influencia de éste. Las plantas que se utilizarán en las áreas ajardinadas serán especies nativas.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Con el desarrollo del proyecto fuera del área de la zona federal se podrá conservar la franja de vegetación costera la cual presta el servicio ambiental de corredor biológico para las especies de fauna de la zona.

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento
A-018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT.	La promovente impulsará en todo momento los programas de protección y conservación de las especies de flora y fauna encontradas en el área del proyecto. Además, se prevé llevar a cabo un programa para la mejorar y reforestar el área de duna costera que se destinará a la conservación.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	La actividad de fomento les compete a las autoridades locales, y la zona marina no presenta afectación por hidrocarburos.
A-025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	Aunque la zona federal de interés no está contaminada por actividades industriales presenta una gran cantidad de residuos sólidos que han sido acarreados a la playa por las corrientes marinas y las mareas de tormenta. Por ello, una de las actividades proyectadas consiste en la limpieza de la playa a fin de devolverse su calidad. Además, durante toda la vida útil del proyecto se ha previsto ejecutar acciones de limpieza de la playa para conservarla en buenas condiciones para su uso turístico y recreativo, beneficiándose con ello el ecosistema en general.
A-029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones 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.	Este criterio no aplica al proyecto "Casa Beach", ya que no se realizarán obras en la zona federal marítima terrestre; por tanto, no modificará el perfil de la costa o los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la misma.
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de	Este criterio no aplica al proyecto "Casa Beach", ya que no se realizarán obras en la zona federal marítima terrestre; por tanto, no modificará el

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento
	aguas costeras.	perfil de la costa.
A-031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	Este criterio no aplica al proyecto "Casa Beach", ya que las obras no se realizarán cerca del sistema lagunar Boca Paila y no se afectarán barras arenosas.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Para el caso específico del proyecto "Casa Beach" no se hará uso de energía eólica, sin embargo, se hará uso de celdas solares, cuyas características se describieron en el Capítulo IV.
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	La actividad de fomento les compete a las autoridades locales. El proyecto no demandará grandes consumos de energía eléctrica y ésta se abastecerá por medio de celdas fotovoltaicas, por lo que no se requiere generar energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.
A-040	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.	El proyecto no incluye la realización de actividades de pesca. Por otro lado, el impulso a la producción acuícola es competencia de las autoridades locales.
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
A-042	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.	De ser necesario, la promovente se coordinará con personal de la Reserva para coadyuvar en la protección de la tortuga marina durante toda la vida útil del proyecto.
A-044	Diversificar la base de especies en	Este criterio no es aplicable al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento
	explotación comercial en las pesquerías.	
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
A-071	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.	Con el desarrollo "Casa Beach" se saneará el frente de playa del proyecto que actualmente presenta gran cantidad de residuos sólidos dispersos y se mantendrá siempre limpia reduciendo así la afectación del ecosistema y mejorando la calidad de la playa para su aprovechamiento turístico. Adicionalmente, al no aprovechar la zona federal ni la sección posterior de la playa se podrá conservar la vegetación de duna costera que es hábitat de especies de fauna silvestre de la zona.

III.2 Análisis del proyecto dentro del Marco Normativo Estatal.

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) es la herramienta de la política ambiental mexicana, "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." (Art. 3, Fracc. XXIII LGEEPA, 1996).

La zona del proyecto está regida por el Ordenamiento Ecológico Costero de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an (octubre, 2001). En este documento se sientan las bases para garantizar la distribución equitativa del potencial de desarrollo de infraestructura turística a través del control del uso del suelo de las propiedades particulares costeras.

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente (Art. 3, Fracc. XXIII LGEEPA, 1996), el ordenamiento ecológico del territorio, regula el uso de suelo, así como de las actividades productivas que se realizan con el objetivo de alcanzar un desarrollo sustentable.

Por su ubicación, el proyecto es regulado por el ***Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an***, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 2002, y de acuerdo con este, el predio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental Tu1, a la que corresponde una Política de Conservación y el uso predominante es el Turismo de bajo impacto, cuyo uso es compatible con la conservación de flora y fauna.

De acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva (INE, 1993), las normas de uso y la zonificación básica de Sian Ka'an (INE, 1996), la Reserva se ha dividido en dos grandes áreas: las zonas de amortiguamiento y las zonas núcleo.

La ***zona de amortiguamiento*** por definición, es el área de la Reserva donde se encuentran los asentamientos humanos, se llevan a cabo las actividades de uso reglamentado de los recursos naturales y la investigación participativa orientada a los diferentes aspectos que conforman un esquema de ecodesarrollo.

El objetivo principal de contar con estas áreas de amortiguamiento es para lo siguiente:

a) Proteger la zona núcleo de la Reserva.
b) Promover la investigación aplicada al manejo integral y sustentable de los recursos naturales de uso actual y de uso potencial.

c) Dar continuidad a las actividades productivas fomentando sustentabilidad y mejorándolas con base en las normas generadas a partir de las investigaciones al respecto.

d) Generar modelos de desarrollo y de utilización de los recursos naturales que sean aplicables al resto de la región biótica.

e) Ofrecer oportunidades para la educación y recreación pública.

Así como constituir un espacio para el asentamiento de la población local y hacer estudios que permitan realizar normas y utilizar tecnologías las cuales hagan posible el equilibrio de los asentamientos humanos con los objetivos de conservación del área.

La zona de amortiguamiento comprende todas las zonas al interior de la Reserva que no están dentro de las poligonales de las zonas núcleo que define el Decreto Presidencial o sus modificaciones. Comprende en términos generales aquellos terrenos situados a menos de tres kilómetros a cada lado del camino; entronque Chumpon y Felipe Carrillo Puerto, a Vigía Chico y la Glorieta Javier Rojo Gómez, **los terrenos de propiedad particular ubicados en la costa**, las lagunas costeras, las grandes bahías y el área marina. Ocupa el 47% de la superficie total de la reserva, es decir 248,443 ha de las que 85,131 ha corresponden a zonas terrestres y 163,312 ha a zonas marinas. La zona de amortiguamiento no debe ser conceptualizada como una zona de desarrollo o colonización intensiva ya que ello dificultaría innecesariamente la labor de protección en detrimento de los objetivos básicos de la Reserva.

Las normas generales de uso se señalan como: el uso de tecnologías debe restringirse a aquellas que para un mismo servicio economicen espacio, energía y recursos, utilicen materiales de la región y que sean comprensibles y manejables por la población total.

Así mismo, se han tomado en cuenta los criterios y recomendaciones del libro "Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico de la Zona Costera de Quintana Roo", publicado por la Asociación Amigos de Sian Ka'an A.C. y el Centro de Recursos Costeros URI.

Con base en lo anterior y dado que el predio donde se realizará el proyecto se localiza dentro del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, establecida por decreto presidencial el 20 de enero de 1986, la promovente *C. Bertha Marcela Lozano Téllez*, somete a consideración de la Autoridad Ambiental, el

proyecto *"Casa Beach"* a través de una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular. En el siguiente cuadro se muestra la Política de Conservación de la UGA T1.

Tabla 13. Política de Conservación para la UGA Tu1 del proyecto "Casa Beach" (POET- 2002).

CLAVE UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
Tu1	Conservación	Turismo de bajo impacto	Flora y fauna	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuario.	Industria Centro de población Minería Agricultura
Criterios	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.				

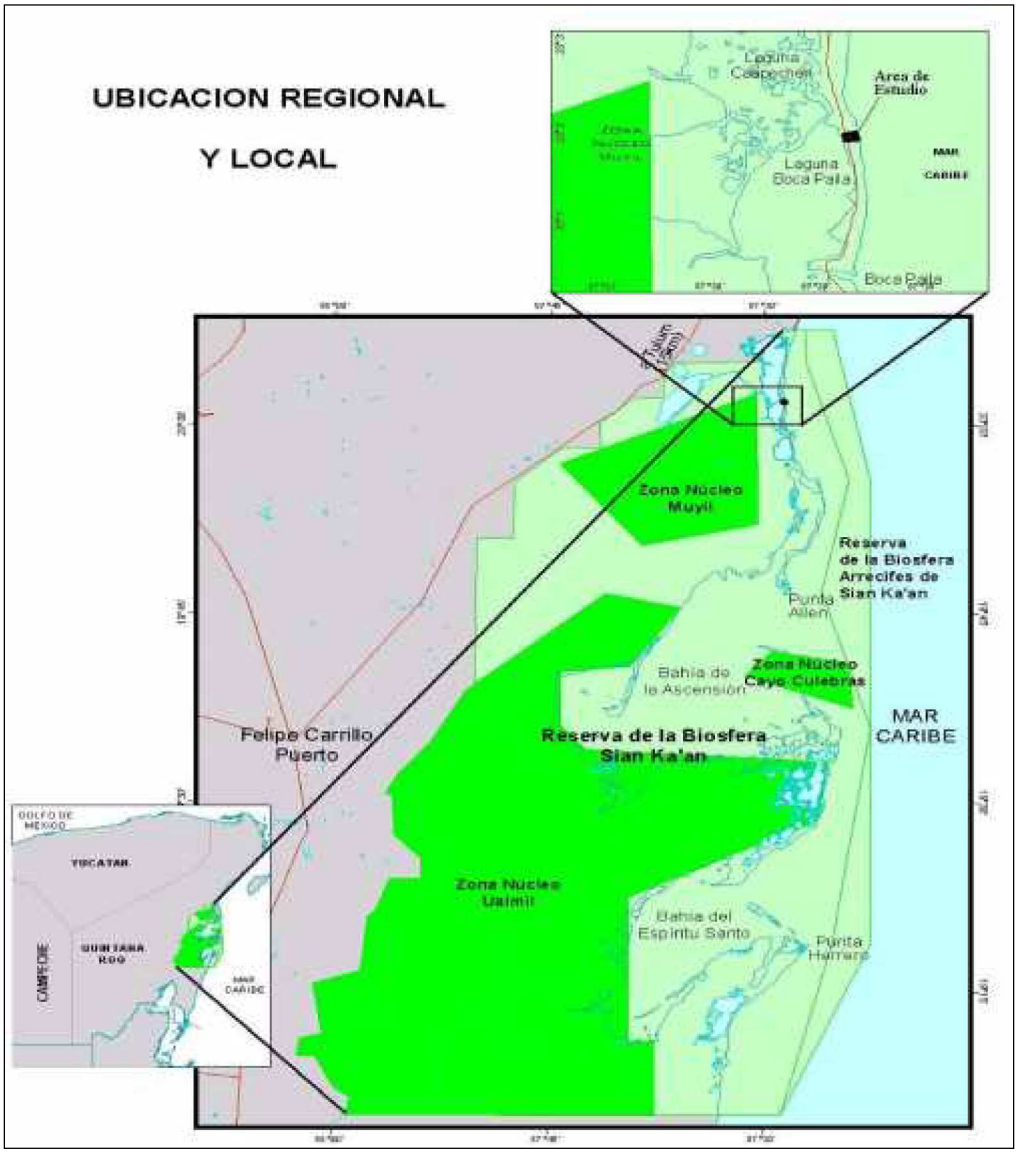


Figura 11. Uso y zonificación básica de Sian Ka'an (INE, 1993), de acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva (INE, 1993). La Reserva se ha dividido en dos grandes áreas: las zonas de amortiguamiento y las zonas núcleo.

Figura 12. Ubicación del predio "Casa Beach" según el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (DOF 14 Mayo-2002).

En el siguiente apartado se apuntan los criterios ecológicos que aplican a la Unidad de Gestión Ambiental **Tu1**, así como la forma en que el proyecto da cumplimiento a cada de ellos.

Tabla 14. Criterios del Ordenamiento Ecológico para la Región Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. UGA Tu1.- Turismo de bajo impacto.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
CRITERIOS PARA ACUACULTURA		
AC-2	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.	Este criterio no aplica al proyecto.
AC-3	La superficie de aguas nacionales utilizada	Este criterio no aplica al proyecto.

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	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.	
CRITERIOS PARA AGRICULTURA		
AG-2	Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio.	No se pretenden llevar a cabo actividades agrícolas.
AG-3	El uso de fertilizantes y plaguicidas deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas Respectivas, además de la autorización de la CONANP. El uso de plaguicidas al interior de las viviendas, deberán de ser de baja permanencia en el ambiente.	En caso de llegarse a requerir el uso de agroquímicos y fertilizantes durante las etapas de construcción y operación del proyecto, se utilizarán sólo aquellos que estén autorizados y listados tanto en las Normas Oficiales Mexicanas como por la CICOPLAFEST.
CRITERIOS PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS		
AH-5	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.	El desarrollo del proyecto se apega a lo establecido en este criterio, ya que la obra de la casa ocupará una superficie de desplante de 70 m^2.
AH-6	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.	Este criterio no aplica al proyecto, ya que el predio del mismo es menor a media hectárea, cuenta con 2,180 m^2.
AH-7	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.	Debido a la superficie del predio, este criterio no aplica al proyecto.
Ah-8	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con	Este criterio no aplica al proyecto.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	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.	
Ah-9	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.	Este criterio no aplica al proyecto.
Ah-10	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.	Este criterio no aplica al proyecto.
Ah-11	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.	El proyecto no contempla ningún tipo de instalación adicional a la casa.
Ah-12	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 a favor de la Reserva que favorezca la obtención de dicho objetivo.	La empresa promovente cumplirá con este criterio conforme a las indicaciones que dictamine la SEMARNAT.
Ah-13	Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente	No se pretende realizar ninguna subdivisión del terreno.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.	
Ah-14	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.	Este criterio no aplica al proyecto.
Ah-15	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.	Este criterio no aplica al proyecto.
Ah-16	Las donaciones de superficies a 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 superficies originales.	No se tienen contempladas donaciones a favor del patrimonio de la Reserva.
Ah-17	Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.	La empresa no tiene previsto llevar a cabo ninguna fusión.
Ah-18	No se permite la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parte aguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.	La construcción de la vivienda que contempla este proyecto, estará situada 20 m por atrás del límite este del predio, detrás del primer cordón de dunas.
CRITERIOS PARA CONSTRUCCIÓN		
C-4	No se permite la utilización de explosivos.	Durante la construcción de este proyecto no se tiene contemplado el uso de explosivos en ningún momento.
C-5	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración sitio.	Al finalizar la construcción del proyecto, se retirarán cada una de las instalaciones de apoyo colocadas durante el desarrollo del proyecto, y de ser necesario, elaborará en su momento, un programa de restauración del sitio, aunque se tiene previsto que las obras de apoyo como son la

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
		bodega, áreas de acopio de material, etc., se sitúen en zonas que serán utilizadas finalmente por el propio desarrollo, como el estacionamiento y áreas de maniobra. No será construido un campamento para trabajadores.
C-6	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	Todos los residuos derivados de la construcción del inmueble, serán acopiados temporalmente en sitios desprovistos de vegetación para ser trasladados fuera de la Reserva de Sian Ka'an hacia sitios autorizados dentro del poblado de Tulum, aunado a que dentro de este estudio de impacto ambiental se han propuesto una serie de medidas de mitigación tendientes a la protección ambiental de la zona, por lo tanto, se compromete a cumplir con lo manifestado, en particular en lo que se refiere al Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos. Se establecerán centros de acopio en sitios adecuados, señalizados por tipo de residuo y el transporte de estos se realizará con la periodicidad necesaria para evitar malos olotes, propagación de fauna nociva, etc..
C-7	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 del sitio, construcción y operación.	En su momento se cumplirá con lo establecido en las propuestas de medidas de mitigación, así como en lo relativo a las medidas que deberán tomarse para el manejo de maquinaria y equipo, manejo apropiado de los residuos sólidos y líquidos, y a la emisión de ruido.
C-8	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	Se tiene previsto el riego continuo de las áreas abiertas de la obra, así como del camino de acceso para evitar la dispersión de polvos. Asimismo, se

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
		solicitará expresamente a quienes trasladen los materiales, que estos vayan cubiertos con una lona.
C-9	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.	Una de las primeras obras del proyecto que se realizará, será la construcción de la fosa séptica y el humedal artificial.
C-10	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.	De acuerdo a los estudios realizados en campo dentro del área donde se pretende desarrollar el proyecto el sitio no presenta ningún tipo de vestigio arqueológico.
C-11	En el caso de las estructuras arqueológicas aisladas en predios de propiedad privada, las construcciones u obras autorizadas deberán contemplar una distancia de radio mínima de 10 m con centro construcción de cada estructura.	Este criterio no aplica al proyecto.
CRITERIOS PARA EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA		
EI-1	La SEMARNAP y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotécnias apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.	Se tiene programada la construcción de un humedal artificial para recibir las aguas provenientes de la fosa séptica. Asimismo, se tiene prevista la generación de energía eléctrica con base en un sistema de celdas fotovoltaicas colocadas en la azotea de la casa.
EI-2	Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá autorización de la SEMARNAP en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad municipal	Con la finalidad de cumplir con lo solicitado en este criterio, se ha realizado la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del proyecto "*Casa Beach*", la cual será

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	correspondiente.	sometida a evaluación de impacto ambiental ante esta Secretaría.
EI-4	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	Para cumplir con este criterio, se han sugerido dentro de la Manifestación de este proyecto, una serie de medidas para el manejo de residuos sólidos y líquidos.
EI-5	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.	Para cumplir con este criterio, se han sugerido dentro de la Manifestación de este proyecto, una serie de medidas para el manejo de residuos sólidos y líquidos, además de que los propietarios de la casa separarán la basura que se generé en orgánica e inorgánica considerándose su disposición en los sitios autorizados del poblado de Tulum.
EI-6	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 de colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.	El proyecto "*Casa Beach*", contará con su propio sistema de tratamiento de aguas negras, el cual contará con un biodigestor conectado a un humedal artificial.
EI-7	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 artifíciales, que cumplan con remociones mínimas del 90% tanto de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), como 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 garantice que no habrá percolación hacia el terreno o a	Como se mencionó en el criterio anterior, el proyecto contará con una fosa séptica unida a un humedal para el tratamiento de las aguas negras producidas por la operación del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	los cuerpos de agua naturales. La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en el criterio Ah.	
EI-8	Toda emisión de aguas deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	La promovente C. Bertha Marcela Lozano Téllez, realizará periódicamente los análisis necesarios de calidad del agua para vigilar que el sistema de tratamiento de aguas se encuentre funcionando adecuadamente y se cumpla en todo momento, con la normatividad ambiental vigente en materia de agua.
EI-9	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 m de profundidad. El agua proveniente de la fosa deberá mezclarse con un volumen de agua salina de mínimo el doble del 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.	El proyecto no considera la instalación de una fosa séptica; se contará con un biodigestor unido a un humedal artificial para el tratamiento de las aguas negras generadas durante la operación de la "Casa Beach".
EI-10	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 de 180 gr/m^3 de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considera la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva.	Este criterio no es aplicable al proyecto.

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
EI-11	En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	No se instalará sistema de riego.
EI-12	Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.	Dentro de este estudio de impacto se han establecido una serie de medidas de mitigación y recomendaciones de protección ambiental, en las que se establecen las medidas necesarias para la disposición adecuada de los residuos sólidos y líquidos, además, todos los deshechos serán concentrados en un sitio del proyecto para posteriormente ser dispuestos en sitios autorizados del poblado de Tulum.
EI-13	Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de 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.	Tal como se mencionó en el criterio EI-9, en este proyecto no se contará con fosa séptica, se hará uso de un biodigestor unido a un humedal artificial para el tratamiento de las aguas negras y se localizará en la parte oriente del predio, cumpliendo con este criterio.
EI-15	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.	No se realizarán obras de pavimentación de caminos, para acceder a la casa se utilizará una vereda serpenteante entre la vegetación, con un ancho máximo de 1 m.
EI-16	Cualquier modificación al trazo actual de los caminos requerirá la autorización de impacto ambiental de la SEMARNAT y del Gobierno del Estado.	Dentro del proyecto no se tiene contemplado realizar ningún tipo de modificación en las vialidades de la Reserva.
EI-17	Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.	Por el tipo de proyecto no está implicada la colocación de carteles publicitarios.

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
EI-18	Sólo se permitirá un cartel publicitario por predio con una dimensión máxima de 1.2 x 0.6 m, que indique la razón social o el nombre comercial y los servicios que se ofrecen dentro del propio predio.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
EI-19	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.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
EI-20	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.	No se contará con servidumbres de paso dentro del predio del proyecto.
EI-21	No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.	El predio no tiene acceso a la playa con vehículos, estos se mantendrán a la entrada de la casa en el estacionamiento ubicado en la fachada oeste de la casa.
EI-22	No se permite la instalación de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.	Este criterio no aplica al proyecto.
EI-23	No se permite la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para el acuatizaje de hidroaviones.	No se tiene previsto el uso de hidroaviones en relación con el desarrollo y operación del proyecto.
EI-24	No se permite la instalación de marinas.	No se tiene contemplada la construcción de marinas dentro del área del proyecto.
EI-26	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	Por el momento el proyecto no contempla la construcción de muelles o embarcaderos, por lo tanto, este criterio no es aplicable al mismo. En caso de que el algún momento se

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	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 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.	pretenda llevar a cabo esta actividad, se tomará en cuenta este criterio al momento de diseñar el proyecto, y se presentará la correspondiente solicitud a la SEMARNAT.
EI-27	La construcción de muelles o embarcaderos rústicos deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	No se contempla la construcción de un muelle en este proyecto.
EI-28	Se prohíbe el uso de creosota y otras substancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
EI-29	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 Caapechan, 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 cuando apoyen al dueño en su mantenimiento.	No se tiene prevista la construcción de rampas para maniobras, ni ninguna otra obra en la Laguna, ni en el mar.
EI-31	La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que el mismo contará con fotoceldas solares para el suministro de

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.	energía. En cuanto a telefonía, se tomará en cuenta la recomendación de este criterio.
EI-33	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.	Como se mencionó en el criterio anterior, el desarrollo contará con un sistema de fotoceldas para el suministro de energía y se contará con baterías de almacenamiento de energía.
EI-34	La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	El proyecto se apegará a lo establecido en este criterio.
EI-35	No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l (gas y diésel) y NOM.	Dentro de las instalaciones de la casa se contará únicamente con un tanque de gas LP de 30 litros, para el uso en cocina y uso alterno al calentador de agua.
EI-36	Se prohíben los campos de golf.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
EI-37	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.	El proyecto se acotará a lo dispuesto en el presente criterio, así como a lo establecido en la MIA-P en su Capítulo II, apartado de Manejo de Residuos Peligrosos.
EI-38	Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas	Este criterio no es aplicable al proyecto.
CRITERIOS DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA		
Ff-1	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.	No se tiene contemplado el uso de leña como combustible en este proyecto.
Ff-3	No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.	No se contemplan actividades de dragado.
Ff-6	Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.	El proyecto se acotará a lo dispuesto en el presente criterio, así como a lo establecido en la MIA-P en sus capítulos V-VI, apartado de Medidas Preventivas y de Mitigación para el

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
		manejo del hábitat de anidación de tortugas marinas.
Ff-7	En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	La iluminación de la casa será cubierta por la vegetación circundante, sin afectar la playa. La casa se encontrará aproximadamente a 30 m de la playa por lo que la luz no afectará a las actividades de anidación de las hembras de tortuga marina y eclosión de nidos.
Ff-8	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.	Las luces exteriores de las terrazas serán de color amarillo.
Ff-9	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.	No se considera el transito con vehículos motorizados en la playa y duna costera.
Ff-10	Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).	No se considera la intromisión de animales domésticos en el proyecto.
Ff-11	Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.	El proyecto se acotará a lo dispuesto en el presente criterio.
Ff-12	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	No se considera la posesión de caballos en el predio.
Ff-13	El establecimiento de viveros, invernaderos y criaderos de especies nativas, así como de Unidades de Manejo de Vida Silvestre requieren autorización de la SEMARNAT.	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que no se establecerán obras ni actividades de este tipo. Las especies rescatadas serán utilizadas para reforestar la parte oeste del predio.
Ff-14	Se requiere permiso de la SEMARNAT para el aprovechamiento de las hojas de las palmas *Thrinax radiata* y *Cocotrinax readii*.	No se pretende realizar el aprovechamiento de esta materia vegetal.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
Ff-16	Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos (*Felis catus*)	La casa tendrá un uso vacacional por lo que no se contará con animales domésticos.
Ff-17	Se promoverá la erradicación del pino de mar *Casuarina equisetifolia* y el restablecimiento de la flora nativa.	Dentro del predio no se cuenta con esta especie; sin embargo, en caso de su aparición, será retirada del predio para evitar su crecimiento dentro de la reserva.
Ff-18	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.	El proyecto se acotará a lo dispuesto en el presente criterio. La reforestación considera el uso de plantas halófitas, típicas de dunas costeras y de ser necesario se hará uso de los ejemplares rescatados durante la preparación del sitio.
Ff-19	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.	El proyecto se acotará a lo dispuesto en el presente criterio.
Ff-20	Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.	No se pretende la construcción de arrecifes artificiales.
Ff-21	Se prohíben los dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.	Dentro del proyecto no se contemplan ningunas de las actividades descritas en este criterio.
Ff-22	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.	No se tienen contempladas actividades en la zona de humedal contigua al predio.
CRITERIOS FORESTALES		
FO-1	Se permite la reforestación con palma de coco hasta en un 50 % del frente de mar de cada predio sin seccionarse.	La reforestación se efectuará con plantas nativas de vegetación halófita.
FO-2	En las áreas con presencia de palma de	Se conservarán las palmas de coco

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.	existentes en el predio.
FO-3	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.	No se empleará el fuego para la disposición de deshechos. El predio no forma parte de un cocotal.
FO-4	No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.	En el terreno sólo se retirarán las palmas que se ubiquen en el sitio de desplante del proyecto.
FO-5	Queda prohibida la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa (*Casuarina sp.*), Pirul Brasileño (*Schinus terebinthifolius*), Meleleuca (*Meleleuca quininervia*), Almendro (*Terminalia sp*) y Columbrina (*Columbrina asiática*), Eucaliptos (*Eucalipto sp*) y flamboyan (*Delonix regia*).	La reforestación del predio se efectuará con vegetación nativa halófita como *Hymenocallis caribea, Sesuvium portulacastrum, Thrinax radiata*, plantas suculentas, etc.
CRITERIOS PARA ACTIVIDADES INDUSTRIALES		
I-1	No se permite la instalación de industrias.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que el desarrollo será una casa habitacional.
I-2	Sólo se permitirá la instalación de talleres para la actividad artesanal 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.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que el desarrollo será una casa habitacional.
CRITERIOS PARA MANEJO DE ECOSISTEMAS		
MAE- 1	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.	Para la conservación de la calidad del manto freático se instalará un humedal artificial con biodigestor para el tratamiento del agua residual generada durante la operación de la casa. El agua potable será obtenida del poblado de Tulum desde donde será transportada hasta la casa.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
MAE-3	Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente autorización de impacto ambiental.	Los accesos a la playa serán rústicos (senderos), y para su establecimiento se buscarán los accesos naturales entre la vegetación, y se mantendrán a base de limpieza del estrato herbáceo, y no se considera la instalación de estructuras para acceder a la laguna de Boca Paila.
MAE-4	Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	No se efectuará la perforación de pozos.
MAE-5	La autorización para la construcción de pozos y su funcionamiento, requiere de autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de 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).	No se considera la perforación de pozos; en embargo, en caso de ser necesario se solicitará en tiempo y forma la autorización ante a la CNA.
MAE-6	El aprovechamiento de aguas subterráneas no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.	No se hará uso del agua subterránea.
MAE-7	Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia *in situ*.	El proyecto contará con una cisterna para el almacenamiento de agua pluvial, la cual contará con 19 m^2.
MAE-8	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	El proyecto no implica la modificación ni obstrucción de escurrimientos pluviales.
MAE-9	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.	El predio no cuenta con cenotes.
MAE-10	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	El predio no cuenta con estas formaciones.
MAE-11	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.	Dentro del área del proyecto no se cuenta con cenotes, cavernas o dolinas que puedan ser modificadas por el desarrollo del mismo.
MAE-12	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio	Como ya se mencionó anteriormente, dentro del área del proyecto no se

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	no menor de 50 m., alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	cuenta con cenotes, dolinas o cavernas que puedan ser modificadas por el mismo.
MAE-13	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	Los desechos orgánicos serán retirados de la casa periódicamente evitando su acumulación; sin embargo, en caso de que los desechos vegetales sean triturados y utilizados para la elaboración de composta, esto se hará dentro del área del proyecto y sobre una superficie apropiada para evitar la dispersión de lixiviados hacia el suelo.
MAE-14	Quedan prohibidas las quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	No se tiene contemplada la realización de ninguna de estas actividades.
MAE-15	No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.	No se tiene contemplada la realización de esta actividad. La disposición de desechos sólidos se llevará a cabo de acuerdo con lo señalado en las recomendaciones realizadas en la descripción del proyecto (Cap. II) y propuestas de medidas de mitigación (Cap. V-VI).
MAE-16	Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.	No se considera el acceso a la laguna de Boca Paila a través del manglar.
MAE-17	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 zigzag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados.	No se pretende llevar a cabo obras en los primeros 20 m de terreno frente al mar. Los senderos hacia la playa serán rústicos.
MAE-18	Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la Restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.	Este criterio no es aplicable al proyecto.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
MAE-19	El desarrollo de la infraestructura turística o habitacional solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio en sentido norte – sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir. Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación.	El proyecto cumple con lo establecido en este criterio, ya que la construcción de la casa se llevará a cabo en la zona central del predio en sentido norte sur.
MAE-20	Sólo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.	El proyecto pretende desmontar sólo la superficie requerida para la construcción de la casa y se considera la conservación de un alto porcentaje de la vegetación integrada a la construcción de la vivienda.
MAE-21	Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.	El proyecto pretende desmontar sólo la superficie requerida para la construcción de la casa
MAE-22	Con la excepción de la palma de coco *(Cocus nucifera*), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción.	No se tiene contemplado el uso de maderas del predio en la construcción del proyecto. Las maderas que se requieran para la construcción provendrán de casas comerciales autorizadas por la SEMARNAT.
MAE-23	Queda prohibida la extracción de recursos minerales y la remoción de arena de las playas y dunas, así como el uso o aprovechamiento de lajas de la zona rocosa intermareal.	No se tiene contemplada la extracción de ningún tipo de recurso natural del área del proyecto, todo recurso de este tipo que sea requerido para el desarrollo del proyecto, será obtenido de casas de materiales autorizadas.
MAE-24	La edificación de cercas y los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de 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.	No se tiene prevista la construcción de cercos, sin embargo, en caso de decidir realizar la construcción de alguno, se solicitará el visto bueno de la CONANP.
MAE-26	En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales	El proyecto se apegará a lo establecido en este criterio.

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	como palapas de madera de un poste y hojas de palma o pasto, siempre y cuando no sea un área de anidación de tortugas.	
CRITERIOS PARA ACTIVIDADES PECUARIAS		
P-1	No se permite la ganadería de Traspatio.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria en el área.
P-2	Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria en el área.
P-3	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 depositación en sitios autorizados o el uso de biodigestores.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria en el área.
P-4	No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria en el área.
CRITERIOS PARA APROVECHAMIENTOS TURÍSTICOS		
Tu-1	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.	No se pretende con este proyecto prestar servicios recreativos. Es un proyecto de índole particular.
Tu-2	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.	No se pretende con este proyecto prestar servicios recreativos. Es un proyecto de índole particular.
Tu-3	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	Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que no se trata de un servicio hotelero, sino de una casa habitacional unifamiliar de uso particular y cuenta con un frente de 20

DESCRIPCIÓN DE CRITERIO		PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	el uso de servidumbres voluntarias.	m.
Tu-5	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de playa o de campamento es de 350 m de frente de playa.	No se contempla ofrecer este tipo de servicios.
Tu-6	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.	No se contempla ofrecer este tipo de servicios.
Tu-7	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 ubicarán 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 una UGA de Protección o Restauración.	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que no se contempla ofrecer este tipo de servicios.
Tu-8	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.	No se contempla ofrecer este tipo de servicios.
Tu-9	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.	No se contempla ofrecer este tipo de servicios.
Tu-10	Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el	No se contempla ofrecer este tipo de servicios.

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicarán 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.	
Tu-11	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.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
Tu-13	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	Este criterio no es aplicable al proyecto.
Tu-14	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 por hectárea a partir de la undécima.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
Tu-15	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.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
Tu-20	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	Este criterio no es aplicable al proyecto.

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	voluntariamente así lo determinen. Dichas servidumbres deberán constar por escrito y se establecerán *ad perpetum* 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.	
Tu-21	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 Ambiental y el trámite de la Licencia de Construcción.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
Tu-22	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.	Por el momento no se tienen contempladas obras de este tipo en el proyecto.
Tu-23	Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
Tu-24	Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles u 8 m de altura.	La casa será de 2 niveles y se contempla una altura de máxima de 7 metros a nivel de azoteas.
Tu-26	No se permite el uso de plataformas flotantes, 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.	No se tiene intención de prestar servicios de hospedaje. El proyecto es de uso particular.
Tu-27	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	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que el mismo será una casa habitación.

	DESCRIPCIÓN DE CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
	condicionantes a las que habrán de sujetarse.	
Tu-28	Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	Se mantendrán los accesos a ZOFEMAT que existen actualmente en la zona.
Tu-29	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.	Este criterio no es aplicable al proyecto. En la zona del proyecto no se cuenta con cavernas ni cenotes.
Tu-30	El uso y aplicación de otros instrumentos jurídicos o administrativos que promuevan la equidad social en 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.	El proyecto se apegará a lo dispuesto en el presente criterio.

II.2.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano.

El predio del proyecto no se encuentra regulado por algún Plan o Programa de Desarrollo Urbano. Sin embargo, el promovente se apegará a las superficies de construcción establecidas en el Programa de Ordenamiento de Ecológico de la Reserva.

III.3. Normas Oficiales Mexicanas.

Para el proyecto "Casa Beach" se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación misma, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas que inciden en la regulación de dichas obras o actividades.

III..3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.

En cuanto a la Normas Oficiales Mexicanas que aplican al proyecto, cabe prestar atención a la vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003 y el 7 de mayo de

2004, a través del cual se modifica los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16), por lo que a continuación se desglosa el cumplimiento a cada uno de los numerales que conforman dicha norma y su modificación.

Aunque no existe propiamente un humedal dentro de los límites del predio, sí se encontró un ecotono matorral costero – humedal, por lo anterior, aunque no se realizarán actividades de construcción en esta zona, deberá ser tomada en cuenta la NOM-022-SEMARNAT-2003 publicada el 10 de abril de 2003 en el Diario Oficial de la Federación, en su numeral 4.16 que a la letra dice:

"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, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo."

En este sentido, aun cuando el proyecto no afecta ninguna de las especies, ya que estas se ubican al oeste del camino en el ecotono con el manglar (Cap. IV), se debería estar dejando una superficie de amortiguamiento de 100 m respecto a la zona en donde se encuentran estas especies, sin embargo, la distancia entre las obras y el inicio del manglar no cumple con los requerimientos de la NOM-022-SEMARNAT-2003 publicada el 10 de abril del 2003. Ante las recientes modificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003 publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 2004, en el artículo único, el numeral 4.16 se modificó de la siguiente forma:

Artículo Único. - Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue:

"4.43. La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.12 y los límites 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."

Bajo este nuevo panorama, el proyecto considera llevar a cabo las medidas compensatorias que a continuación se detallan, razón por la cual el proyecto "Casa Beach" se ajustan de manera total a lo establecido por la Norma NOM-022-SEMARNAT-2003.

Medidas compensatorias:

Tal y como se manifestó en el estudio de impacto ambiental del proyecto, y como se puede observar en el mapa de vegetación del predio, en la zona Oeste se desarrolla el ecosistema de manglar por lo que las medidas de compensación propuestas son las siguientes:

1. Limpieza permanente y retiro de los residuos sólidos presentes en el ecotono.
2. Evitar cualquier tipo de obra en esta parte del predio.
3. En caso de ser necesario, se realizará la reforestación de los márgenes del camino con especies nativas.

Con la intención de analizar y vincular cada uno de los puntos establecidos en esta Norma, a continuación, se hace la descripción y cumplimiento de los mismos.

Numeral 4.0. *El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. Debe garantizarse en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:*

a) La integridad del flujo hidrológico del humedal costero.

El diseño y operación del proyecto no modifica el patrón ni la dinámica geohidrológica subyacente en el predio, con relación al flujo hidrológico superficial y subsuperficial del humedal, éste se garantiza en sentido paralelo y perpendicular a la costa, pues no hay afectación alguna a este tipo de vegetación.

b) La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;

El diseño del proyecto garantiza la conservación del manglar colindante con el límite del predio, así como el mantenimiento de la hidrología superficial y subsuperficial existente en el terreno. Ambas condiciones garantizan su funcionalidad y vínculo con

los ecosistemas vecinos, como son la selva, la duna costera y zona marina adyacente.

c) Su productividad natural;

El área de manglar localizada dentro del predio se encuentra en buenas condiciones ya que no se realizan actividades en él; sin embargo, como ecosistema de humedal costero no posee todas sus funciones ecológicas, ya que este es un ecotono de matorral costero-humedal y no un humedal costero como tal.

d) La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;

Si aplicamos el concepto de capacidad de carga de un ecosistema, en las actividades turísticas la capacidad de carga se define de acuerdo con LENO CERRO, (1989, 411) como el "umbral de actividad turística más allá del cual se produce una saturación del equipamiento turístico, una saturación del medio ambiente o una disminución de la calidad de la experiencia turística", por lo que es factible decir que el diseño del proyecto no afecta la estructura ni funcionamiento básicos de este ecosistema. Por una parte, el diseño conserva el 100% de la superficie total del manglar existente y, por la otra, asegura los procesos ambientales básicos que le dan sostén, como es la hidrología superficial y subsuperficial. Además de incrementar la calidad de la experiencia turística.

e) Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.

Hasta el momento, las funciones y servicios ambientales principales proporcionados por los humedales presentes en la zona, entre los que destaca su papel como hábitat crítico para diversas especies de fauna están en buenas condiciones. Tomando en consideración este escenario el proyecto considera: conservar el 100% de la superficie de manglar.

f) 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.

El diseño del proyecto condiciona la conservación del 100% del manglar presente en las cercanías de la porción Oeste del predio, manteniendo los procesos

ambientales que lo sostienen, como son la hidrología superficial y subsuperficial. No se afectarán las funciones y servicios ambientales que proporciona el manglar a otros ecosistemas adyacentes.

g) *Cambio de las características ecológicas;*
Servicios 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).

El diseño del proyecto asegura la conservación del 100% del manglar de todo el predio, manteniendo los procesos ambientales que lo sostienen, como son la hidrología superficial y subsuperficial. Por tanto, se conservarán las funciones ecológicas y eco fisiológicos de este ecosistema como hasta el momento.

Numeral 4.1. *Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.*

El proyecto que se pretende realizar es una casa habitación, la cual no se desplantara en la zona del ecotono matorral costero – humedal; además, la zona de manglar no se localiza dentro del predio.

Numeral 4.2. Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

El proyecto no considera la construcción de canales, se trata de una casa habitación que no se desplantará en la zona del ecotono matorral costero-humedal.

Numeral 4.3. Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.

El proyecto no considera la construcción de canales.

Numeral 4.4. El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

El proyecto no contempla la creación de infraestructura marina fija, ni obras que ganen terreno a la unidad hidrológica en la zona de manglar.

Numeral 4.5. Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

El proyecto no considera la construcción de bordos por lo que el flujo del manglar no se verá afectado.

Numeral 4.6. Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.

No se consideran actividades que impliquen procesos de contaminación y asolvamiento al ecosistema de manglar del predio.

Numeral 4.7. La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.

El proyecto no contempla el uso o vertimiento de agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros de la región.

Numeral 4.8. Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

El proyecto contará con un humedal artificial, por lo que las aguas tratadas procedentes serán utilizadas para el riego de áreas verdes y no vertidas al manglar.

Numeral 4.9. El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.

No se realizará este tipo de actividad dentro de área del proyecto.

Numeral 4.10. La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.

No se realizará este tipo de actividad dentro de área del proyecto.

Numeral 4.11. Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

El proyecto no considera la introducción de especies de flora y fauna exóticas.

Numeral 4.12. Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

El presente documento conforma el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, el cual no modificará las características ambientales citadas en este punto, así como tampoco afectará los servicios ambientales o ecológicos que prestan los manglares en el sistema ambiental, debido a que el proyecto no se desplantará en este ecosistema.

Numeral 4.13. En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar la libre circulación de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

Este punto no es aplicable al proyecto, ya que el mismo no se construirá en este ecosistema.

Numeral 4.14. La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

El proyecto no considera la construcción de vialidades, se hará uso del camino de terracería que comunica a toda la Reserva; además no se realizará construcción alguna en la zona de manglar.

Numeral 4.15. Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

El diseño del proyecto, no considera la instalación de postes, ductos, torres o líneas.

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.

Si bien el proyecto se desplantará a una distancia de 65 m del ecotono de matorral costero-humedal; este no afectará de modo alguno las funciones de los manglares localizados en la zona, ya que el predio se encuentra fragmentado por el camino de terracería que conduce de Tulum hacia Boca Paila.

Numeral 4.17. La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

La empresa promovente verificará que todo el material requerido para la construcción del proyecto se obtenga de bancos autorizados.

Numeral 4.18. Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

No se considera ninguna de las actividades descritas en este numeral, la conservación 100% del ecosistema de manglar está asegurado ya que no se cortará ningún ejemplar de las especies de manglar existentes, y no se desarrollará nada en esta área.

Numeral 4.19. Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

No se considera la realización de ningún tipo de obra dentro del ecosistema de manglar.

Numeral 4.20. Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

Todos los residuos sólidos generados durante cada una de las etapas del proyecto, serán dispuestos mediante el servicio de limpia del municipio, y retirados durante la etapa de operación por los propietarios del proyecto.

Numeral 4.21. Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semi intensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

No se considera la instalación de ningún tipo de granja camaronícola en el predio del proyecto ni en la zona de manglar.

Numeral 4.22. No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

Esta actividad no está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica.

Numeral 4.23. En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

Este numeral no aplica al proyecto ya que no se pretende la construcción de canales.

Numeral 4.24. Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

Este numeral no aplica al proyecto ya que no se pretende la construcción de infraestructura acuícola.

Numeral 4.25. La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

Este numeral no aplica al proyecto ya que no se pretende la construcción de infraestructura acuícola.

Numeral 4.26. Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

Esta actividad no está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica.

Numeral 4.27. Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

Esta actividad no está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica.

Numeral 4.28. La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

Como se mencionó anteriormente, dentro de predio del proyecto no se cuenta con un humedal costero como tal, ya que se trata de un econoto de matorral costero-humedal; sin embargo, el proyecto no considera el uso del manglar para la colocación de infraestructura turística, por tanto, este numeral no es aplicable al proyecto.

Numeral 4.29. Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

Esta actividad no está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica.

Numeral 4.30. En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

Esta actividad en zonas del humedal no está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica.

Numeral 4.31. El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies

El proyecto no considera este tipo de actividad ni ninguna otra oferta turística.

Numeral 4.32. Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.

El proyecto no propiciará la fragmentación del humedal ya que no se derribará ningún árbol de manglar.

Numeral 4.33. La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

Este numeral no es aplicable al proyecto ya que no se pretende realizar la construcción de canales.

Numeral 4.34. Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos

No se realizar ningún tipo de afectación en este tipo de ecosistemas, ya que no se realizarán actividades en el ecotono de matorral-costero humedal.

Numeral 4.35. Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

El desarrollo del proyecto no afectará la superficie del humedal ya que no se pretende desarrollar actividad alguna en esa zona, por lo que no se considera que se interrumpa de modo alguna la continuidad y contigüidad del ecosistema.

Numeral 4.36. Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.

El proyecto no se desarrollará en la zona de manglar, e independientemente de esto, se pretende conservar y preservar la zona de manglar localizada dentro del predio, manteniendo los procesos ambientales que lo sostienen, como son la hidrología superficial y subsuperficial. Por tanto, se considera la no afectación de las funciones y servicios ambientales que proporciona el manglar, así como tampoco se afectarán los corredores biológicos o pasos de fauna que permitan el libre paso de la misma dentro del predio.

Numeral 4.37. Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

El desarrollo del proyecto pretende la conservación del área de manglar existente de lado de la laguna de Boca Paila, manteniendo los procesos ambientales que lo sostienen, como son la hidrología superficial y subsuperficial. Por tanto, se considera que no se afectarán las funciones y servicios ambientales que proporciona el manglar.

Numeral 4.38. Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

El objetivo del proyecto no es la restauración de zonas de manglar; sin embargo, debido a que dentro de la propiedad, en su lado Oeste se cuenta con un pequeña zona de manglar, se pretende darle como uso el de conservación.

Numeral 4.39. La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

No se pretende realizar ninguna de las actividades citadas en este numeral.

Numeral 4.40. Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

Como se refiere en la especificación anterior, (numeral 4.39) no se pretende realizar ninguna actividad en relación a la restauración del mangle por lo que no se utilizará e introducirá ninguna especie exótica en estos sitios.

Numeral 4.41. La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

Como se ha mencionado con anterioridad, la zona del mangle no será restaurada.

Numeral 4.42. Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.

En el presente estudio se consideró de manera integral el análisis del Sistema Ambiental Regional del que forma parte el proyecto y predio.

III.3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta Norma Oficial Mexicana establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional, establecidas por esta Norma.

En el predio del proyecto sólo se registró una especie vegetal incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; y ninguna especie de fauna; sin embargo, en el área de la Reserva es común observar iguana gris *Ctenosaura similis*, por lo que es importante mencionar que con la construcción y operación del proyecto no se ponen en riesgo las especies de flora y de fauna de la zona.

Tabla 15. Especies de flora citadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y encontradas dentro del predio.

Nombre común	Nombre Científico	Categoría
Palma Chit	*Thrinax radiata*	Amenazada No endémica

El promovente pretende seguir protegiendo estas especies de flora y fauna, manteniendo los ejemplares de vegetación sin usos o aprovechamientos y como medida de prevención durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, se propone la colocación de letreros que indiquen el nombre de la especie, señalando para el caso de la fauna, la prohibición de su captura, molestarlos y/o de alimentarlos.

Por otro lado, dado que el promovente no pretende promover la inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de

riesgo, esta Norma no es aplicable al proyecto en este sentido, sin embargo, es un referente para la aplicabilidad de algunos artículos de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente, así como de la Ley General de Vida Silvestre.

III.3.3 Otras Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

A continuación, se cita un cuadro resumen que incluye las Normas Oficiales Mexicanas que aplican al proyecto "Casa Beach" durante las etapas de preparación, construcción y operación.

Tabla 16. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

Etapa de Preparación (E.P), Etapa de Construcción (E.C), Etapa de Operación (E.O)

Protección de Especies de Flora y Fauna		Vinculación con el proyecto	E.P.	E.C	E.O.
NOM-022-SEMARNAT-2003.	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento, sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	El predio del proyecto se ubica en el ecosistema de manglar; sin embargo, si colindan con este en su parte Oeste y no se realizará ningún tipo de obra en este lado.	X	X	X
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.	Durante las labores de preparación del sitio y construcción, se llevará a cabo el rescate de los ejemplares viables de sobrevivir y serán sembrados en la porción Oeste del predio como medida de compensación. En el caso de la fauna, se rescatará y trasladará a las especies de fauna que sean de lento desplazamiento a donde la autoridad competente lo indique.	X	X	X
Calidad del Agua Residual		**Vinculación con el proyecto**	**E.P.**	**E.C**	**E.O.**
NOM-001-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Una vez operando el proyecto, con la puesta en operación de la planta de aguas residuales, la promovente o los propietarios de la casa habitación, deberán cumplir estrictamente con los parámetros que establece la citada Norma Oficial Mexicana, ya que el agua tratada se utilizará para el riego de áreas verdes y ajardinadas.			X
Emisiones a la atmósfera por fuentes fijas		**Vinculación con el proyecto**	**E.P.**	**E.C**	**E.O.**
NOM-081-SEMARNAT-1994.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición (Aclaración 03-marzo-1995).	Se considera que la emisión de ruido en cualquier etapa del proyecto no rebasará los 65 dB. Sin embargo, para evitar impactos o molestias adicionales a la fauna silvestre, durante la etapa de construcción se establecerá un horario máximo de trabajo de 07:00 a.m. a 06:00	X	X	

		p.m.			
Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles		**Vinculación con el proyecto**	**E.P.**	**E.C**	**E.O.**
NOM-044-SEMARNAT-1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	La promovente exigirá a la constructora contratada para cualquier etapa del proyecto, la aplicación de un programa de mantenimiento de sus vehículos y equipos de combustión, aun cuando en Quintana Roo no existe un programa de control y verificación de contaminantes.	X	X	
NOM-045-SEMARNAT-1996.	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	La promovente exigirá a la constructora contratada para cualquier etapa del proyecto, la aplicación de un programa de mantenimiento de sus vehículos y equipos de combustión, aun cuando en Quintana Roo no existe un programa de control y verificación de contaminantes.	X	X	
NOM-050-SEMARNAT-1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	La promovente exigirá a la constructora contratada para cualquier etapa del proyecto, la aplicación de un programa de mantenimiento de sus vehículos y equipos de combustión, aun cuando en Quintana Roo no existe un programa de control y verificación de contaminantes.	X	X	

III.4 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

Las disposiciones normativas establecidas en esta porción de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an serán respetadas por el promovente quien tienen la intención de llevar a cabo el proyecto con el menor impacto ambiental posible, permitiendo de esta manera que se conserven las características ecológicas del entorno.

III.4.1 Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

El proyecto se ubica dentro de la Reserva de Sian Ka'an de acuerdo con el DECRETO expedido el día 20 de enero de 1986 el cual le confiere a la zona la categoría de Reserva de la Biosfera y se encuentra regida por el Programa de Manejo de la Reserva de Sian Ka'an el cual fue presentado por el Instituto de Ecología de la SEMARNAT. Entre los objetivos que plantea este programa se encuentra el uso racional de los recursos naturales. En esta publicación se marcan las estrategias que se deben seguir para dar un uso sostenido a la reserva y permitir mantener a los ecosistemas como muestra representativa de la región Mesoamericana y del Caribe de la República Mexicana. En 1987, la UNESCO decreto en 1987 a la Reserva de Sian Ka'an como Patrimonio de la humanidad.

III.5 Regiones Prioritarias para la Conservación.

III.5.1 Región Prioritaria Terrestre RTP 147 – Sian Ka'an-Uayamil-Xcalak.

De acuerdo con Arriaga L, J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores), la Reserva de Sian Ka'an se encuentra dentro de la Región Sur Sureste, ocupa dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias de México; el número 147 corresponde a la región Sian ka'an-Uayamil-Xcalak.

La Región Terrestre Prioritaria RTP-147 Sian Ka'an-Uayamil-Xcalak., se ubica en las coordenadas siguientes: Latitud N: 18° 10' 48" a 20° 07' 12", Longitud W: 87° 24' 36" a 88° 07' 48", abarcando los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco. Cuenta con una superficie de 6,808 km2.

Es una Región definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la bahía

de Chetumal. En ella 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-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual 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.

Figura 13. Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias de México, según CONABIO. El círculo amarillo muestra la Región 147 donde se ubica la Reserva de Sian Ka'an.

Cuenta con una gran cantidad de especies endémicas, como son algunas palmas (el chit y la kuká), la despeinada, que pertenece a la familia de las yucas y el árbol de siricote, entre otras. En cuanto a flora destacan la palma chit, el siricote de playa, la uva de mar, el chacá o palo mulato, la riñonina y el lirio de mar, entre otras. En cuanto a fauna, los inventarios sobre diversos grupos de fauna arrojan importante información, por ejemplo, se han descrito 103 especies de mamíferos, con especies amenazadas o en peligro de extinción, así como cinco especies de felinos (jaguar, puma, tigrillo, ocelote y leoncillo), el tapir, el jaguar, el manatí, el mono araña, y el saraguato, entre otros. Del grupo de las aves, el hocofaisán, la cigüeña jabirú, el flamenco rosa y los tucanes, entre otras.

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 (baja). Algunas partes de la región se encuentran con vegetación secundaria por actividades ganaderas o agrícolas.

Nivel de fragmentación de la región (bajo). La conectividad se mantiene entre los fragmentos de vegetación.

Prácticas de manejo inadecuado (bajo). Sobreexplotación de especies comerciales, incremento de actividades turísticas, irregularidad en la tenencia de la tierra, invasión de especies exóticas, incendios forestales, cacería y extracción de recursos en forma clandestina.

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.

Como proyectos de restauración cuenta con proyectos de erradicación de la casuarina y de limpieza de playas.

Dentro de las áreas prioritarias de conservación del Norte de América, la Reserva de Sian Ka'an se ubica dentro de las Regiones de mayor importancia y más amenazadas; la Región 13 corresponde al Arrecife Maya y Sistemas Costeros y Marinos del Sur de Florida.

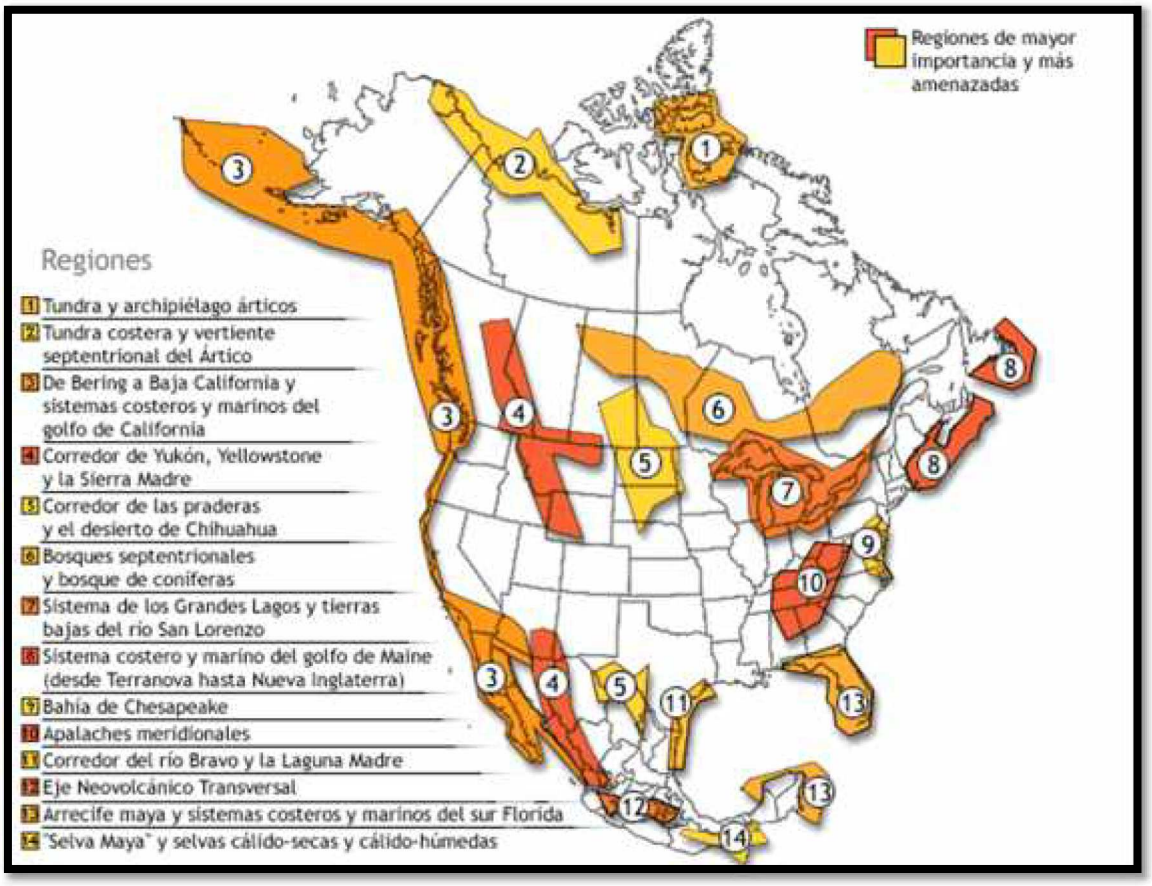


Figura 14. Mapa de ubicación de las regiones de mayor importancia y más amenazadas, correspondiendo a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an el número 13: Arrecie maya y sistemas costeros y marinos del sur de Florida.

III.5.2 Región Marina Prioritaria 65, Sian Ka'an.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se ubica dentro de la Región Marina Prioritaria No. 65; cuenta con una extensión de 5,147 km^2; su clima es cálido húmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 22-26°C; ocurren tormentas tropicales, huracanes y nortes.

Su geología está conformada básicamente de rocas sedimentarias. En sus aguas predomina la corriente del Caribe, En cuanto a su Biodiversidad, esta está conformada principalmente de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Es zona de

reproducción y refugio de manatí, tortugas (*Chelonia mydas*, caguama) y aves migratorias. Cuenta con una abundancia y rareza de moluscos (*Strombus gigas*), crustáceos (*Panulirus argus*).

En cuanto a los aspectos económicos, es una zona pesquera de tiburón y langosta, de tres cooperativas. El turismo en la zona va de Punta Allen a Vígia Grande. Cuenta con desarrollos turísticos costeros.

Las principales problemáticas de la zona son las siguientes:

- **Modificación del entorno**: daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.

- **Contaminación**: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.

- **Uso de recursos**: presión del sector pesquero sobre el coral negro y tiburón. Se encuentran en peligro los cocodrilos, las tortugas y el manatí.

- **Conservación**: la zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional.

Figura 15. Mapa de la Región Marina Prioritaria No. 65, donde se ubica la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

III.5.3 Región Hidrológica Prioritaria No. 108, Sian Ka'an.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, cuenta con una extensión de 5,517.15 km^2. Sus recursos hídricos principales lénticos son laguna Chunyaxche, cenotes, lagunas costeras, lagos, humedales, marismas lóticos: canales, ríos subterráneos.

Geológicamente la zona está constituida por calizas granulosas, llamadas sascab, que no se han mineralizado. Los suelos son del tipo Gleysol, Zolonchak, Litosol y Rendzinas.

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura promedio anual es de 24-28°C. La precipitación total anual es de 1300-2000 mm. Sus principales poblados son Punta Herrero, Punta Allen, Felipe Carrillo Puerto, Chunyaxchem, Muyil, Uaymil, Chumpón, Vigía Chico y Tres Reyes.

Las **principales actividades económicas** son el turismo, agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca deportiva y pesquerías de langosta, sábalo, robalo, pargos y langostino.

Esta región se caracteriza por una alta incidencia de endemismos, además de ser un corredor migratorio hacia Centro y Sudamérica.

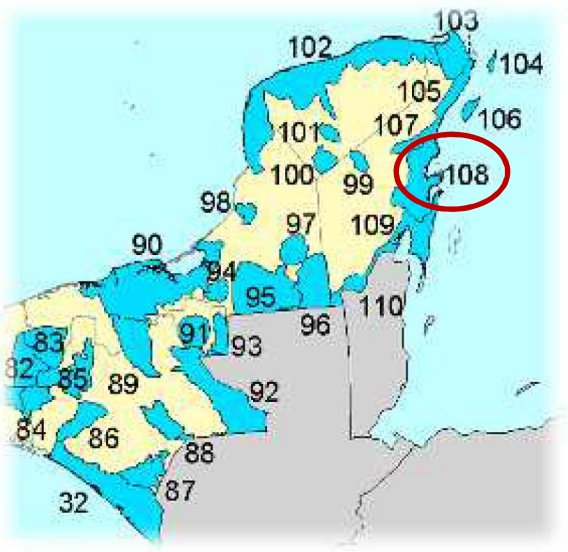


Figura 16. Región hidrológica prioritaria 108.

Problemática.

- **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 no selectivas.

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.

III.5.4 Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Sian Ka'an.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se ubica en un área plana y poco elevada sobre el nivel del mar. No existen ríos, el agua que recibe el suelo se filtra rápidamente. La vegetación de la zona es muy variada e incluye lagunas costeras y cayos.

La zona se considera Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO. Existen varias especies cuasiendémicas de aves y 9 endémicas, incluyendo especies amenazadas y en peligro de extinción. Es de gran importancia para las aves de selva y acuáticas. Además, existe otro tipo de fauna en el área como son *Felis concolor, Leopardus pardalis, Tapirus bairdii, Ateles geoffroyi, Chelonia mydas* y Caretta Caretta.

En cuanto a la vegetación, está conformada por selvas medianas en un gradiente hacia el mar pasando a selvas inundables, pantanos de agua dulce y salobre, lagunas costeras y cayos y también petenes.

Se considera una zona importante para llevar a cabo estudios sobre la dinámica de los humedales en buen estado de conservación.

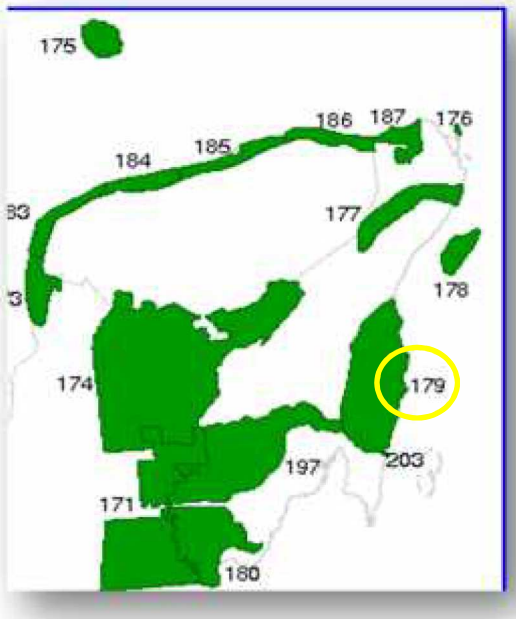


Figura 17. El circulo amarillo muestra el AICA No. 179, correspondiente al área de Sian Ka'an.

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

IV.1. Delimitación del Área de Estudio.

El predio donde pretende desarrollarse el proyecto *"***Casa Beach II***"* se ubica aproximadamente a 13 Km del acceso norte a la Reserva (Arco Maya), en la **zona de amortiguamiento** de la región conocida como "Boca Paila" y cuenta con una superficie es de 2,180.00 m^2.

El área de estudio se encuentra en la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en el estado de Quintana Roo, en el municipio de Tulum. El límite oriental de dicha reserva es el Mar Caribe; abarca dos grandes bahías, la de La Ascensión y la del Espíritu Santo y una barrera de arrecifes, hasta la profundidad de 50 m en la plataforma continental. Al suroeste los linderos son el límite de las marismas con las selvas subperennifolias y al sur la línea divisoria de los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othon P. Blanco (19°05'00"). Al norte (20°06'00") y noroeste los límites son políticos, marcados por los linderos de los ejidos Pino Suárez y Chunyaxche (INE, 1993; INE, 1996; Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an comprende 528,147 hectáreas, de las cuales, aproximadamente 120,000 son marinas. Ocupa una planicie calcárea parcialmente emergida que desciende gradualmente hacia el mar, formando un gradiente que va de sitios secos hasta inundables. En este gradiente se desarrollan las selvas medianas, selvas bajas, selvas inundables, marismas y manglares. También existen lagunas salobres, zonas oceánicas someras y arrecifes coralinos. El área presenta las oquedades y desniveles característicos del sustrato calcáreo y contiene variaciones como son los cenotes, petenes, lagunas, cayos y ojos de agua. Todo ello conforma un complejo sistema hidrológico con una notable diversidad de ambientes y de vida silvestre. Asimismo, Sian Ka'an alberga dos asentamientos humanos importantes: Punta Herrero y Punta Allen.

La barrera arrecifal de Sian Ka'an, con 110 Km de longitud, se ubica en el límite oriental de la reserva, en el área de amortiguamiento sobre la isobata de los 50 metros y forma parte del segundo arrecife más largo del mundo con una belleza incomparable, que es habitad de una gran cantidad de especies marinas, de las cuales algunas son de importancia económica (INE 1993, INE 1996 y Gómez-Pompa y Dirzo 1995).

Con el propósito de precisar los límites del área de estudio y de influencia del proyecto, así como el identificar las condiciones físico-bióticas que prevalecen en ellas, se analizaron los criterios que aplican para el predio de interés ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental Tu1 del POET de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an.

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

En la parte Centro-Norte de Quintana Roo, dentro de los Municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum, se encuentra el Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an decretada en el D.O.F. el 20 de enero de 1986. Este sitio es la conjunción de diversos ecosistemas, en donde se pueden apreciar extensas y hermosas playas, selvas inundables, medianas y bajas donde todavía se observa el animal más respetado por los mayas, el jaguar. Por sus características e importancia natural, en diciembre de 1987, fue inscrita en la lista del Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad, por la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia la Educación y la Cultura (UNESCO).

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an es uno de los lugares eco turísticos por excelencia en el Estado. En su zona costera se han desarrollado desde hace varios años pequeños proyectos de casas-habitación para amantes de la naturaleza que buscan un lugar tranquilo para vivir y descansar, donde cuenten con privacidad, belleza escénica y gran riqueza cultural.

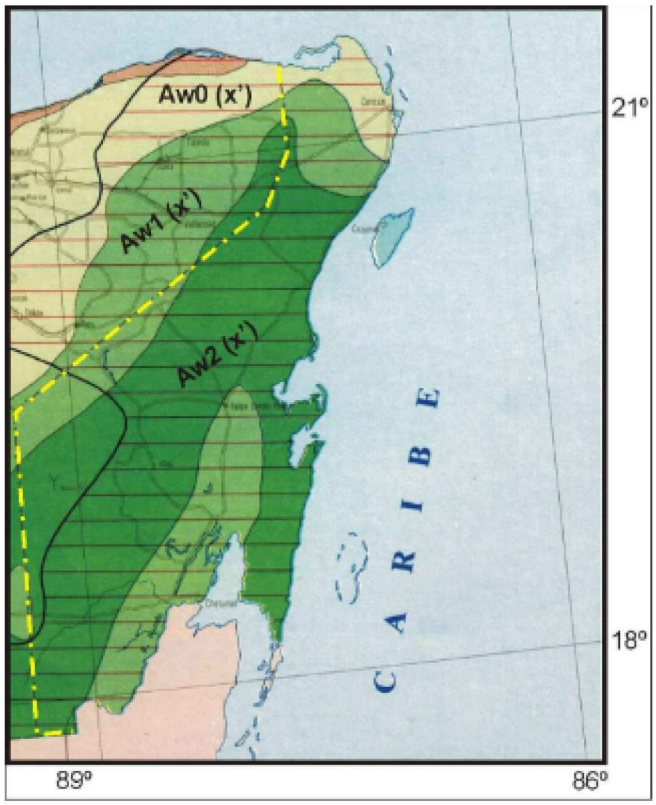
En los últimos años la demanda de desarrollo en esta zona ha crecido, por lo que las autoridades han implementado acciones para mantener y conservar las características que hacen de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, una de las bellezas naturales del mundo. Entre las más sobresalientes está el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, el cual fue editado en 1993. Actualmente, uno de los principales instrumentos reguladores en la reserva es el ***Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Reserva de Sian Ka'an***, el cual fue decretado el 14 de mayo de 2002.

Para cumplir con la reglamentación vigente en materia de protección ambiental y permitir una adecuada planeación del proyecto ***"*Casa Beach II*"*** se presenta la caracterización ambiental del predio, la cual ofrece una descripción del ambiente empezando a una escala regional, donde se exponen los datos generales de los aspectos abióticos, como clima, geología, edafología e hidrología; para posteriormente, hacer una descripción detallada de los aspectos bióticos más relevantes del predio.

IV.2.1 Aspectos Abióticos.

a) Clima.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1978), el clima en el sistema ambiental corresponde al tipo climático denominado: Aw2(x'), el cual se denomina cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este clima, es el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación media anual entre 1,500 y 2,000 mm y temperatura media anual entre 26 y 28 °C. Además, el predio se ubica dentro de la isoterma de los 26 °C y la isoyeta de los 1,500 mm de precipitación anual.



Por su temperatura / Por su humedad	SUBHÚMEDOS		
CÁLIDO Y MUY CÁLIDOS (temperatura media anual mayor a 18 °C)	A w_2 (x')	A w_1 (x')	A wo (x')

Figura 18. Clasificación climática del Estado de Quintana Roo. (SEMARNAT. 2002. Características Ambientales de la Zona Costera del Caribe Mexicano. Fuente: www.semarnat.gob.mx).

Temperatura. La estación climática de Tulum (CONAGUA) que es la estación más cercana al área del proyecto, registró para los años 1951-2010, los valores de temperaturas mínimas en los meses de noviembre y diciembre y, las temperaturas máximas entre mayo y agosto.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Normal	23.5	24.0	25.4	26.2	27.0	27.2	27.0	27.1	21.1	20.6	19.4	18.2

La temperatura promedio anual es de 25.7 °C, mientras que la media mensual oscila de 23.9 °C. En el mes más frío (febrero) la temperatura fue de 18.2 °C y en el más cálido (junio), la temperatura fue de 27.2°C. La misma fuente indica que la temperatura máxima registrada para la zona durante el periodo mencionado fue de 37.9 °C, para el mes de mayo de 2005, en tanto que la temperatura mínima se registró en octubre de 1992 con 8.2 °C.

Precipitación. Para determinar los valores promedio de precipitación en la zona, se consideraron los valores de la estación climatológica de Tulum, que cuenta con datos de 1951 al 2010.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Normal	61.88	13.76	20.38	53.08	88.39	131.85	66.79	92.09	145.64	133.87	91.20	44.91

Los datos anteriores, permiten identificar que los meses con mayor precipitación son junio, septiembre y octubre, mientras que los meses más secos son febrero y marzo. Un 25% del total lluvias de invierno son originadas por los "nortes", que se acompañan en ocasiones por vientos de 100 km/h. La nubosidad en la zona es alta, 200 días nublados por año y la humedad relativa promedio es superior al 80%.

Viento. La región del Caribe se encuentra dentro de la zona de influencia de los vientos Alisios, por lo que durante la mayor parte del año soplan vientos del este, con velocidades entre 15 y 20 nudos. Durante los meses de invierno, el área comprendida dentro del Golfo de México y la parte occidental del Caribe, se ve afectada por líneas frontales de baja temperatura que generan vientos del noroeste (con intensidades que sobrepasan los 40 nudos y llegan a alcanzar rachas de 60 y 70 nudos), lo que provoca marejadas considerables y alteraciones al patrón de circulación marina. Ocasionalmente se encuentran vientos del oeste después del paso de un frente frío o cuando se aproxima alguna perturbación ciclónica tropical (INE, 1996).

El viento es un factor constante en Sian Ka'an y sopla predominantemente de este a oeste. No se registran vientos de componente oeste.

Huracanes. En el estado durante las temporadas de verano y otoño son comunes las tormentas tropicales, que descargan considerables cantidades de agua en la zona. Dichas tormentas en virtud de la intensidad de sus vientos pueden convertirse en huracanes que llegan a alcanzar velocidades superiores a los 300 Km/hr.

Respecto de los huracanes que han impactado a Quintana Roo, estos se han presentado en los meses de septiembre y octubre, no obstante, en el Caribe la temporada inicia desde junio y se prolonga hasta octubre de cada año.

Sian Ka'an presenta un frente amplio a la trayectoria de los huracanes; en los últimos 88 años 11 de ellos han entrado por sus costas. Las consecuencias destructivas de los huracanes para los asentamientos humanos y los cultivos de litoral han sido una de las causas por las que Sian Ka'an se encuentra despoblado. El mayor asentamiento que hubo en la costa, Vigía Chico, fue abandonado a raíz de su destrucción total por el ciclón Hilda en 1955 (INE, 1993).

Tabla 17. Ciclones que han afectado la zona sur del estado de Quintana Roo

Fecha	Nombre	Categoría	Velocidad (Km/hr)
Septiembre, 1955	Janet	Huracán Intensidad 4	230
Octubre, 1961	Hatie	Huracán Intensidad 4	240
Agosto, 1971	Chloe	Tormenta tropical	50
Septiembre 1971	Carla	Huracán Intensidad 4	250
Septiembre, 1971	Edith	Tormenta Tropical	100
Septiembre, 1974	Carmen	Huracán Intensidad 4	242
Octubre, 1977	Frida	Tormenta Tropical	55
Septiembre, 1980	Hermine	Tormenta Tropical	110
Septiembre, 1988	Gilberto	Huracán Intensidad 5	324
Septiembre, 1995	Roxanne	Huracán Intensidad 3	185
Agosto, 1996	Dolly	Huracán Intensidad 1	140
Octubre de 1999	Mich	Huracán Intensidad 5	270
Agosto de 2001	Chantal	Tormenta tropical	115
Julio de 2005	Emily	Huracán Intensidad 4	215
Octubre de 2005	Wilma	Huracán Intensidad 5	280

Los fenómenos naturales que afectan la zona, son las tormentas tropicales y huracanes que se presentan durante los meses de julio a septiembre. Entre los meteoros más importantes en años recientes, se encuentran: El huracán Gilberto en 1988 de categorías 5. El Roxana en 1995, que azoto directamente las costas de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, causo erosión de playas y dunas costeras. El huracán Wilma, en 2005, con categoría 5.

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la dinámica costera de Quintana Roo. La fuerza del embate, ocasiona pérdida de la flora y fauna del litoral en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar, sufren rupturas, desgajamiento y "quemaduras" por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje (Merino y Otero, 1991).
Otro efecto importante de los huracanes es el desprendimiento de gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que aumenta considerablemente la posibilidad de incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje.

Sin embargo, es bien sabido que las modificaciones originadas por los huracanes son clasificadas como perturbaciones de origen natural, que están de alguna forma "*contempladas*" por las comunidades tropicales. En particular, el efecto más evidente de estos huracanes en el área de estudio, fue la gran cantidad de basura que fue arrastrada a las costas como madera, plásticos, redes, vidrios, etc.

b) Geología y geomorfología.

Fisiografía. El sistema ambiental, se ubica en la provincia fisiográfica número XI, subprovincia fisiográfica, denominada Costa Baja de Quintana Roo, cuyas características se describen a continuación.

Costa Baja de Quintana Roo: Se extiende a lo largo del borde oriental; se caracteriza por su relieve escalonado que desciende de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. Está constituido por una llanura rocosa suavemente ondulada, en la que se han formado extensas zonas de inundación temporal. La franja litoral se caracteriza por presentar numerosas lagunas y áreas pantanosas.

La línea de costa frecuentemente presenta puntas rocosas cubiertas parcialmente por depósitos de litoral. Paralela a la costa se ha desarrollado una barrera arrecifal que delimita una extensa zona lagunar.

La región se caracteriza por la ausencia casi total de drenaje superficial. El drenaje es esencialmente subterráneo y se manifiesta en la superficie por los pozos naturales que se conocen regionalmente como "cenotes".

Estratigrafía. Esta región se encuentra constituida principalmente por rocas carbonatadas del terciario y del Reciente. El Terciario Superior está representado por calizas que parecen corresponder a la parte superior de la Formación Carrillo Puerto de edad Post-Mioceno, formación según J. Buterlin (1958), se encuentra cubriendo en concordancia a la unidad calcárea no aflorante en el área, del Mioceno Superior o en forma discordante a las secuencias eocénicas, tampoco expuestas en el área.

Del Reciente se tienen abundantes depósitos no consolidados, así como el desarrollo de un complejo arrecifal.

Formación Carrillo Puerto. Se caracteriza porque en los niveles inferiores de sus losas existen capas de conchillas cementadas (coquinas) recubiertas por calizas duras amarillentas con restos de moluscos y madréporas. Encima hay calizas arenosas impuras y no cementadas de colores amarillentos, rojizos y blancos. Se extiende desde la población de Pedro Antonio de los Santos hacia el norte del estado por la parte oriental hasta unos kilómetros al norte de Cancún y en la región oriental del estado a lo largo de la cuenca del Río Hondo frente a Belice.

La Reserva se encuentra dentro de la unidad orogénica Plataforma Yucateca, caracterizada por ser bastante plana, con una suave e imperceptible inclinación de sur a norte y sin elevaciones importantes. Sian Ka'an se ubica en un área plana y poco elevada sobre el nivel del mar, por lo cual aún los pequeños cambios topográficos tienen mucha importancia en la configuración del paisaje (*INE, 1993; INE, 1996; Gómez-Pompa y Dirzo, 1995*).

No existen ríos superficiales en el área ya que el agua que recibe el suelo se filtra rápidamente y de la misma manera sale hacia el mar; en las partes bajas pueden aflorar lagunas someras o zonas inundables durante la época de lluvias. Durante esta época la mayor parte de la porción terrestre de la reserva se inunda (*Gómez-Pompa y Dirzo, 1995*). Según el INEGI, el área de estudio corresponde a una zona litoral con origen en el periodo cuaternario.

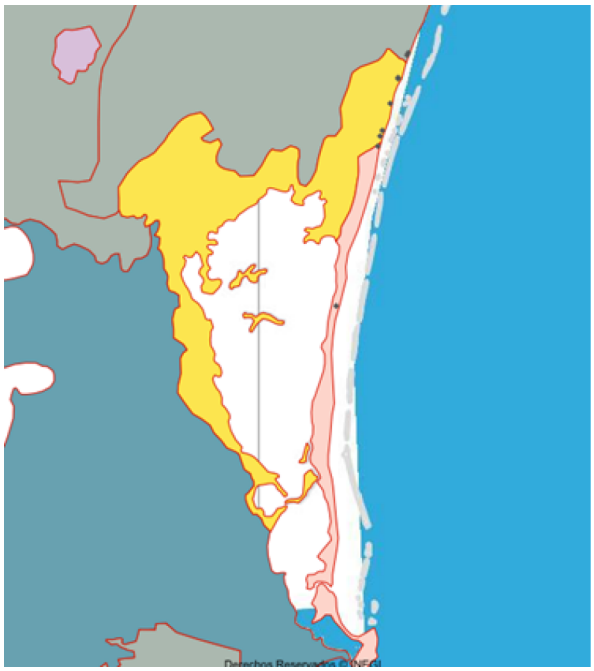


Figura 19. Geología del área de estudio. (*Fuente:* INEGI, carta geológica Cozumel, 16-11, escala 1: 250,000).

Regosol calcárico

c) Suelos.

La Reserva se sitúa sobre un subsuelo calcáreo con suelos poco profundos en las partes elevadas y con el manto freático muy cerca de la superficie (hasta 8 metros). Las variaciones edáficas y topográficas ocasionan diferencias en los periodos de inundación, que, junto con la salinidad, determinan en gran medida el tipo de vegetación que se establece en cada sitio. De acuerdo con Gómez-Pompa y Dirzo (1995), en la reserva se observan cuatro unidades de suelos:

a) Gleysol mólico en la parte central y centro sur,
b) litosol en la porción sudoeste y en las zonas costeras del centro y del sur,
c) Rendzina, aproximadamente a 7 km al sur de la laguna Chunyaxche en la porción norte y,
d) Solonchak órtico, caracterizado por presentar un alto contenido de sales en algunas partes.

Los suelos en Sian Ka'an son generalmente más pobres que los del resto de la Península. Son también más jóvenes y por lo tanto poco evolucionados, pedregosos, someros, fácilmente

degradables y con potencial forestal. Dentro de la clasificación de FAO (1974), dichos suelos corresponden a los tipos litosol y rendzina. El subsuelo está íntegramente formado por calizas blancas, arenosas, llamadas *saskab*, no mineralizadas, que por intemperismo se endurecen y forman placas en la superficie conocidas como lajas. Entre las lajas la vegetación ha abierto oquedades y ha aportado capas delgadas de materia orgánica (INE 1993).

Regosol (RG): Del griego: *rhegos*, debajo y zola, ceniza; connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra. Los Regosoles se encuentran juntos o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas.

La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es el Regosol calcárico (RGc), constituido por suelos calcáreos por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

d) Hidrología superficial y subterránea.

- **Superficial.**

De acuerdo con la clasificación del plano de hidrología superficial editado por el INEGI el sistema ambiental queda comprendido dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán este, cuenca Cuencas cerradas y subcuencas Laguna Chunyaxche y varias con una superficie total de la subcuenca de 39,579 km2. Esta región abarca los tres estados de la península, y continúa en los países de Guatemala y Belice. Ocupa el 68.23% de la superficie de Quintana Roo, desde poco más al norte de la parte media hasta el sur de la entidad. Limita al norte con la Región Hidrológica Yucatán, al este con el mar Caribe y la Bahía de Chetumal, al sur con Belice y Guatemala, al oeste con Campeche, y al noroeste con el estado de Yucatán. Esta región está conformada por dos cuencas: 33A Bahía de Chetumal y otras y 33B Cuencas cerradas. El Sistema ambiental, se ubica en la Cuenca Cerrada.
Las Cuencas cerradas, se ubican al este de Quintana Roo, ocupan un área equivalente a 33.47% de la superficie estatal; limita al norte con la Región Hidrológica Yucatán Norte con una línea sinuosa que sigue aproximadamente el paralelo 20° de latitud norte, al sureste con la cuenca 33A Bahía de Chetumal y otras, y al oeste con el estado de Campeche, al noreste continua en el estado de Yucatán.

La temperatura media es de 26° C, la precipitación varía desde 1000 al oeste, hasta 1500 mm al noreste, y el rango de escurrimiento superficial predominante es de 0 a 5%, debido a

la alta permeabilidad de las rocas, a la escasa pendiente y a la abundante vegetación, que origina que la lluvia al caer se infiltre en poco tiempo. En esta cuenca se encuentran esparcidas algunas unidades con rango de escurrimiento de 5.1 a 10% que ocupan las partes más bajas, donde la acumulación de aguas es frecuente o permanente; también existe el rango de 10.1 a 15% en suelos impermeables con cubierta vegetal media o escasa, en la parte sur de la cuenta y, finalmente, un rango de 20.1 a 25% en la zona noreste. El coeficiente de escurrimiento del Sistema ambiental es de 0 a 5%.

No existen corrientes superficiales, pero abundan las lagunas como la de Chuyaxche, Campeche, Chichankanab, Paytoro y Nohá.

En las partes altas de la Reserva, los únicos cuerpos de agua son los cenotes, lo cuales se originan por el hundimiento de la bóveda kárstica. En la Reserva de Sian Ka'an hay algunos cenotes con más de 50 m de diámetro y lagunas formadas en oquedades impermeabilizadas con poca profundidad y con mayor riqueza orgánica. Se reportan alrededor de 70 lagunas dentro de la Reserva.

- **Subterránea.**

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se encuentra dentro de la zona geohidrológica denominada Costas Bajas y que también comprende los alrededores de las Bahías de Chetumal, Espíritu Santo y Ascensión, así como las áreas de playa que van desde Playa del Carmen hasta Cancún.

Se considera una zona de alta permeabilidad donde se encuentra una delgada capa de agua dulce sobre la salada, y en donde es muy probable que se presente intrusión salina.
La dirección del flujo subterráneo (Figura 20) es hacia las costas y bahías y la profundidad del acuífero va de 5 a 10 m, aunque existen áreas donde se puede encontrar hasta a un metro de la superficie. Su espesor medio es de 19 m. Es la zona más crítica del estado pues presenta las condiciones más adversas para la conservación del acuífero y las más favorables para la intrusión salina (INEGI, 2002).

El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE.

El nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie, como máximo a 8 m y en las partes más bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias.

Al final de la temporada de lluvias, hasta un 70% de la parte terrestre de la Reserva puede encontrarse inundada. No así durante la época seca, cuando sólo un 20% permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro (INE, 1993).

Figura 20. Esquematización del flujo de aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

e) Hidrografía.

De acuerdo con la CONAGUA (2002), en la Península de Yucatán la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido, estos se desarrollan principalmente en la subregión Candelaria, la cual queda comprendida entre las coordenadas 89° 27' y 92° 05' de longitud oeste y 17° 49' y 19° 00' de latitud norte y colinda al norte con la Laguna de Términos, el Golfo de México y la subregión Campeche (o Región Hidrológica RH 31). La zona de estudio en la Reserva de Sian Ka'an, se ubica en la Región Hidrológica RH 33 donde el Río Hondo es el único cuerpo superficial importante en la zona.

Su cuenca tributaria tiene una extensión de 9,958 km2 y una extensión de 125 km y sirve de frontera entre México y Belice. Tiene una profundidad de 10 m y 50 m de ancho sus aguas son depositadas en la Bahía de Chetumal, sus afluentes más importantes son el río Azul y los arroyos San Román y Ucúm.

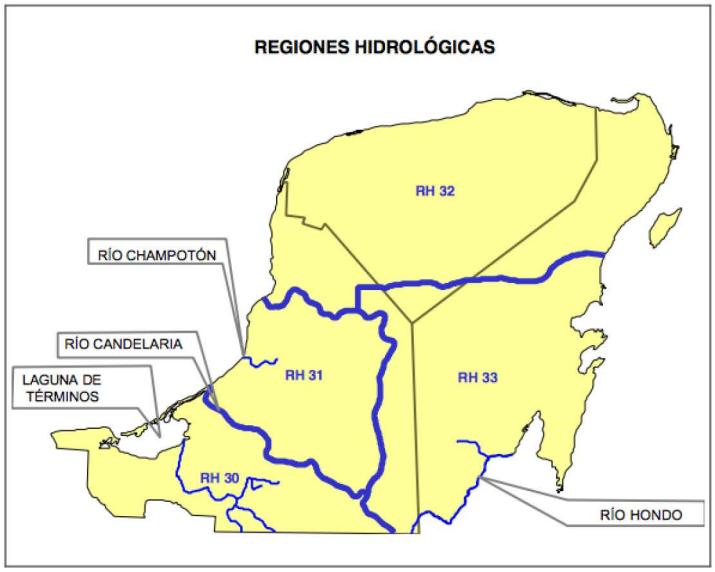


Figura 21. Regiones hidrológicas del Estado de Quintana Roo.

IV.2.2 Aspectos Bióticos.

a) Sistema Ambiental del área del proyecto.

El Sistema Ambiental se refiere al área en torno al predio que puede modificar las características naturales de éste o que en un momento dado puede ser modificada por el desarrollo del proyecto de manera directa.
El Sistema Ambiental del predio donde pretende desarrollarse el proyecto ***"Casa Beach II"*** se definió con base en la topografía y la distribución de los tipos de vegetación en un área de 1 km^2 alrededor del predio, así como en límites artificiales como caminos o áreas con políticas de desarrollo o manejo ya establecidas.

Los límites del Sistema Ambiental son (Figura 22):

- Al **norte,** con el límite Norte de la UGA TU 1.
- Al **sur,** con la UGA TU 1.
- Al **este, con la** ZOFEMAT y la UGA marina M1.
- Al **oeste**, con la laguna Boca Paila.

Figura 22. Sistema ambiental de efecto directo al mar Caribe, Zona costera y laguna Boca Paila.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an fue decretada como Área Natural Protegida (ANP) desde 1986; a partir de entonces se controlaron los accesos y el aprovechamiento de sus recursos. El predio donde pretende desarrollarse el proyecto ***"Casa Beach II"*** se ubica dentro esta Reserva, en la zona central de una delgada península separada del continente por varios cuerpos lagunares someros, de aguas salobres a hipersalinas, cuya distribución de norte a sur es la siguiente: Laguna Caapechan, Laguna Boca Paila y Laguna Xamach.

Existen áreas inundadas permanentemente que mantienen comunicación subterránea con las lagunas o el mar, así como áreas que se inundan durante la época de lluvias, por lo que los procesos ecológicos terrestres en la zona están estrechamente vinculados con dichas lagunas y el mar.

El Sistema Ambiental local se localiza en la unidad geohidrológica denominada "*de material no consolidado con posibilidades bajas*", típica de zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales e inundables; compuesta por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo de espesor reducido. Esta unidad es incapaz de formar acuíferos y se desarrolla sobre rocas calcáreas que funcionan como acuíferos de tipo libre (INEGI, 2002). El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE (UNAM, 1980 citado en INE, 1993). El rango de escurrimiento superficial es de 20-30% (INEGI, 2002).

De acuerdo con el INEGI (2002), la fisiografía del Sistema Ambiental local corresponde a playas con fases inundables y salinas. Los suelos son pedregosos, someros, inundables y fácilmente degradables y en general han sido poco estudiados. Son más pobres que los del resto de la península debido a que son más jóvenes y poco evolucionados. En las zonas bajas se acumulan sedimentos finos arrastrados por los flujos hídricos superficiales, que forman suelos profundos de textura muy fina, inundables y pesados, llamados Ak'alches, que pueden secarse y agrietarse durante la época de secas (INE, 1993).

Los tipos de vegetación que se desarrollan en el área corresponden a duna costera, manglar de franja y manglar chaparro. Las dunas costeras ocupan todo el litoral marino situado entre el límite norte de la Reserva y Punta Allen y en el área descrita, la comunidad dominante está compuesta por *Ernodea – Coccoloba – Thrinax*. El cocotero (*Cocos nucifera*) es una especie abundante en el área debido a que fue cultivada hace varias décadas. También es común encontrar ejemplares de *Casuarina equisetifolia*. El manglar de franja se distribuye alrededor de las lagunas sobre suelo orgánico que se forma sobre la marga. Está compuesto por *Rhizophora mangle, Avicennia germinans y Laguncularia racemosa* y su altura promedio es de 12 m, aunque puede ser menor dependiendo de la profundidad y salinidad del agua y del suelo. El manglar chaparro está compuesto por las mismas especies que el manglar de franja, pero su altura no sobrepasa los 3 m. Se desarrolla en áreas que generalmente no permanecen inundadas todo el año y que incluso pueden secarse totalmente durante la época de estiaje (Olmsted y Durán, 1990).

En cuanto a la fauna, en el área del sistema ambiental se han reportado 10 especies de mamíferos terrestres, la mayoría registrados en el área de manglar (Pozo y Escobedo, 1999).

En la zona marina frente a la costa de Sian Ka'an se desarrolla una barrera arrecifal con cerca de 110 km de longitud, que forma parte de la segunda cadena arrecifal más larga del mundo. Los arrecifes disminuyen la energía del oleaje marino en las bahías, dando lugar a zonas con alta tasa de sedimentación en donde se desarrolla vegetación de manglar (INE, 1993). En esta zona de la Reserva la cresta arrecifal termina en un sistema incipiente de macizos y canales, dominado por gorgonáceos, algas y pedacearía de coral, hasta una profundidad de 6 o 7 metros, después continúa un canal de arena paralelo a la costa, bastante irregular en anchura. El arrecife frontal interior comienza entre los 8 y 10 metros de profundidad, en algunas partes consiste en macizos de no más de 20 o 30 metros de largo, pero de 5 a 6 metros de alto y se pueden encontrar grandes blanquizales (Gutiérrez *et al.*, 1993).

Los ecosistemas que se desarrollan alrededor del predio se encuentran poco perturbados, con excepción de una zona ubicada a 200 m aproximadamente del predio donde se encuentra un destacamento de la Marina de México. En este predio se retiró la vegetación. La continuidad de la vegetación se encuentra interrumpida por un camino de terracería paralelo a la línea de costa y separado de ella aproximadamente a 70 m en promedio, de alrededor de 5 m de ancho, que va de Tulum hacia Punta Allen. Otros elementos que

también interrumpen la continuidad de la vegetación y alteran el paisaje de la zona son casas de playa y caminos transversales a la línea de costa que conducen hacia pequeños muelles en la laguna de Boca Paila (Figura 23).

Figura 23. En el círculo naranja se observa el predio del destacamento de la Marina de México, así como el sitio del proyecto en amarillo.

Figura 24. En esta imagen se puede observar el camino que divide la franja de vegetación en la UGA TU 1.

Figura 25. Fotografía aérea del Sistema Ambiental del proyecto **"Casa Beach II"** tomada de Google Earth. El Pin amarillo muestra la ubicación el predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

b) Vegetación en el predio del proyecto.

La metodología empleada para realizar el apartado de vegetación y flora del presente estudio, es una modificación a la metodología propuesta por The Nature Conservancy (1992) conocida como Evaluación Ecológica Rápida (EER). Dicha metodología, parte de un proceso flexible que se aplica, para obtener información biológica y ecológica que, sin ser exhaustiva, constituye una herramienta para la toma de decisiones en el desarrollo

ambiental de un proyecto o la conservación de un área de importancia especial. Su aplicación es útil y práctica cuando no es necesario realizar análisis biológicos y ecosistémicos más amplios en una región determinada o, incluso, los requerimientos de información no tienen pretensiones cientificistas.

Se basa en la recopilación de información consistente en la cartografía, imágenes de satélite, fotografías aéreas y bibliografía de tópicos o trabajos realizados en la zona de interés y su área de influencia.

I. Estudios preliminares.

En 1996, se realizó una interpretación fotográfica en el área de estudio para la elaboración del **Programa de Ordenamiento de la Reserva (2000)**. En el área donde se ubica el predio se encontró costa arenosa, vegetación de matorral costero, manglar y vegetación secundaria (Figura 26).

Antes de la publicación del decreto de la Reserva y para la delimitación y establecimiento de la misma, el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQROO) realizó en 1982 varios estudios de flora y fauna cuyos resultados se publicaron hacia fines de 1983 (INE, 1993).

Entre los estudios más especializados sobre flora y fauna de Sian Ka'an se encuentran los titulados "Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an Quintana Roo, México" (1990 y 1992) y "Biodiversidad Marina y Costera de México" (1993).

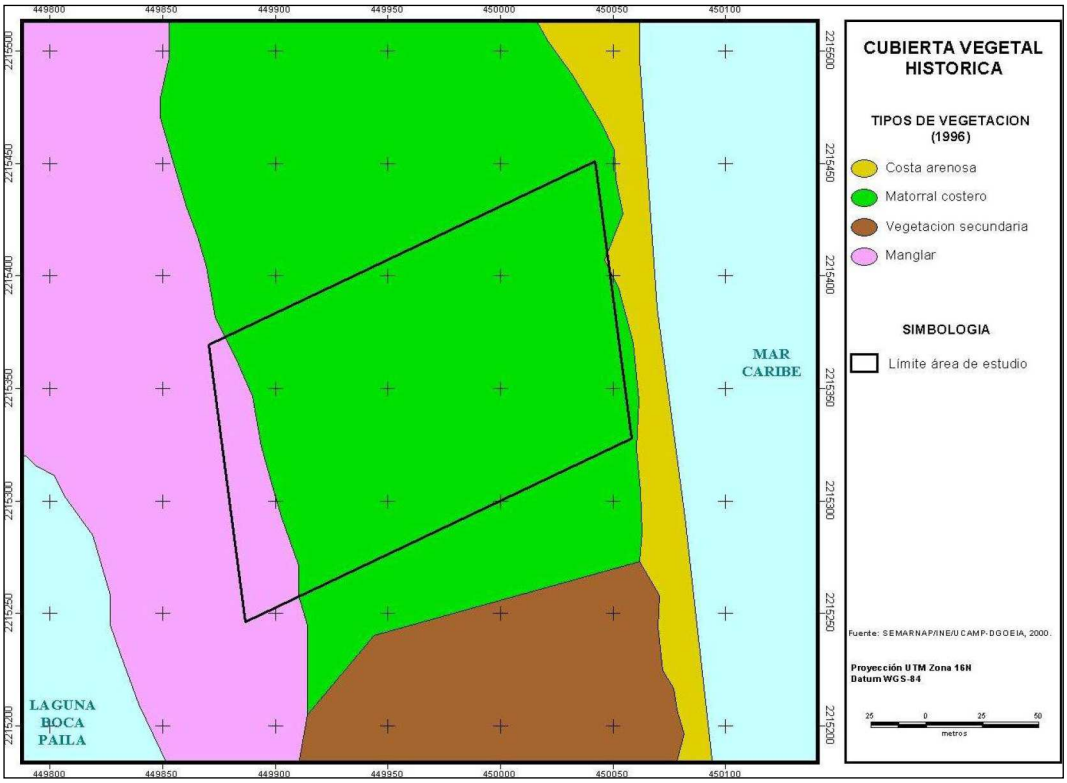


Figura 25. Vegetación presente en el área de estudio según el Programa de Ordenamiento de la Reserva (2000).

Olmsted y Duran (1990) mencionan que muchas zonas de la Reserva han sido perturbadas en diversos grados. Los daños provocados por los huracanes se pueden observar en algunas zonas. Sin embrago, las perturbaciones causadas por el hombre son las destrucciones y alteraciones más frecuentes y obvias. Talas, milpas y sobretodo incendios no controlados, han dejado sus huellas en muchas áreas que ahora tienen vegetación secundaria en diferentes estados de sucesión. Así mismo, refieren la observación y registro de 856 especies. Villanueva y Cabrera (1990) reportan la presencia de 69 especies adicionales como nuevos registros para la Reserva.

En cuanto al ambiente acuático Gutiérrez et al. (1993) caracterizaron los arrecifes coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo, dividiéndolos en 12 regiones. Los arrecifes relacionados con el área de estudios corresponden a la Región V, que comprende de Punta Pelícanos a Punta Allen.

II. Metodología.

El presente estudio es un diagnóstico general de los aspectos ecológicos más sobresalientes de la comunidad vegetal presente en el predio ***"Casa Beach II"*** para un periodo climático específico correspondiente al mes de febrero y junio de 2016.

En este diagnóstico se incluyen diversos análisis, tanto cuantitativos como cualitativos de la flora, apoyados en las técnicas y recomendaciones metodológicas descritas por diversos autores (Begon *et al.,* 1986; Fredericksen y Mostacedo, 2000; Krebs, 1985; Krebs, 1989; Zúñiga *et al.,* 2004). La vegetación del predio *"Casa Beach II"*, se caracterizó de acuerdo a criterios fisonómicos mediante la secuencia que a continuación se describe:

III. Información preliminar y prospección.

El trabajo de campo de prospección y de muestreo, se llevó a cabo en el mes de febrero y junio del 2016.

Con el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Marca Garmin modelo V se localizaron los vértices del polígono que conforman los linderos del predio. Se tomaron fotografías aéreas con ayuda de un Drone DJI s900 con cámara GH4 profesional.

Se ubicaron los diferentes puntos de muestreo en todas las etapas y puntos de apoyo para el procesamiento de la fotografía digital. Las lecturas se registraron en **UTM** (Proyectado en la Transversa Universal de Mercator) con Dátum **WGS84**, para la zona **16Q**.

Se revisaron los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes como el Programa de Manejo de la Reserva de Biosfera de Sian ka'an y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an.

Con base en las imágenes aéreas del predio, se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos y muestreos de la vegetación, así como la ubicación física de los linderos, mojoneras, antiguas brechas y otras particularidades del predio.

Figura 26. Fotografía aérea mostrando el límite del área de estudio porción Este.

Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony modelo Cyber-Shot de 24 Mega píxeles y un lente de acercamiento de 30 x óptico.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000), quienes señalan que es un método que permite un muestreo en sitios homogéneamente distribuidos a lo largo y ancho del área de estudio y es útil para superficies relativamente pequeñas, mismo que a continuación se describe:

IV. Tamaño de muestra y Registro de datos.

De acuerdo con las características del predio y a la homogeneidad de la comunidad vegetal presente, se planteó una red de muestreo conformada por 10 sitios, distribuidos en 2 líneas perpendiculares y 5 líneas paralelas a la costa (Figura 27).

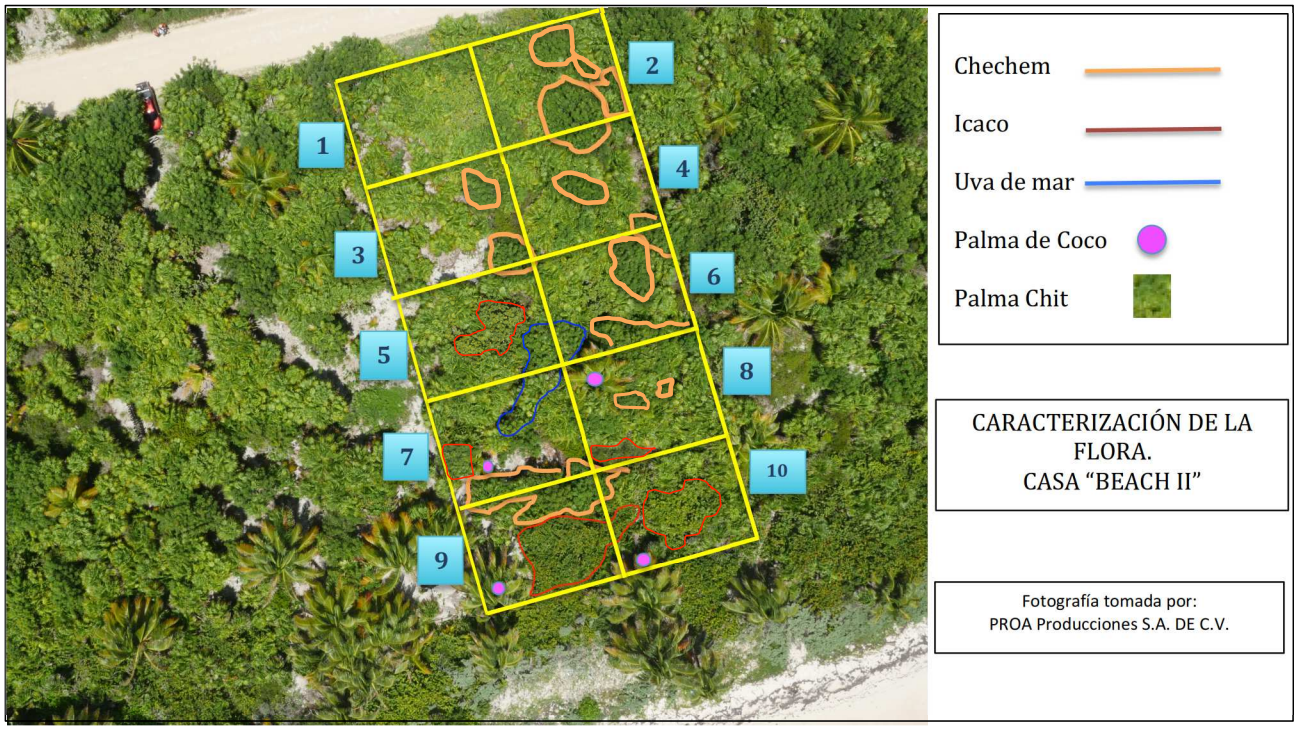


Figura 27. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio.

En cada sitio de muestreo se trazó un cuadrante de 5 m x 10 m con un total de 10 cuadrantes; en cada uno se registraron los siguientes aspectos de la vegetación:

1. Número de individuos por especie y estrato vegetal al que pertenecen.
2. Altura promedio por individuo.
3. Nombre científico de las especies encontradas.
4. Nombre común de las especies encontradas
5. Familia botánica de las especies encontradas
6. Perímetro del tronco a la altura del pecho (DAP) para los árboles.
7. Estimación del porcentaje total de la cobertura de cada especie.

La superficie total del predio es de 2180 m^2, por lo que el tamaño de la muestra cubrió una superficie de 1,129.8 m^2 que considera la totalidad del predio en la porción Este, por lo que se consideró suficiente para obtener datos representativos de la vegetación del predio de acuerdo con el método descrito por Begon et al. (1986), Fredericksen y Mostacedo (2000), Krebs (1985) y Krebs (1989).

Por lo que se refiere a la porción del predio ubicado en la porción Oeste del camino de terracería, se presenta la distribución de especies dentro del predio. En esta porción de la propiedad, domina la especie Thrinax radiata sobre cualquiera de las especies presentes, existen además claros de superficie carentes de vegetación, por lo que únicamente se

presenta la caracterización de la flora del lugar ya que en dicha superficie no se realizará ningún trabajo referente al proyecto.

En la figura 28 se presenta la distribución de la vegetación en esta porción del predio, misma que se explicará posteriormente.

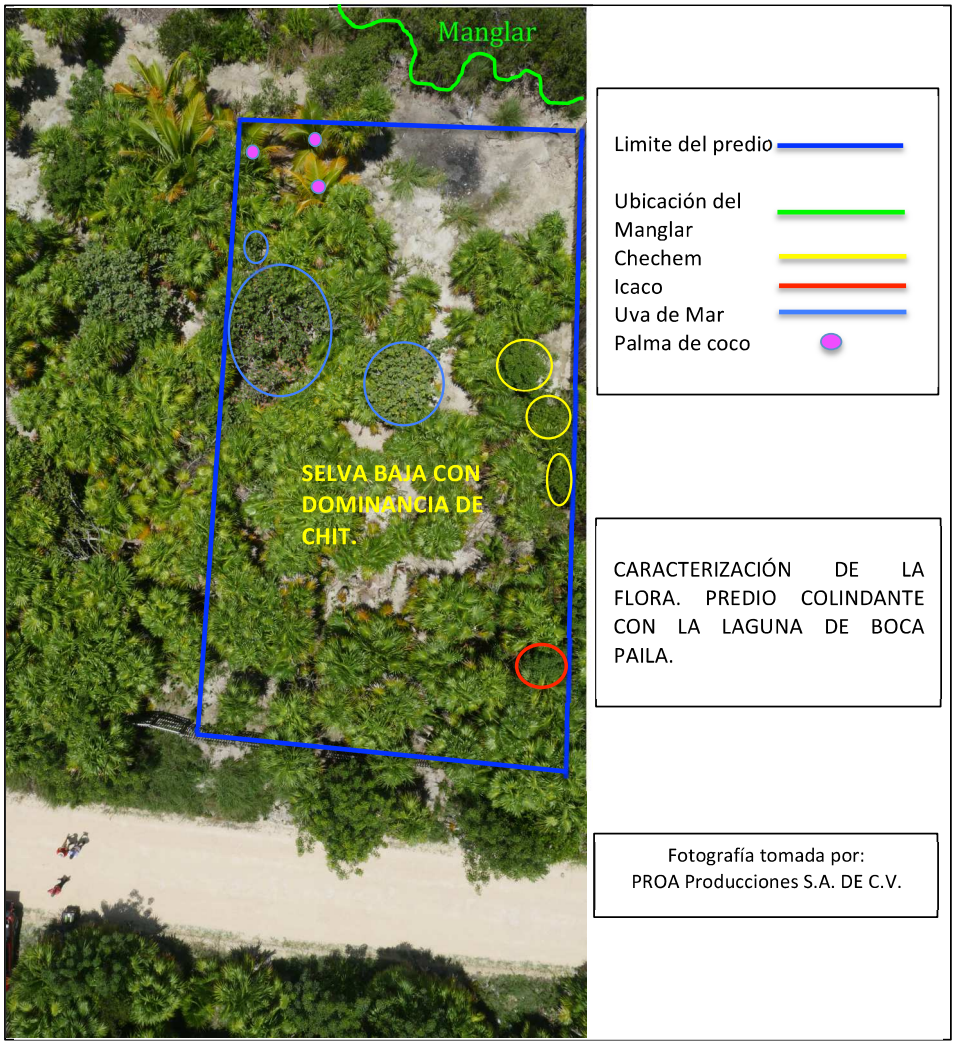


Figura 28. *Distribución de la vegetación en la porción Oeste del predio.*

V. Análisis de resultados.

Con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros de la comunidad vegetal que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica. Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra "S".

Índice de Diversidad. La diversidad de especies considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies. El índice de Simpson es la probabilidad numérica de que dos individuos elegidos al azar en una población sean de la misma especie y su fórmula es la siguiente:

$$\text{Índice de Shannon Wiever (D)} = 1 - \sum_{i=1}^{S} (p_i)^2$$

Donde:

S= Riqueza específica de la comunidad.
p_i= Proporción de individuos de la especie *i* en la comunidad = Número de individuos de la especie "X" / Número total de individuos.

Equitabilidad. Compara los valores de diversidad observados con los esperados si la diversidad fuera máxima (H'max) es decir, si todas las especies tuvieran un mismo número de individuos. Toma valores entre 0 y 1 y se calcula según la siguiente fórmula:

$$E = H'/H'\ max.$$

Donde:

H'=Índice de Diversidad y H' max es la diversidad máxima esperada.

Cobertura. La cobertura se expresa en términos del porcentaje de una superficie dada ocupada por cierta especie. A través de este dato es posible determinar la dominancia de especies o formas de vida y es muy utilizada con especies cuya forma de crecimiento o propagación no permiten distinguir individuos, como por ejemplo los pastos y algunos arbustos.

Densidad o abundancia. La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad definida con la letra "D" es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa "Dr" o absoluta "Da".

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Dr} = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X" x 100}}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presentes en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calcula con la siguiente formula:

$$\mathbf{Da} = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X" x área total}}{\text{Área muestreada en m}^2}$$

Frecuencia. La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir es el número de unidades de muestreo en las que una especie está presente. La Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Fr} = \frac{\text{Frecuencia de la especie "X" x 100}}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}}$$

Diámetro. El diámetro del tronco de un árbol consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia, este parámetro se midió utilizando una cinta métrica a una altura promedio de 1.3 m de la superficie del suelo, obteniendo el perímetro del tronco a la altura del pecho.
El nivel de 1.3 m de altura para realizar la medición sólo se utilizó para estimar el perímetro de los individuos con formas de vida arbóreas. Uno de los supuestos de este cálculo es que se considera que los troncos tienen una forma circular perfecta al corte. Esta medida también es una forma de calcular la dominancia. Con estos datos se calculó el diámetro mediante las siguientes formulas:

$$D = \text{Perímetro Altura del Pecho} / \pi$$

Donde:

D = Diámetro a la altura del pecho
P = Perímetro o circunferencia a la altura del pecho (1.30 m).
π = 3.14159226

Dominancia. La Dominancia relativa (Dr) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies expresada en porcentaje y se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{\text{Área ocupada por el tronco a la altura del pecho de la especie "X" x 100}}{\text{Área ocupada por el tronco a la altura del pecho de todas las especies}}$$

Índice de Valor de importancia (I.V.I.). El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, con base en tres parámetros; dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), 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. se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de área, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 300.

Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia relativas (cobertura y área) de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener el Orden de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada. De esta forma se comparó cada valor con respecto al resto de las especies.

Para las formas de vida herbácea y rastrera donde no fue posible medir el área a la altura del pecho se utilizó la variante de Cobertura en lugar de la Dominancia (Duran, 1986).

I.V.I = Abundancia relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Calculando el I.V.I. sobresale el hecho de que no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros individualmente, resultan ser los de mayor importancia ecológica.

Para la descripción de los resultados se aplicaron las siguientes definiciones de Macario-Mendoza (1990, 2003):

1. Estructura vertical: el arreglo de las especies en capas o estratos.
2. Estructura horizontal: la distribución espacial de los individuos a partir de la cual se reconocen patrones de distribución para cada especie y en la vegetación en su conjunto.
3. Estructura cuantitativa: la abundancia de cada especie, resultado de cálculos tales como: densidad, cobertura, biomasa o área basal, etc.

La información taxonómica y los datos sobre toponimia (nombre común utilizado localmente) se apoyaron en los trabajos y determinaciones realizadas por Cabrera *et al.* (1982), Durán *et al.* (2000), Escalante (1986), Gómez y Flores (2003), Méndez-González *et al.* (2003), Orellana *et al.* (2001) y Pulido y Serralta (1993).

V.1 Resultados.

- **Descripción general del predio.**

De acuerdo con los reconocimientos efectuados, es factible decir que el predio se ubica al Este entre el ecosistema de duna costera y al Oeste por la franja de manglar mixto ubicado en la porción costera de la laguna de Boca Paila. Este predio está interrumpido por el camino de terracería que comunica al poblado de Tulúm con el poblado de Punta Allen.

De esta forma, el tipo de vegetación más extenso dentro del predio, corresponde a una selva baja perenifolia dominada por la palma Chit *Thrinax radiata* con elementos de *Metopium browneii*. Esta distribución de especies es muy similar a la existente en los predios contiguos. La porción Este del predio, donde se desarrollará la casa habitación, fue factible identificar únicamente a seis especies del estrato arbóreo. En el estrato arbustivo se registró algunas plántulas de las especies arbóreas que se reportan.

Las especies presentes en el predio, son las palmas *Thrinax radiata* y *Coccos nucifera*, así como a las especies *Metopium brownei*, *Coccoloba uvifera* y *Crysobalanus icacus*.

Con base en los recorridos en el predio, así como a las fotografías aéreas del mismo, se determinaron las superficies ocupadas por cada uno de los tipos de vegetación presente, así como las áreas carentes de vegetación existentes en el predio (Tabla 18, Figura. 29). Este análisis se efectuó también en la porción del predio ubicado al Oeste del camino de terracería y que colinda con la Laguna de Boca Paila, donde se registró la misma asociación y presencia de especies que la obtenida en el resto del predio. En la tabla 18 se presentan las superficies del predio obtenidas de acuerdo a la distribución de la vegetación en el predio.

Tabla 18. Superficie ocupada por cada sección de la vegetación presente en el área de estudio.

Tipo de vegetación	m^2	Hectáreas	%
Porción Este colindante con el Mar Caribe			
Selva baja perenifolia	1193.94	1.193	54.76
Sin vegetación	118.86	0.118	5.45
Camino de terracería	121.2	0.121	**5.55**
Sub Total	**1,434**	**1.434**	**65.77**
Porción Oeste del camino colindante con la Laguna de Boca Paila			
Selva baja perennifolia	681.86	0.681	31.27
Sin vegetación	64.14	0.0.64	2.94
Sub Total	**746**	**0.746**	**34.22**
Total	**2,180.00**	**2.18**	**100**

- **Porción del predio colindante con la duna costera.**

Con base en lo anterior, se aplicó la metodología de reconocimiento de vegetación descrita, con lo que fue factible reconocer a las especies y su presencia dentro del predio. De esta forma, en la figura 29 se aprecia la dominancia de palma Chit en el predio donde se llevará a cabo el proyecto de construcción de la casa habitación.

El predio colinda con la vegetación halófita de la duna costera, en esta franja domina la especie *Chrysobalanus icaco* y dos ejemplares de palma de coco, especie poco representada en el predio.

Es factible apreciar a la presencia de la especie *Coccos nucifera*, así como de la Palma Chit, en la zona colindante con la duna costera. Es sólo en esta porción donde se registran ejemplares de la palma de coco. A diferencia de la palma chit, especie dominante en el predio, *Metopium brownei* o Chechem es la especie que se distribuye en casi, aunque su distribución dentro del mismo es más significativa en la porción Norte.

Coccoloba uvifera o uva de mar, especie que se encuentra comúnmente en la zona de la duna costera, se encontró poco representada en el predio. Solo fue factible su registro en la porción media del mismo.

Como en los predios vecinos, se aprecia afectaciones a la estructura de vegetación probablemente por los efectos de huracanes que afectaron la costa de Quintana Roo en la última década. De esta forma se registró una superficie de 180 metros desprovistas de vegetación; esta misma condición se aprecia en predios contiguos.

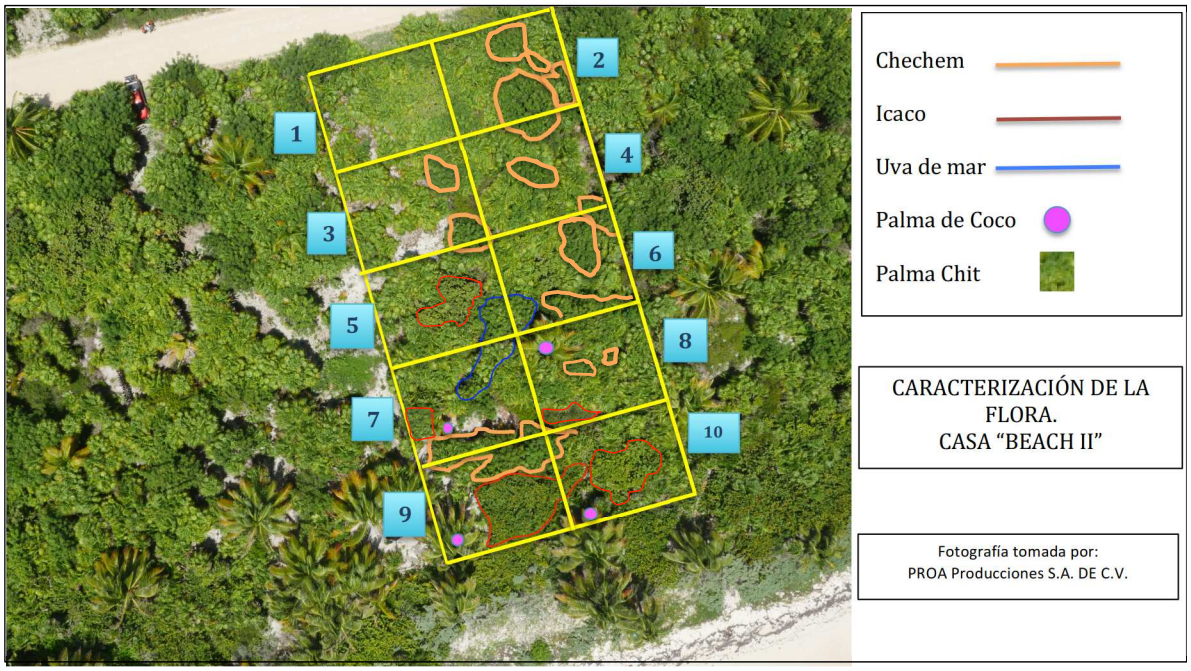


Figura 29. Mapa de vegetación del predio donde se pretende desarrollar el proyecto "Casa Beach II".

- **Porción del predio al Oeste del camino de sascab.**

Por lo que se refiere al predio ubicado al Oeste de la propiedad, en la fotografía aérea es factible determinar las afectaciones que ha sufrido el predio a través del tiempo. Dado que es una zona donde los efectos de las mareas de tormenta de eventos climáticos como huracanes ocurren con frecuencia, se observan amplias zonas sin vegetación, en particular en el borde del predio más cercano a la laguna de Boca Paila.

Al igual que en el resto del área, palma Chit *Thrinax radiata* es la especie dominante, sin embargo, la especie *Metopium brownei* se encuentra poco representada en esta zona al igual que *Chrysobalanus icacus*. En esta parte del predio se presentan poco representadas las palmas de coco *Coccos nucifera* y la uva de mar *Coccoloba uvifera*. Ambos predios pueden ser caracterizados como selva baja perennifolia con elementos de *Metopium brownei*.

El predio no colinda directamente con el ecosistema de manglar, ni presenta ejemplares dentro de la propiedad. Sin embargo, dicho ecosistema está formado por las especies *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus*.

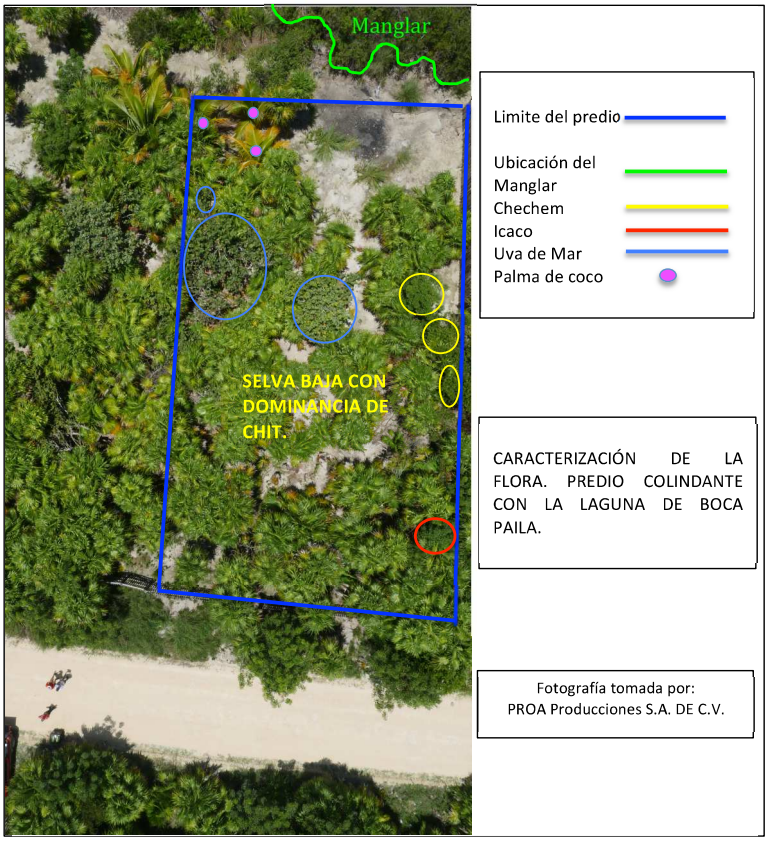


Figura 30. Distribución de la vegetación en la porción Oeste del predio.

VI. Descripción de los tipos de vegetación encontrados dentro del predio.

Como se ha mencionado, en el predio sólo se identificó un tipo de vegetación característico de selva baja perennifolia, donde la especie dominante es la palma Chit *Thrinax radiata*.

Las especies registradas, forma de vida y estrato en el que se encuentran, se presenta en el Tabla 19.

Figura 31. Vista general de la selva baja perennifolia del predio **"Casa Beach II".**

Tabla 19. Listado de especies y estructura vertical la selva baja perennifolia del predio **"Casa Beach II".**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATOS			
			Herbáceo ◆	Arbustivo ◙	Arbóreo ●	Trepador ▲
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen	♦	◙	●	
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Icaco		◙		
Palmae	*Coco nucifera*	Palma cocotera		◙	●	
	Thrinax radiata	Chit		◙	●	
Poligonaceae	*Cocoloba uvifera*	Uva del mar	♦	◙	●	
5	S=5		0	4	4	0

Estrato Arbóreo.

De las 5 especies registradas en este ecosistema, las 5 ocupan el estrato arbóreo, mismas que corresponden a 4 familias botánicas. La altura promedio del estrato más alto es de 4 metros (Figura 32).

Figura 32. Vista del estrato arbóreo dominado por *Metopium brownei*.

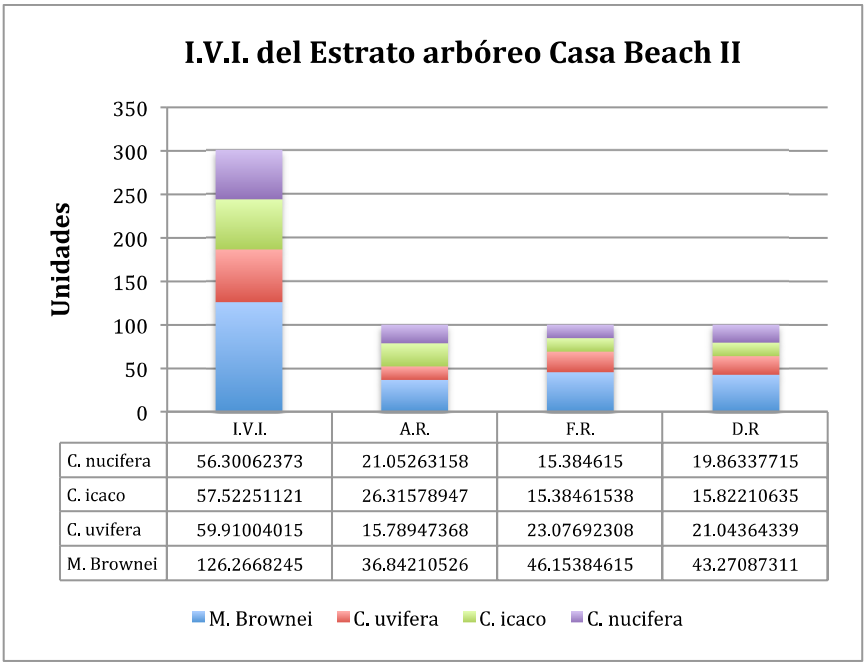
Con base en el análisis del I.V.I, la asociación vegetal representante del estrato arbóreo está conformada por Thrinax radiata y Metopium browneii (Tabla 20, Gráfica 1).

Tabla 20. Análisis de la estructura cuantitativa del estrato Arbóreo del predio **"Casa Beach II"**.

Nombre científico	Nombre Común	Abundancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	Dominancia Relativa %	I.V.I.
Metopium brownei	Chechem	36.84210526	46.15384615	43.27087311	126.2668245
Coccoloba uvifera	Uva de mar	15.78947368	23.07692308	21.04364339	59.91004015
Chrysobalanus icaco	Icaco	26.31578947	15.38461538	15.82210635	57.52251121
Coccos nucifera	Palma de coco	21.05263158	15.384615	19.86337715	56.30062373
		100	**100**	**100**	**300**

I.V.I. Índice del Valor de Importancia.

Los resultados del análisis del I.V.I., indican que la especie dominante en el nivel arbóreo más alto de esta porción de selva es *Metopium brownei*, especie que domina sobre las otras especies arbóreas del lugar aún sobre *Coccoloba uvifera*, esto debido a que tanto la abundancia y dominancia relativa obtenida por esta especie, es superior al resto de las especies, en particular sobre la especie *Coccoloba uvifera* con un I.V.I. de 59.91, valor que al comparar con el obtenido por *M. brownei* (IVI= 126.266) fue muy inferior. Cabe mencionar que la vegetación arbórea del sitio de estudio es dominada por *M. brownei*, sin embargo, la especie dominante en el predio es la palma chit *Thrinax radiata*. Así también, la diversidad de especies en el sitio es reducida ya que el número de especies presentes en el lugar es de 4 en el estrato arbóreo.



	I.V.I.	A.R.	F.R.	D.R
C. nucifera	56.30062373	21.05263158	15.384615	19.86337715
C. icaco	57.52251121	26.31578947	15.38461538	15.82210635
C. uvifera	59.91004015	15.78947368	23.07692308	21.04364339
M. Brownei	126.2668245	36.84210526	46.15384615	43.27087311

Gráfica 1. I.V.I. para el estrato arbóreo del predio ***"Casa Beach II"***, Sian Ka'an A.R.- Abundancia relativa F.R.- Frecuencia relativa, DR.- Dominancia relativa.

En esta gráfica es factible apreciar las diferencias existentes entre los diferentes valores que conforman el I.V.I. Como se mencionó anteriormente, corresponde a la especie *M. brownei*, los valores más altos del I.V.I., Índice de Valor de Importancia los cuales denotan la abundancia relativa de esta especie en el predio, además de registrarse ejemplares maduros de Chechem, esto se ve reflejado en los valores del área basal obtenidos para esta especie (1814.66 cm^2) en comparación con *C. uvifera* la cual obtuvo un valor de 882.51 cm^2 de este parámetro.
Las especies restantes cuentan con los valores más reducidos tanto de frecuencia como de abundancia relativa y dominancia relativa lo que les confiere un índice de valor de importancia bajo lo que denota a una comunidad pobre donde domina una especie. A continuación, se describen los parámetros de la comunidad analizados para el predio.

Riqueza específica. La riqueza específica registrada en el predio es muy baja, únicamente fue factible identificar a 5 especies. Entre estas se registran dos palmas *Coccos nucifera* y *Thrinax radiata*, las especies restantes corresponden a *Chrysobalanus icacos*, especie arbustiva y dos especies arbóreas como *Coccoloba uvifera* y *Metopium brownei*.

Diversidad.

Con los datos obtenidos se efectuaron los cálculos del Índice de diversidad de Shannon-Wiever, la diversidad máxima esperada para la comunidad y la equitatividad.
Los datos obtenidos fueron los siguientes:

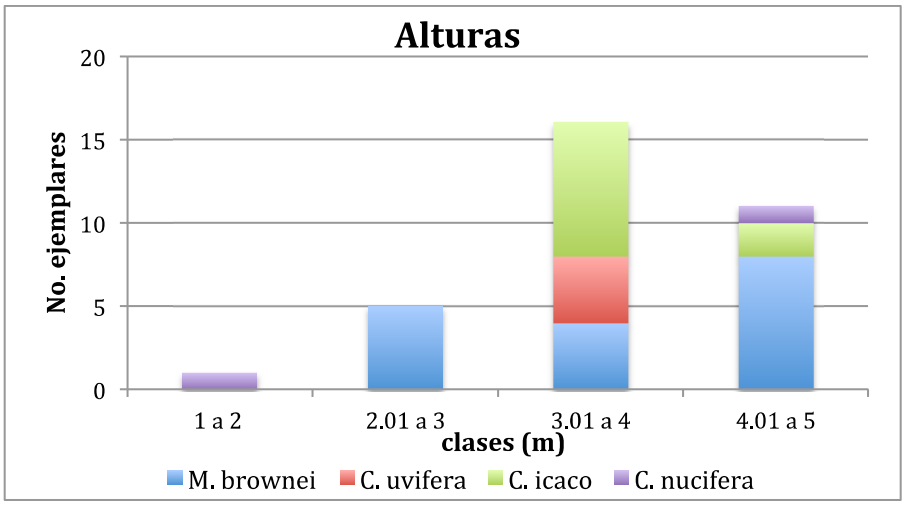
H'= 0.478 5bits/ind
H'máx= 0.6989
J'= 0.684

El análisis de los datos obtenidos de los índices de diversidad de la comunidad estudiada en el predio Casa Beach II, denotan una baja diversidad específica. El valor de H' es muy reducido, ya que al compararlo con el valor obtenido de H' máx que es la diversidad máxima esperada en una comunidad va de 0 a 5, correspondiendo a 5 en áreas tropicales con mayor riqueza. De acuerdo con Ortega et al., 1994), la diversidad es baja de 1 a 2.5 en comunidades pioneras, transitorias, explotadas o en condiciones ambientales fluctuantes. Al comparar los valores obtenidos para ambos parámetros se obtienen valores bajos en ambos (H' y H'máx), lo que muestra a una comunidad con baja diversidad, dominada por pocos elementos. En el cálculo de estos indicadores, se consideró a la especie que se presenta con mayor abundancia en el predio *Thrinax radiata*, cuya presencia determina a la comunidad.
Al integrar en el análisis, el valor obtenido de equitatividad, J' en el supuesto de que todas las especies tuvieran un mismo número de individuos, se aprecia que el valor obtenido de J' = 0.684, dentro de un rango de 0 a 1, muestra la desigualdad entre la distribución de los ejemplares y las especies presentes en el predio, denotándose la dominancia de pocas especies, en este caso *Thrinax radiata* y en menor proporción *Metopium brownei*, por lo que la diversidad es baja.

De acuerdo con este análisis se puede concluir que la vegetación existente en el predio Casa Beach II, tiene una comunidad vegetal con baja diversidad específica dominada por la palma Thrinax radiata, lo cual es un indicativo de

Análisis de Altura.

Para el análisis de la altura de los ejemplares que conforman la vegetación del predio, se dividió la altura máxima registrada en 6 rangos de altura de 1 metro cada una. De acuerdo con esta división, la altura de los elementos que componen la selva baja perennifolia del predio se pueden observar en la gráfica 2.



Gráfica 2. Resultados de altura de los elementos que componen la selva baja perennifolia del predio

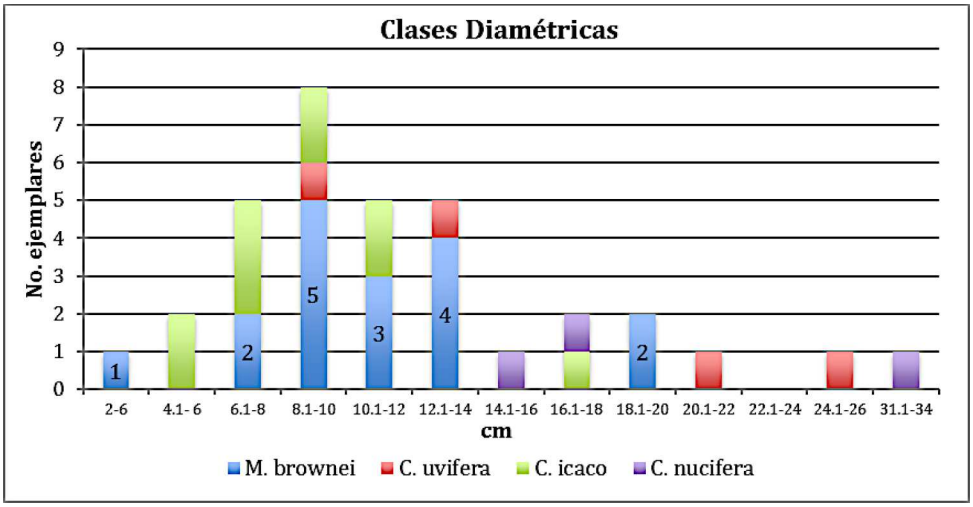
El mayor número de ejemplares se encontró en el intervalo de 3 a 4 m, donde *Crysobalanus icaco* es la especie más abundante, aunque todas las especies se presentan en esta clase, con excepción de *C. nucifera*. Sin embargo, es la especie *Metopium brownei* la que está mejor representada en la clase de altura de 4 a 5 m donde además se presentan pocos ejemplares del Icaco y la palma de coco.

Dada la abundancia de la palma *Thrinax radiata*, no se incluyó en esta distribución, ya que se presentan ejemplares de todas las tallas de altura: en el predio se encuentran hasta el rango de 4 metros de altura.

Clases diamétricas.

De acuerdo con la distribución de clases diamétricas obtenida de los ejemplares arbóreos registrados se encontraron ejemplares desde los 2 a los 34 cm de diámetro. Las clases con mayor número de ejemplares de las especies registradas se encuentra entre los 6 y 14 cm. En estas tallas se encuentran ejemplares de las especies M. brownei, C. icaco y *C. uvifera* lo que muestra una comunidad con ejemplares jóvenes y adultos con tallas grandes como *C.uvifera*.

La especie *M. brownei* se encontró distribuida desde la clase diamétrica de los 2 cm hasta los 20 cm lo cual es un indicativo del tipo de comunidad presente en el lugar constituido por una selva baja con dominancia de *Thrinax radiata* y elementos de *M. brownei*.



Gráfica 3. Distribución de los ejemplares del estrato arbóreo en las clases de altura registradas.

VII. Especies de importancia económica, cultural, ornamental y ecológica especial.

En el predio conocido como **"Casa Beach II"** se registró sólo una especie de vegetación que se encuentran enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010,** (DOF – 06 de marzo de 2002): palma chit (*T. radiata).*

La palma *T. radiata* se encuentra bajo la categoría de amenazada no endémica, debido al inadecuado aprovechamiento al que se le sometió en el pasado, que provocó que sus poblaciones disminuyeran de forma importante (CICY-PNUD-FMAM-CONABIO 2004, Pulido y Serralta 1993).

En las colindancias del predio donde se pretende desarrollar el proyecto "Casa Beach II", se encuentran dos especies de mangle: *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle; ambas especies catalogadas* bajo el estatus de protección especial, no endémicas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, el desarrollo del proyecto no afectará a estas especies.

Si bien las especies mencionadas se encuentran dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y tienen una importancia ecológica especial, en el predio en cuestión también encontramos especies de importancia **Cultural**, en otras palabras, aquellas que por costumbre son utilizadas por habitantes de esta región ya que poseen características alimenticias, medicinales, forrajeras o para la extracción de sustancias o tintes que se utilizan en las diferentes labores de su vida diaria y algunas más que debido a la dureza y resistencia de su tejido leñoso, tienen importancia maderable. También se encuentran especies potencialmente ornamentales, que han sido indicadas para incentivar y promover el uso de la flora nativa en jardines y áreas verdes y así evitar la introducción de flora exótica al estado.

También se observó la presencia de especies que, aunque no se mencionan como especies amenazadas o bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las bajas densidades en las que se presentan en los ambientes naturales, las colocan en una categoría de importancia ecológica; así mismo. Entre las más destacables se encuentran especies como *Chrysobalanus icaco*, *M. brownei, C. nucifera*.

El cuadro 27, resume y señala la importancia de algunas especies presentes en el predio, dicha importancia las hace susceptibles de ser rescatadas ante un posible desarrollo. De igual forma se recomienda dirigir los esfuerzos hacia el rescate de los ejemplares jóvenes, propágulos y semillas de estas especies, con la finalidad de hacer más eficientes los resultados a largo plazo de dicha labor.

Figura 33. Especies de importancia cultural encontradas dentro del predio. Izquierda *Cocos nucifera*. Derecha *Metopium brownei* en el estrato arboreo.

Tabla 21. Lista de especies susceptibles de ser rescatadas. O-Ornamental, Me-Medicinal, Ma-Maderable, C-Cultural, E-Ecológico y E-Ecológico especial, enlistado en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Familia	ESPECIE	Nombre Común	Me	C	O	E	Ma
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen	X	X		X	X
Chryobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Icaco	X	X	X		
Palmae	*Coco nucifera*	Coco	X		X		
Palmae	*Thrinax radiata*	Chit	X	X	X	X	
Poligonaceae	*Cocoloba uvifera*	Uva del mar	X		X		
5	**5**		**5**	**3**	**4**	**2**	**1**

Todas las especies presentes en el predio, son susceptibles de ser rescatadas para colocarse posteriormente en otros sitios del mismo predio.

De acuerdo con los usos que se dan a cada especie, se aprecia que todas tienen propiedades medicinales; cuatro son usadas como plantas ornamentales en el estado de Quintana Roo, tres de ellas son parte de la cultura de la zona y sólo una de ellas, *Metopium brownei* es maderable.

VIII. Discusión.

Después de analizar los parámetros de la comunidad en estudio, es factible decir que la comunidad existente en el predio Casa Beach II se ubica en una selva baja perennifolia donde la diversidad específica es muy reducida lo que se refleja en los índices de la comunidad analizados.

La carencia de elementos arbóreos de tallas y diámetros de todas las clases obtenidas, indica la afectación a la flora del lugar probablemente por los efectos de las mareas de tormenta provocadas por los huracanes que han afectado a la zona. Este hecho se detecta al registrarse amplias zonas del predio desprovistas de vegetación, hecho que se aprecia en los predios contiguos y en la zona.

La especie arbórea *Metopium brownei* es caracterizada por su adaptabilidad y crecimiento en diversos ambientes, por lo que estas características determinen que sea el elemento arbóreo con el más alto valor del I.V.I.

Estos datos son corroborados a través de la aplicación de los índices de diversidad, los cuales son una medida de la comunidad existente. De esta forma se determina la presencia de una comunidad poco diversa con una alta dominancia dada por una sola especie.

IX. Conclusiones.

- En el predio se desarrolla una selva baja perennifolia con zonas desprovistas de vegetación y cuyos integrantes se encuentran en buen estado de conservación.
- La asociación dominante registrada en el sitio corresponde a *Thrinax radiata* y *Metopium brownei*.
- En el predio se encontró solo una especie considerada en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Thrinax radiata*.
- Las zonas que presentan señales de perturbación en el predio corresponden a la parte interna del predio, tanto en la porción Este del predio donde se desarrollará el proyecto, como en la Oeste del predio que colinda con la laguna de Boca Paila.

- La principal perturbación dentro del predio consiste en la carencia de vegetación en diversas zonas del predio, afectación que puede ser atribuida a efectos producidos por eventos climáticos previos.

X. Recomendaciones.

Con base en las características generales y peculiares del área de estudio y la voluntad manifiesta de desarrollar una casa habitación, se hacen las siguientes recomendaciones:

1.- Dado que el acceso a la playa se ubica fuera del predio, se recomienda hacer uso de los pasos actuales, para evitar la perturbación de la vegetación lo que favorece la estabilidad de la duna costera.

Para el adecuado desarrollo de las actividades se recomienda establecer desde el inicio de las actividades de preparación del sitio las siguientes acciones:

- *Manejo de desechos sólidos*: En general el predio contiene desechos sólidos de muy diversa índole y se acumulan en gran cantidad en la playa. Entre los más abundantes están los plásticos, muy probablemente acarreados durante las tormentas y huracanes, atrapados entre la vegetación a lo largo de los años. Por esta razón será necesario como acción inicial, implementar un programa de residuos sólidos que contemple todo el predio con mayor énfasis en la zona de la playa y en ambas partes del predio.

- *Rescate*: Ante el posible desarrollo del proyecto se recomienda el rescate particularmente de las especies *Thrinax radiata*, *Coccos nucifera* y en su caso plántulas de *Metopium brownei*, con la finalidad de ser reubicadas dentro del predio una vez concluida la etapa de construcción. De esta forma también se promoverá el uso de vegetación nativa en las áreas verdes del proyecto.

- *Reforestación*: Con el fin de promover la recuperación natural de la vegetación en la porción Oeste del predio, se recomienda que además de las acciones de limpieza, se implemente un programa de reforestación con las plantas que no serán utilizadas en la porción del predio donde se desarrollará el proyecto. De esta forma se promoverá el incremento de la cobertura vegetal en esta porción del predio. Las especies que se consideran con mayor factibilidad de ser utilizadas en esta zona son *Thrinax radiata* y *Coccoloba uvifera*, esta última puede formar una barrera corta vientos y de protección al predio en la porción colindante con la Laguna Boca Paila.

2.- Se recomienda que todas las actividades humanas que se realicen dentro del predio contemplen que el área de estudio se encuentra dentro de los límites de una de las áreas naturales protegidas más importantes del estado y que se encuentra flanqueada por dos zonas de influencia como son la zona costera con el Mar Caribe y con el manglar marginal de

la Laguna "Boca Paila". Por esto se deberá obedecer las especificaciones que al respecto se dictan en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. (Diario Oficial del 14 de mayo del 2002) y en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sian ka'an.

3.- Dado el estatus de conservación de *T. radiata* se recomienda rescatar la mayor parte de los individuos de tallas menores de 1.5 m de altura y hacer un rescate de semillas y plántulas, tal y como lo menciona "El Cultivo de Chit. Manual para su propagación en viveros" (2004).

4.- Aunque la vegetación halófita rastrera no se encuentra dentro del predio, su influencia es importante para el desarrollo y buen estado de conservación del matorral costero, por lo que se recomienda se considere su conservación.

5.- En el límite Oeste del predio, se encuentra cercana una franja de manglar que bordea a la laguna "Boca Paila". Aunque el manglar no se encuentra propiamente incluido en los límites del predio, es una zona muy próxima. La cercanía del manglar con el área de estudio, deberá ser considerada para cualquier proyecto que se pretenda en el sitio, como una zona de influencia en la que repercutirán las acciones que se realicen en esta zona.

c) Fauna (Caracterización Macrofaunística).

I. Introducción.

Uno de los primeros pasos para la planeación de desarrollos en zonas de interés ambiental, es el estudio de los recursos biológicos y la evaluación de la diversidad con respecto a la riqueza de especies en un tiempo y lugar determinado. Los estudios previos sobre la distribución y abundancia de la vegetación en el predio son complementados con la información faunística disponible para la zona.

Existen pocos antecedentes de trabajos científicos, formales y sistemáticos sobre la fauna de Quintana Roo, sin embargo, Sian Ka'an se encuentra entre las zonas con mayor número de estudios del estado. Se han realizado compilaciones de la diversidad de grupos faunísticos en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, los inventarios de Navarro y Robinson (1990) y Navarro y Suárez (1990), arrojan la cantidad de 2,161 especies faunísticas registradas en los siguientes grupos de invertebrados: hidromedusas (7 especies), sifonóforos (34 especies), corales escleractineos y gorgonáceos (84 especies), helmintos parásitos (41 especies), quetognatos (3 especies), políquetos (55 especies), oligoquetos (4 especies), pseudoscorpidnidos (4 especies), copépodos (619 especies), copépodos planctónicos (16 especies), crustáceos (276 especies), Odonatos (47 especies), coleópteros lamelicornios (74 especies), siphonaptera (15 especies), dípteros (310 especies), abejas nativas (90 especies). En cuanto a vertebrados: aves (339 especies) y mamíferos (103 especies) (Coro, 2003).

II. Antecedentes.

El desarrollo turístico costero en la parte norte de la Reserva, ha provocado que varias especies con grandes necesidades de espacio y poca tolerancia a la perturbación se hayan desplazado hacia las partes más prístinas de la reserva, donde todavía se tienen reportes eventuales de su presencia, como los Jaguares (*Pantera onca*), que encuentran en la Reserva uno de los últimos relictos de hábitat.

Sin embargo, hay especies tolerantes capaces de cohabitar en zonas con desarrollos de baja densidad. Para caracterizar adecuadamente la fauna del área de influencia es importante establecer las relaciones entre los componentes bióticos y abióticos del sistema.

En un estudio de varios organismos (plantas, aves, peces, anfibios e invertebrados) Galatowitsch et al. (1999) sugirieron que los ensambles de aves a menudo reflejan las condiciones del uso del suelo más que otros grupos de organismos. De manera similar, otros estudios muestran claramente las relaciones entre los patrones del paisaje y las aves. Este y otros estudios (Brown y Dinsmore, 1986; Baines, 1988), han registrado una relación entre la diversidad de aves y el estado de los ecosistemas, por esta razón han sido usados como indicador para caracterizar la salud de los humedales. Además de estudiar a las aves como indicadoras, se anexa el listado de reptiles y mamíferos reportados para la Reserva de Sian Ka'an.

III. Metodología y resultados.

Se realizó una búsqueda de información bibliográfica de la fauna de la Reserva de Sian Ka'an, con el fin de verificar el estado actual de la fauna, su distribución, sus riesgos y amenazas, así como de las especies en riesgo o bajo protección. Desafortunadamente son muy pocas las investigaciones y los seguimientos a largo plazo que se han realizado en este sitio. La mayor parte de la documentación, se restringe a los inventarios preliminares o descripciones de especies y subespecies.

Además, se realizaron muestreos en campo para registrar la avifauna dentro del predio. Se usó el método de búsqueda por transectos, se eligió este muestreo debido al arreglo espacial de la vegetación dentro del predio, pues se encuentra de forma parchada, y este muestreo permite obtener información más detallada sobre la distribución de las especies en los diferentes hábitats. La toma de datos se realizó a la hora de mayor actividad de las aves: el amanecer y el atardecer local (Lynch, 1995). A pesar de que se asistió al predio en diferentes horarios, la diversidad de aves registrada fue baja, lo que presupone que, al estar la vegetación dominada por solo una especie, se reduce la factibilidad de observar diversas especies como *Otalis vetula* que se alimenta de las semillas de la palma Chit *Thrinax radiata*.

Como resultado de la investigación bibliográfica se presenta un resumen de la información disponible de la herpetofauna y la mastofauna, así como de las especies registradas otros estudios.

a) Herpetofauna.

México está dentro de los seis países biológicamente más ricos del mundo en especies de herpetofauna, de esta riqueza poco más de la mitad de las especies de anfibios y reptiles mexicanos son endémicas, 60.7% y 53.7% respectivamente, esto hace a la herpetofauna de México una de las más interesantes del mundo. En total para México se reportan 290 especies de anfibios y 705 especies de reptiles. Para la Península de Yucatán, que corresponde a la región 6 de las áreas naturales de México propuestas por Flores –Villela (1993), Lee (1996) reporta 148 especies de anfibios y reptiles.

Sin embargo, a pesar de su poca diversidad la Península de Yucatán es notable por su alto número de endemismos. Cerca del 14% de la herpetofauna peninsular es endémica (Lee, 2000).

Las comunidades de anfibios y reptiles están entre las menos estudiadas de la reserva, por lo que se desconocen muchos aspectos del estado actual de las comunidades de estos organismos. En Sian Ka'an los estudios de herpetofauna se han enfocado principalmente al estudio de cocodrilos y tortugas. Esta reserva es el área protegida con mayor extensión de hábitat de cocodrilos en el país. Con más de 300,000 ha de ambientes acuáticos, sustenta una de las poblaciones mejor conservadas de *Crocodylus moreletti*, que coexiste con *C. acutus* (Lazcano-Barrero, 1990).

Zurita y colaboradores (1993), estiman que la reserva tiene 37.8 km de playas de anidación de tortugas marinas, con una densidad de 23 nidos/km de tortuga caguama (*Caretta caretta*), 21 nidos/km de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y escasos registros de nidos de tortuga carey (*Eretmochelys imbricada*) y laúd (*Dermochelys coriacea*).

Figura 34. Tortuga caguama (*Caretta caretta*).

b) Avifauna.

La Península de Yucatán recibe buena parte de la diversa avifauna de Mesoamérica, una de las zonas del mundo más rica en especies. La Reserva es especialmente rica en avifauna debido a su diverso mosaico de vegetación, lo que proporciona hábitats variados. Además, aquí confluyen varias especies migratorias en sus vuelos invernales. La Península sirve como un corredor principal para las aves migratorias que van rumbo al sur en otoño y rumbo al norte en primavera. Además, como apéndice del continente, que se proyecta separando el Caribe del Golfo, tiene afinidad a la provincia biogeográfica Antillana, por lo que también podemos encontrar aquí especies con este origen. Las aves de esta reserva representan aproximadamente el 70% de la avifauna peninsular (López-Ornat, 1990).

La Reserva carece de las aves más características del norte árido de la Península, pero se encuentran las especies de las selvas más húmedas del sur. Goza de una diversidad particular gracias a la distribución de la vegetación en mosaico, lo cual se debe a las características del suelo. Entre las clases de vegetación que conforman el mosaico encontramos selvas subperennifolias y subcaducifolias, selvas bajas y matorrales inundables, más todos sus estadios secundarios y las franjas ecotonales.

Un aspecto destacable es la presencia del matorral de duna costera, cuya avifauna se asemeja en las características a una comunidad de Isla. Por lo tanto, la importancia de Sian Ka'an para conservación de la avifauna regional radica en la diversidad de hábitats presentes y en la amplia superficie cubierta por la Reserva (López-Ornat, 1990).

En conjunto, 217 especies del norte llegan a la Península de Yucatán, 35 de éstas como transeúntes, en tanto 128 invernan regularmente, incluyendo aquellas que tienen una población residente todo el año (Tabla 22).

Tabla 22. Resumen de la avifauna de Sian Ka'an.

Resumen de la avifauna de Sian Ka'an	
STATUS	
Residentes	219
Migratorias Invernantes	65
Transeúntes	20
Indeterminadas	22
TOTAL	**326**

Los listados de aves siguen modificándose con nuevos registros, López-Ornat (1990) cita 322 (+15) especies (cuadro 11), Coro (2003) cita 339 especies.

Tabla 23. Total de especies registradas en la Reserva.

TOTALES

DENTRO DE LA RESERVA	
Especies	306
Subespecies	4
1 solo registro	16
Zona circundante	13
TOTAL	**339**

En el predio se registraron 16 especies de aves, la mayor parte generalistas. Se anexa el listado en el siguiente cuadro:

Tabla 24. Aves registradas en el predio y sus alrededores y su status en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Status: categoría de protección. Pr=Protección especial.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	GREMIO TRÓFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
Orden	**Falconiformes**			
Familia	**Cathartidae**			
Coragyps atratus	Zopilote negro	Carroñero		
Familia	**Accipitridae**			
Buteogallus anthracinus	Águila cangrejera	Carnívoro	Pr	no endémica
Orden	**Pelecaneiformes**			
Familia	**Fregatidae**			
Fregata magnifecens	Fragata	Piscívoro		
Orden	**Psittaciformes**			
Familia	**Psittacidae**			
Amazona xantholora	Loro yucateco	Granívoro	Pr	No endémica
Orden	**Galliformes**			
Familia	**Cracidae**			
Ortalis vetula	Chachalaca	Frugívoro		
Orden	**Columbiformes**			
Familia	**Columbidae**			
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	Granívoro		
Orden	**Passeriformes**			
Familia	**Tyraniidae**			
Myarchus tyrannulus	Tirano tropical	Insectívoro		
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	Insectívoro		
Myiozetetes similis	Luis gregario	Insectívoro		
Familia	**Icterinae**			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	GREMIO TRÓFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
Quiscalus mexicanus	Zanate, x'kau	Insectívoro Carnívoro Carroñero		
Familia	**Mimidae**			
Melanoptila glabrirostris	Mímido negro	Insectívoro		
Mimus gilvis	Zentzontle tropical	Insectívoro		
Familia	**Icteridae**			
Icterus mesomelas	Bolsero amarillo	Insectívoro		
Icterus cucullatus	Bolsero	Insectívoro		
Familia	**Vireonidae**			
Vireo sp.		Insectívoro		
Familia	**Picidae**			
Melanerpes pygmaeus	Carpintero pechileonado	Insectívoro		

Entre las especies registradas en el área de influencia del predio se encuentra un Águila cangrejera (*Buteogallus anthracinus*), la cual se distribuye principalmente a nivel del mar, su alimentación consiste de cangrejos y otros crustáceos, peces, anfibios e invertebrados; puede anidar en el manglar.

También se registraron varios grupos de pericos yucatecos (*Amazona xantholora*), sobrevolando el predio. Estas especies están protegidas por la legislación ambiental mexicana a través de la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Todas las especies registradas son tolerantes a las perturbaciones, las *Passeriformes* registradas son especies comunes a menudo registradas en zonas urbanas con densidad baja y media, tal es el caso de luis (*Myiozetetes similis*), los bolseros (*Icterus spp.*) y el carpintero. Sin embargo, también se encuentran especies más frágiles como el mímido negro o el águila cangrejera.

Con la construcción y actividades humanas se promueve la proliferación de especies no sólo generalistas, sino oportunistas, como los zanates, cuyo aumento en cuanto a densidad puede afectar otras poblaciones. Por lo que es importante mantener las actividades y densidad planificadas.

c) Mamíferos terrestres.

La Reserva alberga 74% de las especies de mamíferos terrestres registradas para Quintana Roo y el 16% de los 450 mamíferos terrestres presentes en México (*Cervantes et al. 1994*).

En un estudio de los mamíferos terrestres de la Reserva, elaborado por (Pozo y Escobedo, 1999), fueron registradas 46 especies que, junto con las anteriormente registradas para la Reserva, dan un total 70 especies de mamíferos terrestres, correspondientes a ocho órdenes, 22 familias y 57 géneros. Entre estas se destacan cinco de las seis especies de felinos representadas en el país, entre las cuales se encuentra el Jaguar (*Panthera Onca*) y el Puma (*Felis concolor*).

En Sian Ka'an se han registrado diez especies registradas por CITES (1995) y ocho especies registradas en el Libro Rojo de la IUCN (Thornback y Jenkins, 1982). Por otra parte, el 50% de las 28 especies endémicas de Mesoamérica y registradas para México (Flores-Villela y Gerez, 1994), están presentes en la Reserva, de las cuales una es endémica de México.

Es importante mencionar que durante los días que se realizaron los muestreos de fauna, no se observó ni se encuentro rastro alguno de mamíferos dentro del área del proyecto.

Figura 35. Ocelote (*Leopardus pardalis*).

IV. Especies de importancia ecológica.

Se registraron varios cangrejos azules (*Cardisoma guanhumi*) en el predio y el área de influencia, estos cangrejos estaban al oeste de la carretera. En los ecosistemas costeros los cangrejos determinan la tasa de reclutamiento de algunas especies de plantas, ya que reciclan los nutrientes en los ecosistemas al consumir la vegetación e incrementan la aireación del suelo por la construcción de madrigueras. Los cangrejos azules son una especie de lento crecimiento, ya que necesitan de 60 mudas para alcanzar su tamaño máximo, mientras que otros cangrejos requieren sólo de 20 mudas.

En los períodos reproductivos las hembras migran al océano para depositar los huevos en el mar, y es durante esta migración que son susceptibles de ser depredados por otros animales o el hombre. Adicionalmente muchos son atropellados por los vehículos que circulan por la reserva.

Figura 34. Cangrejos (*Cardisoma guanhumi*) en el área de influencia.

V. Conclusiones.

El predio se encuentra ubicado en una selva baja perennifolia donde se presenta la dominancia de la palma *Thrinax radiata* con elementos de *Metopium brownei*, uno de los ecosistemas con el menor número de especies registradas dentro de la reserva de Sian Ka'an. La macrofauna del sitio no tiene una riqueza considerable al compararlo con el resto de la Reserva, sin embargo, forma parte del mosaico de hábitats que permiten la alta diversidad regional.

No todas las especies que pueden habitar el predio fueron registradas, especies móviles como las aves pueden tener hábitos estacionales y utilizar el área sólo cierta parte del año. Así también las especies de mamíferos que pueden hacer uso del predio, se mueven a través de los ecosistemas donde obtienen alimento, refugio y pueden anidar.

Los diversos grupos faunísticos como reptiles, anfibios e insectos pueden estar presentes en el sitio, sin embargo, de acuerdo a la etología de las diferentes especies, su presencia puede darse en diferentes épocas del año, razón por la cual su incidencia fue negativa en el predio. La implementación del proyecto, no afectará la biodiversidad del predio y de la zona, sin embargo, al aplicar el rescate de la vegetación y trasplantar los ejemplares rescatados a la porción más dañada del predio, contribuirá al restablecimiento de las condiciones naturales del predio, así como del incremento de la cobertura vegetal.

VI. Recomendaciones.

- El desmonte se hará únicamente en las áreas necesarias para la construcción del proyecto, se debe tratar de aprovechar las superficies desprovistas de vegetación para favorecer que el resto de la superficie permanezca en condiciones naturales. Las

superficies que al final de la etapa de construcción queden desprovistas de vegetación, deberán ser reforestadas con vegetación nativa.

- Es necesario mantener la vegetación de duna costera, ya que esta es un elemento importante en su estructura y consolidación, para el desove de tortugas marinas y para otros organismos como los crustáceos, además de evitar la erosión de este ecosistema.

- Durante la época de arribazón de tortugas, en caso de registrarse nidadas en la Zona Federal Marítimo Terrestre, se deberá contactar al campamento tortuguero que trabaje en la zona y evitar efectuar actividades alrededor de los nidos, señalar los nidos de ser posible para evitar su afectación.

- Se detectaron especies susceptibles de ser aprovechadas, tales como tortugas marinas y la iguana. Por lo que se recomienda que se tomen medidas para impedir que los trabajadores de la obra causen daños y/o perturbaciones a la fauna.

- La vigilancia sobre las actividades de los empleados resulta indispensable, así como un taller de concienciación ambiental al inicio de las obras.

- No se deberán construir dentro del área del predio cercas o barreras que impidan el paso de algunas especies de fauna. En su caso, dejar un espacio de 40 cm desde el nivel del piso, para que la fauna pueda cruzar a través del predio y evitar fraccionar el hábitat.

- No toda la fauna tiene medios rápidos de desplazamiento, algunas especies como reptiles y anfibios no pueden ponerse a salvo si las perturbaciones suceden muy aprisa, por lo que es necesario que, durante la etapa de preparación, el retiro de la vegetación sea gradual.

- Es importante mantener los residuos controlados y realizar un manejo adecuado de ellos, esto con la finalidad de evitar la introducción y proliferación de fauna nociva que pueda ocasionar graves perjuicios tanto a las personas como a la fauna local.

- Los animales ferales (gatos y perros salvajes) y exóticos pueden ocasionar graves perjuicios a la fauna local, especialmente los gatos, que sin ser necesariamente ferales pueden mermar las poblaciones de aves y lagartijas. Por lo que se recomienda no introducir animales de compañía (principalmente gatos) y mantener programas de control de estos durante la operación del proyecto.

- Las aves marinas sufren los efectos de núcleo de intensa iluminación, lo cual origina accidentes por deslumbramiento. El efecto es más crítico en el momento en que los pollos abandonan el nido, ya que, al iniciar su primer vuelo para dirigirse al mar, atraídos por la iluminación artificial, es frecuente que se accidenten y no lleguen a su destino. Este fenómeno aumenta en el tiempo afectando a diferentes especies en la época en la que

concluye el periodo de cría. Por lo que se recomienda no usar luces de alta intensidad en las áreas cercanas al mar. Esta misma recomendación influye directamente sobre las hembras y crías de tortugas marinas por lo que se recomienda, conservar la barrera vegetal presente en el límite del predio con la duna costera y playa y hacer uso de luces de bajo voltaje en las zonas más próximas a la playa.

IV.2.3 Paisaje.

- **Presencia de especies de flora y fauna bajo régimen de protección.**

Las especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son la palma Chit *Thrinax radiata*, la palma kuka *Pseudophoenix sargentii*. y los mangles: *rojo Rhizophora mangle*, mangle negro *Avicennia germinans* y mangle botoncillo *Conocarpus erectus*.

Entre la fauna las especies registradas bajo la categoría de peligro de extinción son las especies de tortuga marina blanca y caguama, *Chelonya mydas* y Caretta caretta, respectivamente, que ocupan la playa colindante con el predio en las temporadas de anidación entre mayo y septiembre de cada año, y de acuerdo a los resultados obtenidos, sólo se registró la iguana gris (*Ctenosaura similis*) como especie Amenazada (no endémica), según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

La caracterización florística demostró que los impactos ambientales que se generarán por el desarrollo del proyecto a los ecosistemas identificados serán mínimos por lo que el deterioro que se provoque por la realización del proyecto no afectará la calidad de vida de las poblaciones de flora y fauna silvestre de la zona, así como no creará desequilibrios ecológicos en esta porción de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

IV.2.4 Medio socioeconómico.

a) Demografía.

El estado mexicano de Quintana Roo se encuentra dividido en **once municipios**, siete de los cuales fueron creados en 1974 conjuntamente con la elevación al rango de Estado de la Federación del antiguo Territorio Federal de Quintana Roo, el octavo, Solidaridad, fue creado en 1993, el noveno, Tulum, en 2008, el décimo, Bacalar, con cabecera homónima y el undécimo municipio, Puerto Morelos, creado por decreto del Congreso de Quintana Roo el 5 de noviembre de 2015.

Tulum es desde el 13 de marzo de 2008 cabecera del Municipio de Tulum; se sitúa en el extremo sur de la llamada Riviera Maya, uno de los principales destinos turísticos internacionales, se encuentra junto a ruinas arqueológicas de la ciudad maya de Tulum, de la que recibe su nombre.

Ocupando el sur del municipio de Tulum y el norte del de Otón P. Blanco se localiza la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, establecida por decreto presidencial el 20 de enero de 1986.

El asentamiento más importante de la Reserva es la colonia Javier Rojo Gómez localizada en Punta Allen que, junto con la cadena de predios ubicados al norte de la misma, pertenecen al municipio de Solidaridad y Tulum. Considerando lo anterior, en el presente capítulo sólo se manejan los datos socioeconómicos de estos municipios.

En su integración regional el municipio está compuesto por 170 localidades en donde sólo 17 localidades son las más representativas del municipio, distinguiéndose una gran dispersión de sus localidades menores de 50 habitantes. El área rural está compuesta por 2 microrregiones para el desarrollo económico de las localidades que las integran, como es la microrregión de Cobá que su área de influencia está compuesta por las localidades de Macario Gómez, Francisco Uh May, Manuel Antonio Ay y San Juan de Dios, en cuya vocación se distingue el Turismo, Ecoturismo y Artesanal. La microrregión de Chanchen I, su área de influencia comprende las localidades de Hondzonot, Chanchen Palmar, Sahacab Mucuy y Yaxche cuya vocación se distingue en el Ecoturismo y Agronegocios.

- **Población.**

Al municipio de Tulum le corresponderá una población aproximada de 33,169 habitantes. Es junto con Benito Juárez y Solidaridad, de los municipios de mayor crecimiento demográfico en el país, el cual ha mantenido una tasa de crecimiento poblacional del 7.7 por ciento en los últimos cinco años, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica.

Su cabecera municipal, la ciudad de Tulum pasó de 14,790 habitantes en 2005 a 24,212 en 2010 con una tasa de crecimiento del 10.3 por ciento anual. La composición poblacional del municipio se caracteriza por el 51.4 por ciento de la población es masculina y el 46.6 por ciento femenina, el 49.2 por ciento de la población fluctúa en edades de 15 a 44 años de edad. El 84.4 por ciento de la población se concentra en 4 localidades, Cd. Chemuyil, Akumal, Cobá y Tulum.

La población urbana representa el 73 por ciento de la población del municipio siendo la Ciudad de Tulum la que se caracteriza por contar con esta población, cabe resaltar la continuidad que registra el proceso de urbanización de los asentamientos humanos.

En consideración a su superficie presenta una densidad poblacional de 6.3 habitante por Km^2 y su población representa el 2.3 por ciento con respecto al total de la población del estado.

En materia de fecundidad, la descendencia promedio de las parejas se ha reducido en 2.1 por ciento entre 2005 y 2010, al pasar de 2.63 a 2.08 hijos por mujer.

La comunidad de Punta Allen es uno de los principales asentamientos humanos dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. De acuerdo con su Programa de Manejo, la densidad poblacional de la reserva es de 0.16 habitantes por km^2 y el porcentaje de terrenos utilizados para la actividad humana es de 0.85%. No existen censos más recientes que únicamente abarquen la zona de la reserva, aunque se considera que la población se ha mantenido constante (INE, 1996).

En el litoral se ubica la mayor parte de los ranchos y dos colonias de pescadores: la colonia Javier Rojo Gómez en Punta Allen con 340 habitantes, y Punta Herrero, en la localidad del mismo nombre, con 40 habitantes en 1983. Sólo 26 personas viven en la zona continental interior. Las tendencias demográficas están directamente relacionadas a la potencialidad de los recursos naturales en cada porción de la Reserva y varían mucho de los litorales a las partes continentales.

Punta Allen, la población más cercana al sitio donde pretende desarrollarse el proyecto, ocupa uno de los últimos lugares en cuanto a número de habitantes en el municipio. Para 1995 contaba con 257 habitantes y representaban el 0.9% de la población total del municipio (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).
Para el año 2000 Punta Allen contaba con 433 habitantes de los cuales el 49% eran mujeres y el 51% hombres. Aproximadamente el 40% de la población se encontraba entre los 26 y 50 años de edad y la gran mayoría provenía de otros pueblos y ciudades, principalmente de la Isla de Cozumel (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

- **Educación.**

De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda 2010, el 8.1 por ciento de la población de quince años o más en el municipio es analfabeta, cifra superior a la media estatal que es del 4.8 por ciento y que sitúa a Tulum como región con mayor rezago en este rubro en la Zona Norte de la entidad. La población en edad escolar representa el 46.8 por ciento de la población total y el grado promedio de escolaridad en el municipio es de 8 grados.

En el 2010 Tulum contaba con 8 mil 336 educandos, que representaban el 2.3 por ciento de la matrícula total en el Estado, atendidos por un total de 328 docentes en todos los niveles desde educación especial hasta la educación superior en 65 escuelas. Alrededor de 12 de cada cien estudiantes en el municipio está recibiendo una beca, adicionalmente se apoya a niñas, niños y jóvenes con otros recursos como libros de texto gratuitos y paquetes de útiles escolares.

En el Municipio de Tulum se imparten los niveles de educación básica, que comprende preescolar, primaria y secundaria, el nivel de educación media y la educación superior.

Adicionalmente se cuenta con servicios de educación especial y capacitación para el trabajo, siendo la educación inicial el único tipo de servicio formal del que se carece.

En la colonia J. Rojo Gómez existe una escuela a nivel preprimaria que funciona en horario matutino de 8:30 a 11:30 a.m. y cuenta con una maestra. La escuela primaria tiene capacidad para 60 estudiantes y cuenta con dos maestros. Existe una telesecundaria con una maestra que funge también como directora (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

- **Salud y seguridad social.**

De acuerdo al Censo INEGI 2010, del total de habitantes en el municipio de Tulum, apenas el 51.7% cuentan con algún servicio de salud, de estos, el 55 % es atendido por el Seguro Popular, el 37.7 % son afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social y el 7.3 % restante es atendido por el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado, particulares y otras instancias.

En la ciudad de Tulum se cuenta con una clínica operada por los Servicios Estatales de Salud que proporciona atención básica (nivel 1 o 2), un servicio médico de la Cruz Roja Mexicana, un Módulo del IMSS en Punta Allen y otro en Ciudad Chemuyil. En las comunidades rurales se cuenta con dispensarios médicos que sólo ofrecen servicios de consulta, lo que obliga a las personas a trasladarse a centros urbanos foráneos incluso, como Playa del Carmen, Cancún, Valladolid o Mérida en caso de requerir una atención médica especializada; aunado a esto, también existe déficit en servicios públicos de ambulancia para el traslado de enfermos.

En el municipio de Tulum, de los 14 mil 601 habitantes del municipio que de acuerdo al Censo INEGI 2010 son derechohabientes de algún servicio de salud, 8 mil 31 personas están incorporadas al Seguro Popular.

Le sigue en importancia como prestador de servicios de salud el IMSS, al cual están afiliados 5 mil 506 personas, la cifra de población derechohabiente restante se encuentra incorporada al ISSSTE, Pemex, Defensa o Marina, instituciones privadas u otras. Este dato contrasta, sin embargo, con el hecho de que en el municipio hasta el 2009 sólo existían 5 unidades de servicios médicos.

Tabla 25. Derechohabientes del municipio de Tulum que cuentan con algún servicio de salud. INEGI 2010.

Sexo	Población total[1]	Derechohabiente[2]								No derecho habiente	No especificado
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro Popular	Institución privada	Otra institución		
Total	33,169	14,601	5,506	628	46	23	8,031	358	95	12,887	775
Hombres	17,016	7,452	3,160	313	28	14	3,749	190	39	6,861	401
Mujeres	16,153	7,149	2,346	315	18	9	4,282	168	56	6,026	374

1. Incluye instituciones de salud públicas o privadas.
2. Incluye una estimación de población a nivel estatal de 18 507 personas que corresponden a 6 169 viviendas sin información de ocupantes.
3. La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud.
4. Incluye al Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) que coordina la Secretaría de Salud (SSA).

En el 2008 se registraron en el municipio un total de 564 nacimientos y 51 defunciones, en el CENSO INEGI 2010 se registra un promedio de 2.08 hijos nacidos vivos entre la población femenina, ligeramente superior al promedio estatal que es de 1.98 hijos nacidos vivos.

Respecto a las enfermedades que más afectan a la población, la Encuesta Nacional de Salud 2006 reveló que los aspectos más importantes a considerar en la salud infantil eran la importancia de la vacunación, enfermedades gastrointestinales y respiratorias y la prevención de accidentes. En este mismo documento se revela la importancia de atender a los adolescentes en temas de prevención de adicciones y salud sexual y reproductiva, con énfasis en la prevención de embarazos no deseados, así como también la prevención de accidentes. Las enfermedades crónicas que prevalecen en este segmento poblacional son la diabetes mellitus e hipertensión arterial y en cuanto a adicciones, la prevalencia del consumo de alcohol es un tema que demanda seguimiento.

Por las condiciones geográficas y climáticas, hay propensión para el desarrollo de enfermedades infectocontagiosas, principalmente dengue, infecciones gastrointestinales, varicela, conjuntivitis y recientemente influenza.

El servicio médico de Punta Allen que aparece en la tabla es el único de este tipo en la Reserva, sin embargo, dicha unidad brinda un servicio deficiente y no cuenta con los medicamentos necesarios para cubrir las necesidades de la población (Voz del Caribe, lunes 19 de septiembre de 2005).

Las enfermedades más comunes entre la población infantil en Punta Allen están relacionadas con el sistema respiratorio. Los hombres adultos presentan comúnmente problemas en el oído medio e interno, hipertensión y diabetes; los dos primeros padecimientos se asocian con el buceo, actividad necesaria para desarrollar la pesca de langosta. Las mujeres adultas presentan problemas en vías urinarias e infecciones

vaginales. El alcoholismo es uno de los principales factores que deterioran la salud de la población, en especial de los hombres (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

b) Aspectos Urbanos.

- **Vivienda.**

En relación a los usos habitacionales, el número de viviendas durante los últimos 10 años ha tenido un crecimiento promedio muy alto, el incremento en la oferta de vivienda se encuentra por encima del crecimiento poblacional, no obstante, aún existe un sector de la población que tiene insatisfecha su demanda en materia de vivienda.

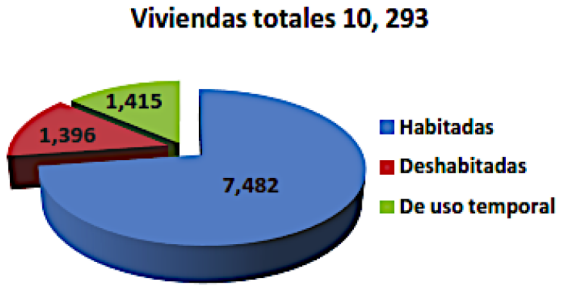
La ciudad de Tulum en el año 2010 contaba con 5 mil 141 viviendas, lo que representa el 49.9 por ciento del número de viviendas totales en el municipio.

Tabla 26. Censo de población y vivienda de Tulum.

Localidad	Vivienda					TMCA %
	1990	1995	2000	2005	2010	2000-2010
Tulum	485	805	1,702	3,768	5,141	**11.7**
Total Quintana Roo	**106,094**	**163,894**	**213,566**	**286,012**	**369,326**	**5.6**

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda 1990-2010, INEGI

La característica de la vivienda de todo el municipio se distingue por contar en promedio con dos cuartos y en las que el 92.2 % cuentan con agua entubada ya sea fuera o dentro de la vivienda, el 4.6 % tiene piso de tierra y el 83.9 % cuentan con algún tipo de drenaje y el 94.7 % de las viviendas habitadas cuentan con energía eléctrica.



Gráfica 4. Número de viviendas habitadas de acuerdo al Censo realizado por el INEGI 2010.

- **Equipamiento urbano**.

El equipamiento urbano está constituido por la infraestructura básica en materia de educación, cultura, salud, asistencia social, administración pública comercio y abasto, comunicaciones y transportes y recreación y deporte, la que presenta características diferenciadas en cuanto a su disponibilidad y carencias, distinguiéndose déficit en su cobertura, equipamiento, redistribución y modernización de los servicios.

El trazo urbano de Tulum está conformado por una irregularidad en la Zona Centro, el resto se caracteriza por una red ortogonal con ejes de comunicación terrestre de norte-sur y oriente-poniente, siendo uno de los ejes primario la carretera 307, así como un crecimiento hacia el poniente sobre los terrenos del ejido. Tulum presenta dos ejes carreteros: la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez paralela al mar y la otra perpendicular al mar que parte como camino a Punta Allen y se convierte en la carretera a Cobá y Mérida.

Los puntos más significativos son la carretera federal 307, por su función original de vía regional y la carretera a Coba y Mérida, por ser vía de comunicación alterna y de llegada al centro de población.

La falta de infraestructura de saneamiento básico (alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios) atenta contra la preservación del Medio Natural.

En la Reserva de Sian Ka'an, únicamente la colonia Javier Rojo Gómez posee alguna infraestructura de urbanización. La energía eléctrica proviene de una planta de diésel que funciona 12 horas diarias en promedio, la cual está a cargo del municipio de Solidaridad (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Las telecomunicaciones en la colonia Javier Rojo Gómez o Punta Allen se dan a través de dos casetas telefónicas públicas o por medio de teléfonos satelitales con los que cuentan el 18% de las casas del pueblo (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Tanto la colonia Javier Rojo Gómez como Punta Herrero (en el Municipio Carrillo Puerto), cuentan con caminos de acceso que los comunican con las poblaciones ubicadas fuera de la reserva. La colonia Rojo Gómez, en Punta Allen, tiene un camino de terracería de aproximadamente 60 Km., que corre por la zona costera a partir de la Zona Arqueológica de Tulúm. Punta Herrero, comunica mediante un camino de terracería con el poblado de Majahual, 50 Km. al sur, y con el entronque a la carretera pavimentada que conduce a la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez.

Así mismo, Sian Ka'an está dividida por el camino de Felipe Carrillo Puerto a Vigía Chico, que se continúa por un ramal hasta la costa frente a Punta Allen. Este camino data de 1955

y fue construido sobre la antigua vía férrea que transportaba el chicle hasta el puerto de Vigía Chico.

El abasto de víveres a la colonia J. Rojo Gómez se da por medio de 6 pequeñas tiendas de abarrotes, en las que se encuentran bebidas frías, yogures, alimentos enlatados, frutas y vegetales frescos, huevo, carne de res, carne de pollo, embutidos, etc. Sin embargo, debido al alto costo del transporte hacia Punta Allen, los precios de estos productos son muy altos (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

En su integración el municipio cuenta en su infraestructura carretera con 311 kilómetros de los cuales 161 kilómetros forman parte de la red estatal de caminos alimentadores, 110 kilómetros de caminos rurales y 40 kilómetros de la red federal que integran a las localidades del municipio al resto del estado.

- **Residuos sólidos.**

La Ciudad de Tulum con una población de más de 22 mil habitantes y que en promedio generan al día 4.4 kilogramos de basura; que significan aproximadamente 80 toneladas diariamente, las que se ven incrementadas cada vez por el consumo de nuevos productos, el crecimiento de la ciudad y la llegada de otras firmas comerciales que trabajan con materiales plásticos u otros productos. Multiplicándose de manera importante por el consumo de productos no orgánicos, entre ellos los productos derivados del petróleo, que trae problemas de contaminación y que requiere de una atención especial en la ciudad con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Aunque existen métodos de recolección, depósito y tratamiento de los residuos, aún no son suficientes y sobre todo la carencia de un relleno sanitario, que contribuya a lograr una ciudad limpia, por lo que se debe incentivar la reducción en el consumo, la reutilización y el reciclaje de los desechos para contrarrestar el impacto negativo que provoca su acumulación en el ambiente.

- **Agua potable y alcantarillado.**

El agua potable en la colonia J. Rojo Gómez se obtiene de un pozo localizado a 7 km. de Punta Allen y cuya agua se lleva a la población a través de tuberías y se bombea mecánicamente, por medio de una bomba de diésel, hacia un tanque en el centro del pueblo desde donde se distribuye a toda la comunidad. Este pozo es operado por la Comisión Nacional del Agua, la cual analiza la calidad de su agua mensualmente (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

En cuanto a las aguas negras, Punta Allen no cuenta con drenaje sanitario. La mayoría de las casas utilizan fosas sépticas, pero no todas se encuentran en buenas condiciones, por lo que el manto freático presenta altos grados de contaminación. La administración de la Reserva ha dado apoyo económico a las familias que deseen cambiar sus fosas sépticas por un Sistema de Reciclaje de Desechos Orgánicos (SIRDO), que evita la contaminación del manto (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

- **Reservas Territoriales.**

La poca existencia de reservas territoriales para la dotación de vivienda ha generado invasiones territoriales, obligando a los pobladores a construir viviendas rústicas que no cuentan con los servicios mínimos indispensables, en condiciones de marginación y susceptibles de ser dañados por cualquier fenómeno meteorológico, además de constituir un elemento que impacta de manera considerable al suelo y al subsuelo.

En el año 2000 se contaba con una cantidad aproximada de 1,300 hectáreas de reservas territoriales adquiridas para la planeación urbana entre las tres ciudades más importantes del entonces Municipio de Solidaridad: Playa del Carmen, Tulúm y Akumal (Tabla 33).

Tabla 27. Reserva territorial adquirida (ha) 1999.

LOCALIDAD	TOTAL
Playa del Carmen	155.2
Tulúm	1,094.7
Chemuyil	10.6
Akumal	8.3
TOTAL	**1,268.8**

En la Reserva de Sian Ka'an, el 99% de la tierra es de propiedad nacional y solamente en la franja costera hay propiedades privadas que coinciden con los ranchos copreros y las zonas de mayor potencial turístico. Las costas en las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo son de propiedad nacional. El límite occidental de la reserva está marcado por los ejidos de Felipe Carrillo Puerto y del Municipio de Cozumel.

En las zonas continentales sólo hay seis ranchos, como resultado de la poca atracción que el área ha generado para los campesinos sin tierra de la periferia. Una fuerte limitación es la inseguridad en la tenencia de la tierra de los ocupantes de terrenos nacionales.

La zona presenta un enorme potencial turístico que puede condicionar un crecimiento a ritmo acelerado. La zona costera del sur tiene un potencial similar, no desarrollado por su difícil acceso y su lejanía a cualquier centro de servicios. La porción central de la zona costera que abarca las bahías de la Ascensión y Espíritu Santo, es de difícil colonización debido a su entorno pantanoso y a que no cuenta con playas secas.

Actualmente la zona costera norte, entre Tulum y Punta Allen, basa su economía en la pesca y el cupo limitado de socios en las cooperativas, particularmente en la Colonia Rojo Gómez, evita el aumento poblacional.

c) Factores socioculturales.

- **Aspectos Culturales.**

Quintana Roo es un estado pleno en expresiones culturales, prueba fehaciente de ello se encuentra en el Municipio de Tulum.

Respecto a infraestructura y servicios culturales, según datos de la Secretaría de Cultura de Quintana Roo, en 2010 el Municipio de Tulum contaba con 1 módulo de servicios digitales que atendió a 3 mil 160 usuarios y 3 bibliotecas públicas ubicadas en las localidades de Tulum, Cobá y Punta Allen que atendieron a 19 mil 873 usuarios.

Las instalaciones deportivas en su mayoría son de carácter institucional en donde los centros educativos del nivel básico, medio superior y superior cuentan con áreas deportivas para sus actividades extraescolares; la mayoría de estos espacios facilitan el acceso de la población deportiva para su recreación, entrenamiento y desarrollo de eventos municipales.

La infraestructura deportiva pública es escaza y no está registrada en el inventario estatal que permita realizar programas de modernización, mantenimiento, ampliación o rehabilitación de estas.

d) Actividades productivas.

- **Desarrollo económico.**

La actividad comercial si bien no es muy representativa en cuanto a ser gran proveedora de las necesidades del municipio en sus diferentes ramos, se distingue en su mayoría por ser dedicada al comercio al por menor, abasteciéndose para su disponibilidad de artículos foráneos, distinguiéndose una dependencia de la oferta disponible de los artículos que se requieren para soportar la demanda creciente que actualmente tiene el municipio.

La concentración de la actividad comercial se da principalmente en la avenida principal que da acceso a la ciudad capital del municipio, una concentración que dificulta las labores de abastecimiento y el libre acceso a la demanda de los bienes básicos para el consumo y de alimentos, una concentración dada por el crecimiento y por la poca disponibilidad de suelo para el desarrollo de la actividad en áreas especializadas con la infraestructura acorde a sus necesidades.

- **Industria, Comercio y Servicios.**

La industria de la transformación de materias primas extraídas del medio natural se desarrolla en el Estado únicamente en la producción de materiales pétreos, donde el Municipio de Tulum representa el 3.2 % de la producción estatal.

La industria manufacturera en el Estado muestra un crecimiento bajo, pero sobre todo en el Municipio de Tulum, en el cual es inexistente la presencia de la industria, pero debido a la ubicación geográfica este se vislumbra como una fuente para la maquiladora de exportación, debido a su inmediatez con el puerto de Puerto Morelos el cual sirve como punto de embarque para la exportación de los productos. Un importante rublo dentro de este sector lo constituyen los artesanos del municipio, quienes desde sus comunidades producen en pequeña escala, y que sin embargo tienen una fuerte desventaja en la comercialización de sus productos con respecto a las artesanías que llegan del interior del país para su comercialización en el municipio.

Un apartado muy importante para el municipio es el relativo a la construcción, donde para el año 2009 se tuvo una participación a nivel estatal de 10.3 %, como reflejo de las grandes inversiones tanto públicas como privadas que se realizan en el municipio.

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2010, en el municipio existen 291 unidades económicas registradas. El 35 % de la Unidades están dedicadas al Comercio al por menor, el 8 % a otros servicios excepto actividades Gubernamentales, el 28 % a servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, el 6 % a Industria Manufacturera, el 6 % a Servicios Educativos y el 16 % en el resto de los Sectores.

Tabla 28. Unidades de comercio y abasto por municipio 2010.

Municipio	Tiendas Diconsa	Tianguis	Mercados públicos	Rastros	Centrales de abasto	Centros receptores
Estado	**350**	**34**	**44**	**9**	**2**	**2**
Tulum	0	0	0	0	0	0

Fuente: Secretaria de Desarrollo Económico del Estado, 2010.

Las unidades económicas que operan dentro de la zona de influencia es variado dependiendo del número de trabajadores con los que cuentan, estas van desde las micro hasta grandes empresas. El 92 % son microempresas, el 5 % son pequeñas, el 2 % son medianas y el restante 1 % son grandes.

En cuanto al sector comercio la información registrada muestra que la reciente incorporación del municipio como tal en el estado aun no impacta en la infraestructura comercial pública, como las tiendas de abasto de DICONSA, Tianguis registrados, Mercados

públicos establecidos, rastros, centrales de abasto y centros receptores de productos básicos, lo cual constituye una oportunidad para fincar las bases del desarrollo de la actividad comercial en el municipio.

- **Turismo.**

En su reciente creación como municipio Tulum experimenta una posición importante en sus actividades económicas, fundamentalmente las relacionadas con la actividad turística, la cual le da una vocación importante y representativa en el ámbito de la promoción de la cultura maya, ya que sus recursos históricos lo mantienen a la vanguardia en relación a los demás destinos históricos del estado como del ámbito nacional e internacional inclusive.

Sin duda, la actividad económica preponderante del estado es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años.

La ciudad de Tulum, se encuentra asentada cerca de los basamentos mayas del sitio arqueológico de Tulum, la cual aún conserva en vestigios de una ciudad maya a la orilla del Mar Caribe. El sitio arqueológico de Tulum es visitado anualmente de acuerdo a datos de 2010 por 992 mil 964 visitantes siendo el 59.1 % de los visitantes a zonas arqueológicas administradas por el
INAH en el Estado.

Adicionalmente se encuentra el sitio arqueológico de Cobá localizada en medio de la densa selva del municipio y rodeado de bellos lagos, la antigua ciudad de Cobá se encuentra a unos 45 km al este.

El gran potencial que tiene el municipio en promover los sitios arqueológicos con los que cuenta, suman el 82.0% del total de visitantes a zonas arqueológicas del Estado.

De manera complementaria la creciente importancia que ha mostrado las últimas décadas el Municipio de Tulum, lo constituye el gran atractivo de su litoral costero de aproximadamente 84 kilómetros, donde se pueden encontrar todo tipo de servicios y actividades turísticas. Este sector ha crecido de manera importante en los últimos años en 2010 se cuenta con 82,983 habitaciones en 893 hoteles a nivel estatal.

La infraestructura hotelera del Municipio de Tulum concentra en 2010 a 130 hoteles en operación con un total de 5,543 cuartos, siendo el 6.7 % de las habitaciones del Estado con un promedio de ocupación anual del 68 %.

Aunado a los grandes hoteles, un rasgo importante es que el Municipio de Tulum se ha posicionado como el destino "ecológico" de la Riviera Maya, esto gracias a su majestuosa franja costera compuesta de hoteles de pocas habitaciones, entre ellas cabañas rústicas,

pero de lujo. El compromiso de los hoteleros de tener en función energías renovables, humedales y un programa de reciclaje hace de Tulum el destino predilecto del turismo europeo, el turismo responsable que cuida, valora y deja un impacto positivo en la economía local.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an también ha respondido a este crecimiento de la industria turística. Por encontrarse entre la "Riviera Maya" y el mega proyecto turístico "Costa Maya", la reserva ha comenzado a recibir mayor número de turistas, lo que ha abierto otra posibilidad de desarrollo económico para los habitantes de la misma, en especial para los de Punta Allen.

En la zona costera de la parte norte de la Reserva existen cuatro trailer-park rústico y tres hoteles de pequeño tamaño. Aunque la zona es atractiva para el turismo, en particular para aquellos que buscan de zonas ecológicamente conservadas, las políticas de desarrollo dentro de la reserva limitan al máximo esta industria con la finalidad de que no se pierda el sentido para el que fue creada, conservar la enorme riqueza natural de la zona.

En Punta Allen existen 9 pequeños hoteles, la mayoría propiedad de los habitantes locales. Hay 3 hoteles para pesca deportiva con mosca (fly flishing), que son los más grandes del pueblo y pueden albergar hasta 50 personas. También hay 5 pequeños restaurantes dentro del pueblo y uno un poco más grande manejado por la cooperativa de servicios turísticos de la comunidad. En general la infraestructura turística en Punta Allen se encuentra poco desarrollada (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Actualmente existen cuatro cooperativas de prestadores de servicios turísticos en la comunidad de Punta Allen, que proveen de botes, alimento y visitas guiadas tanto a los turistas que llegan por su propio pie como a los que son llevados por agencias de viajes provenientes de la Riviera Maya (Cuadro 44) (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Las principales actividades turísticas en la comunidad de Punta Allen son los tours de snorkel o buceo libre y la pesca con mosca. Los tours de snorkel son ofrecidos por las cuatro cooperativas existentes en la comunidad, las cuales cuentan con guías naturalistas certificados por la Secretaría de Turismo y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Los servicios para practicar pesca con mosca o fly fishing también son proporcionados por las cuatro cooperativas, aunque una de ellas (Las Boyas) se dedica prácticamente en su totalidad a esta actividad (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003). También se brindan tours por el manglar y para observar aves, aunque estos son menos solicitados (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003)

- **Empleo.**

El sector terciario es el principal generador de empleos en el municipio de Solidaridad, ya que es en éste donde se incluyen a los servicios turísticos como hoteles, restaurantes y comercios (Cuadro 26).

- **Agricultura.**

En el municipio estas actividades se desarrollan en la periferia de la ciudad y en la zona maya, siendo las más representativas, las labores agrícolas y ganaderas. Los habitantes del municipio dedicados a las actividades propias de este sector representan el 12.7 % de la PEA ocupada

Tabla 29. Superficies sembrada y cosechada por tipo de cultivo, según disponibilidad de agua, año agrícola 2009 (Hectáreas)

Cultivo	Superficie sembrada			Superficie Cosechada		
	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal
Maíz grano	3,278	0	3,278	3,278	0	3,278
Naranja	6	0	6	6	0	6

Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

En el municipio no existe una gran diversificación de cultivos para comercialización, sino más bien para subsistencia, lo cual se observa en que sean dos los únicos cultivos de los cuales se tienen datos estadísticos significantes. El tipo de clima propio de la región contribuye a que la fuente principal para proveer de agua a los cultivos sea el sistema de temporal; es decir, dependen de las lluvias que se presentan durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y septiembre. Por otro lado, nos muestra la falta de tecnificación del campo del Municipio de Tulum.

Tabla 30. Características de las superficies agrícolas del municipio, año agrícola 2009 (ha).

Municipio	Fertilizada	Sembrada con semilla mejorada	Servicios de asistencia técnica	Servicios de sanidad vegetal	Superficie mecanizada
Estado	**47150**	**53404**	**32515**	**17852**	**31616**
Tulúm	49	369	0	234	0
% participación	0.1	0.7	0	1.3	0

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural e Indígena del Gobierno del Estado.

Actualmente cuenta con 3 invernaderos acondicionados para el cultivo de tomate, chile, pepino y calabaza, en grupos organizados, los cuales se encuentran por el momento sin funcionar, por falta de capital de trabajo, para los cuales se necesita asesoría y crédito para volverlos a incorporarlos.

- **Ganadería y Apicultura.**

La actividad ganadera en el municipio se distingue por la cría de bovinos, porcinos y de gallináceas (gallinas, gallos y pollos, ya sea para producción de carne o de huevos).

Con respecto al potencial en la superficie dedicada a la ganadería en el municipio se cuenta con 10,637.9 hectáreas con pastos utilizables para la actividad ganadera bovina, con un 4.2 % del total estatal, ocupando la quinta posición en cuando a extensión dedicada a ganadería. La población de ganado bovino de 2 mil 254 cabezas representan el 1.7 % con respecto a las existencias a nivel estatal en donde dependen de esta actividad 68 productores.

La mayor producción ganadera en el municipio la encabezan los porcinos, ya que para su cuidado no es necesaria la existencia de pastizales, y si bien la vocación de un importante porcentaje municipal es susceptible a esta producción, la limitación a la que se enfrentan los ganaderos es la falta de tecnologías modernas o asesoría financiera y técnica que les permita mantener y fortalecer esta actividad.

La producción de porcinos es el grupo de ganado más importante para el Municipio Tulum, ya que presentó en 2010 una producción total de 189 mil 900 toneladas de carne en canal, el valor de dicha producción fue de 6 millones 457 mil pesos.

La segunda producción más importante es la de ganado bovino; los registros de producción más recientes reflejan que para 2010 la producción fue de 190 toneladas de carne en canal y el valor de la producción fue de poco más de 2 millones 486 mil pesos.

En el caso de la producción de ovinos, el municipio de Tulum contribuyó con una producción de 10 toneladas totales con un valor de 402 mil pesos. Existen otras actividades agropecuarias que generan productos y subproductos que aportan económicamente al sector primario como son la producción de carne de aves (gallináceas y guajolote), para 2010 se produjo un total de 116 toneladas con un valor de 2 millones 808 mil pesos y en los subproductos el huevo para plato con una producción de 3.6 toneladas y un valor de 80 mil pesos, esta producción básicamente para el autoconsumo.

De manera general la ganadería se realiza en pequeña escala, y sólo el ganado porcino y las aves de corral contribuyen en una escala menor a la demanda del municipio, la demás están enfocadas al autoconsumo.

Otra actividad agropecuaria del municipio es la **Apicultura** resaltando que la calidad productiva de la miel en el Estado es única en la Península y que su pureza atrae importantes mercados internacionales que no pueden ser atendidos con la producción que se genera en la

actualidad, ya que no se ha dado la suficiente importancia a esta actividad ni a la comercialización del producto.

En el Municipio de Tulum en el 2010 se generó una producción de 180.8 toneladas anuales, dejando un valor de producción de 5 millones 26 mil pesos, otro es la cera en greña que reporto una producción de 5.4 toneladas con un valor de la producción anual de 265 mil pesos. Lo que refleja que la apicultura es una fuente importante de ingresos ya que exportan casi en su totalidad la miel y aunque es una actividad complementaria que ha sido afectada por factores climatológicos y la presencia de la abeja africana, sin embargo, cabe mencionar que existe un buen potencial para su explotación, partiendo de un inventario actual de 7 mil 695 colmenas.

En Sian Ka'an, la explotación ganadera para engorda bajo métodos extensivos tiene muy altos índices de agostadero, llegando a 15 o 20 ha por cabeza. Actualmente existen tres ranchos: Hermanos Lagos, Los Arana y Emilio Tasx que destinan aproximadamente 2,000 ha de territorios de la reserva para esta actividad.

- **Forestal.**

La zona forestal del municipio cuenta con recursos maderables distinguiéndose las maderas duras tropicales sujetas al aprovechamiento forestal selectivo lo que derivó en la eliminación de especies maderables preciosas, principalmente el cedro (*Cedrela odorata*) y ha orillado a que en la actualidad se realice un aprovechamiento más equitativo sobre otras especies tropicales, de las llamadas maderas duras, entre las que se incluyen el chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), katalox *(Swartzia cubensis*), chacté (*Caesalpinia platyloba*), yaxnic (*Vitex gaumeri*) y Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), entre otras. También se explota, aunque en menor escala, la resina del chicozapote para la producción del chicle.

En 2010 se otorgan dos autorizaciones para el aprovechamiento forestal maderable de maderas blandas, duras y palizada por un volumen total de 4,050 m^3 de rollo, la explotación forestal en el municipio es muy escasa en comparación con otros municipios, ya que en 2010 se reportó solamente una aportación del 3.6 % de la producción estatal. Sin embargo, hay que considerar que los incendios ocurridos en los últimos años han afectado grandes extensiones de selva, lo que imposibilita un repunte para esta actividad.

En su organización el ejido de Tulum forma parte de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya S.C conjuntamente con otros 18 ejidos con el propósito de elevar las oportunidades en el aprovechamiento integral de los recursos naturales de una manera sustentable, el manejo del recurso forestal se realiza en una dotación 22 mil 800 hectáreas en las que 118 productores realizan las actividades de manejo del recurso y se caracteriza en plantaciones comerciales con escaso valor agregado de la producción.

La gran demanda de madera para construcción de palapas en los grandes hoteles creó la necesidad de buscar fuentes de abastecimiento cercanas, así que los productores de maderas preciosas y tropicales en el estado, principalmente de Felipe Carrillo Puerto, son los que actualmente surten al sector turístico de la región. La zona rural consigue la madera para sus viviendas en las zonas aledañas a su localidad.

Esta es la actividad más antigua en la Reserva de Sian Ka'an, centrada originalmente en la actividad chiclera. Paralelamente se dio la explotación de maderas preciosas como el cedro (*Cedrela odorata*), la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el guayacán (*Guaiacum sanctum*), que son especies seriamente amenazadas en la Reserva.

Actualmente, existe una concesión para llevar a cabo la explotación dentro de la Reserva de madera para durmientes de chechem (*Metopium browneii*), guayacán y maderas duras en general. Sin embargo, el potencial maderero de Sian Ka'an es pobre por la gran proporción de tierras inundables y selvas bajas.

Tabla 31. Volumen de producción forestal autorizada para aprovechamiento maderable por municipio (metros cúbicos RFSC) a/ 2010.

Municipio	Tipo de madera		
	Preciosas b\	Comunes tropicales c\	Total
Felipe Carrillo Puerto	5,535	58,874	64,409
Othón P. Blanco	2,580	39,382	41,962
José María Morelos	5	5,278	5,283
Tulum		3,880	3,880
Total	**8,120**	**107,414**	**115,534**

a/ Metros Cúbicos Rollo Forestal Sin Corteza.
b/ Comprende: Cedro Rojo y Caoba y el aprovechamiento de productos secundarios para lo que no se requiere autorización.
c/ Comprende: Chaka, Sac´chaka, Amapola, Chechen, Chicozapote, Ramón, Tzalam, Machice, Bojón, Caracolillo, Yaaxnick, etc
FUENTE: SEMARNAT, Delegación en el Estado.

- **Pesca y Cacería.**

En el Municipio de Tulum, la pesca comercial para consumo humano, en relación con el resto de puertos del Estado, es una actividad significativa, la cual se desarrolla principalmente en Punta Allen. Al respecto en 2010 dicha actividad productiva ocupó a un total de 105 pescadores integrados en 2 cooperativas, Tulum y Vigía Chico, que representan el 5 por ciento de la población estatal dedicada a esta actividad.

Los pescadores de Punta Allen generan el mayor volumen de captura de langosta (*Panulirus argus*) a nivel nacional y el segundo a nivel de exportación. La captura se realiza

principalmente con el uso de refugios artificiales o "casitas cubanas" dentro de las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo.

El volumen logrado por la cooperativa de Vigía Chico es de 61.8 toneladas, lo que representa el 1.3 % del total de la producción pesquera estatal, donde se resalta la producción es en la Captura de Langosta donde se logra el 30.2 % de la producción estatal con 42.1 toneladas, y dicho producto representa el 73.9 % de la producción municipal. Algunas cooperativas permiten a sus socios vender por su cuenta la producción de escama, lo cual, sumado a las producciones de las lanchas sin registro oficial y volúmenes no autorizados de pesca deportiva, hacen un volumen considerable que no es reportado. Así, se estima que una importante parte de la producción, en particular de escama, no aparece en las estadísticas pesqueras ni siquiera como captura sin registro oficial.

En Punta Allen también se pesca escama, principalmente para autoconsumo o para venderla a los restaurantes locales y los turistas. Las especies que generalmente se capturan son *Epinephelus striatus*, *E. itajara, Lutjanus griseus, L. jocu, Etelis iculatus, Lachnoalaimus maximus, Trachinotus falcatus y Magalops atlanticus* (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Los pescadores de Punta Allen se encuentran bien organizados y respetan tanto los campos de pesca de langosta establecidos, como las temporadas de veda y las tallas mínimas (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).
En su capacidad instalada cuenta con un centro de acopio que es apoyado por 22 embarcaciones para la pesca ribereña que realizan actividades en los tres muelles de madera y que se encuentra en condiciones regulares, ya que necesitan de un mantenimiento.

Tabla 32. Población dedicada a la actividad pesquera por municipio, según tipo de organización 2010

Municipio	Cooperativas	Particulares	Total	a/
Estado	**1,115**	**961**	**2,076**	
Tulum	105	0	105	

a/ Comprende: Pescadores, técnicos pesqueros prácticos, calificados e industriales; obreros.
FUENTE: SAGARPA, Subdelegación de Pesca y SEDE. Dirección General de Acuacultura y Pesca.

En cuanto a la cacería, dentro de la reserva se permite la de autoconsumo, la cual se centra principalmente en las dos especies de venado (cola blanca y temazate), el jabalí de collar, el tepescuintle, el sereque, el tejón, el pavo ocelado y el hocofaisán. Así mismo hay cacería ilegal de estas especies, así como de tigrillo, ocelote, cocodrilo, tortugas marinas y varias especies de aves de ornato.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

La calidad de los diversos componentes medioambientales presentes en la región aun cuando la mayoría de ellas se encuentran presionadas por su extenso e intenso crecimiento económico, hacen que el predio sea una excelente opción para el establecimiento de proyectos de bajo impacto y densidad, servicios turísticos y recreativos, los cuales, de llevarse a cabo, en apego a la normatividad ambiental garantizará la conservación de la zona. Por ello, el desarrollo conceptual del proyecto **"Casa Beach II"**, tiende a la conservación de áreas silvestres naturales, que se interconecten con áreas también conservadas de los predios colindantes.

Cuando se analiza la calidad de los componentes ambientales del predio, en particular, nos posible dejar de considerar que el proyecto de casa habitación, se ubica en una región que desde hace más de 25 años se desarrolla intensamente y sin aparente cumplimiento de las normativas ambientales y de desarrollo urbano previstas para la región, a pesar de que se cuenta igualmente con una serie de regulaciones de carácter territorial que, en teoría, debieran garantizar el desarrollo sustentable de la zona, lo que ha generado que esta vaya paulatinamente perdiendo "naturalidad", al predominar las construcciones turísticas sobre la conservación del patrimonio natural.

Dicha situación que se manifiesta en el cambio de uso de suelo, desecación de áreas inundables, contaminación de las aguas subterráneas, pérdida de la biodiversidad local y regional, desequilibrios sociales e incremento del rezago en la prestación de servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como de recolección, manejo y disposición final de residuos sólidos municipales y peligrosos, lo que finalmente pone en riesgo el mantenimiento del recurso que sostiene al propio desarrollo regional.

Si bien se reconoce que el desarrollo del proyecto necesariamente obliga a la ocupación de una superficie que requiere desmonte, ésta es mínima, y las áreas cubiertas por el tipo de vegetación reportada, el sembrado de las áreas a construir y operar y la ubicación de los servicios se consideraron, como premisas del propio proyecto, así como la necesidad de mantener espacios verdes con especies nativas.

Con la correcta aplicación de las medidas de mitigación que se recomienda aplicar se podrá atenuar el impacto que generará el proyecto en el predio. Se podrá recuperar parte del germoplasma vegetal para ser utilizado en la ornamentación del proyecto a lo largo de los jardines del mismo, y por las dimensiones de las obras y actividades, la fauna silvestre tendrá oportunidad de desplazarse de un sitio a otro del predio para ponerse a salvo de la operación y movimiento de personas.

En esta perspectiva, el diseño conceptual bajo el cual se ha elaborado el proyecto de casa habitación, se atiende a las regulaciones ambientales y urbanas que aplican en el Programa

de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, por lo que se espera que el sitio seleccionado conserve la mayor parte de sus atributos ambientales, coadyuvando con ello en el mantenimiento de la vida silvestre local y regional.

Con una superficie total de 562,927 hectáreas (sumada la superficie terrestre con la marina), la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an se estableció por decreto presidencial el 20 de enero de 1986, en su mayor parte sobre terrenos nacionales, y una pequeña franja de tierra costera constituida por propiedades privadas, las cuales aún permanecen bajo ese régimen de tenencia de la tierra.

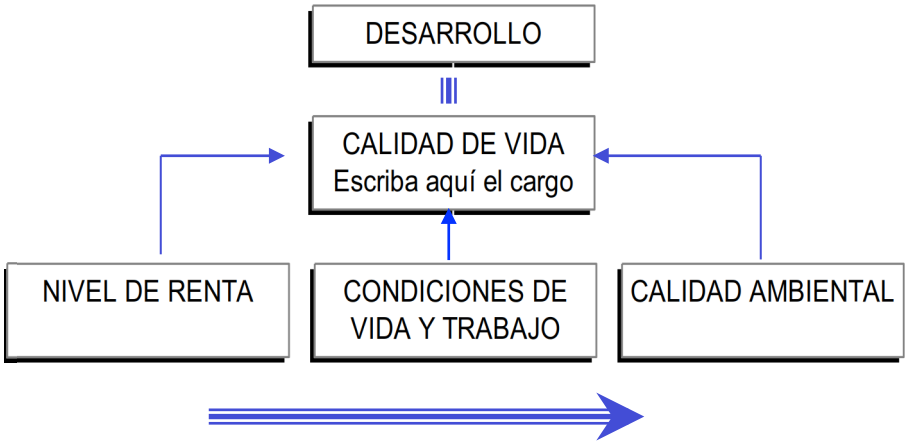
Previo al decreto, en 1983 se publicaron los estudios preliminares por parte del CIQRO para definir la ubicación y establecimiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Para 1996 se publicó el "Programa de Manejo de la Reserva", a través del cual se establecieron las zonas y políticas del manejo. Sin embargo, la validez del mismo fue cuestionado en tanto que no fue consensuado por todas las instancias correspondientes y por otro lado no contiene todos los elementos que regulan adecuadamente un área natural protegida. Sin embargo, fue un instrumento de gran valía, ya que reguló por casi cerca de 6 años, el desarrollo dentro de la Reserva de Sian Ka'an.

El Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, decretado el 4 de mayo de 2002 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, permite y alienta un desarrollo turístico de bajo perfil congruente con las políticas ambientales (Art.3). A diferencia de los demás Ordenamientos del Estado, sólo se permite un máximo aproximado de 900 cuartos hoteleros, distribuidos a lo largo de la Reserva, además se definen políticas de conservación, protección y aprovechamiento específicas de los recursos naturales de la misma.

De igual forma, el ordenamiento ecológico de la zona costera de Sian Ka'an, considera los criterios de crecimiento habitacional. Es sabido que en determinadas zonas costeras del Estado, existen hoteles disfrazados de casas, trayendo un desorden, ya que no cuentan con las instalaciones apropiadas para hospedar y atender los servicios necesarios del turista, con el Ordenamiento de la Reserva de Sian Ka'an, se consideran criterios de construcción, superficie de ocupación, respeto a zonas críticas ambientalmente, como la zona de duna, y áreas de manglar, se toma en cuenta la disponibilidad de los recursos agua potable y tratamiento de aguas residuales y se limita el crecimiento irregular de centros de hospedaje disfrazados.

Sí consideramos que la calidad de vida de un ser humano, está integrada por el nivel de renta, condiciones de vida y trabajo y la calidad ambiental, entonces se debe tratar de buscar un esquema en el que se mantenga un balance entre todos los factores. La calidad ambiental se refiere al grado de conservación del entorno, incluyendo variantes como biodiversidad y paisaje, pureza del aire, cantidad y calidad del agua y limpieza del suelo, así

como las condiciones urbanas de un sitio. Para el caso de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, todas estas variantes se cumplen con un nivel alto de calidad.



VARIACION IMPORTANCIA EN EL TIEMPO

Es importante considerar que la plusvalía de los predios costeros de la Reserva es elevada, por lo que el tipo de población potencial de establecerse en la zona, es de altos ingresos, con esto existen mayores posibilidades del cumplimiento de las políticas de desarrollo, protección y conservación dentro del área.

Debido a las dimensiones del proyecto, se considera que este provocará impactos ambientales mínimos que no excederán el área de influencia física del predio, considerando como área de influencia ecológica, la zona comprendida entre el litoral y la carretera de comunicación de la reserva en virtud de los posibles impactos que puedan presentarse en ella sobre los recursos naturales o vegetación presente en el predio durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Básicamente, el total de la vegetación de selva baja perennifolia se conservará, ya que el número de elementos arbóreos es mínimo.

La caracterización demostrará que los impactos ambientales que se generarán por el desarrollo del proyecto al ecosistema de selva serán mínimos por lo que el deterioro que se provoque no afectará la calidad de vida de la población de la zona.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales.

La metodología para la valoración cualitativa de impactos para el presente trabajo se enmarco básicamente en lo especificado por la Normatividad Ambiental vigente tanto a nivel municipal como estatal y federal, así como a los términos de referencia del estudio de impacto ambiental.

El procedimiento seguido para realizar la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto **"Casa Beach II"** en referencia es el siguiente:

- Análisis de las características y componentes del proyecto.
- Identificación de los impactos ambientales potenciales.
- Evaluación de los principales impactos ambientales potenciales.

Para el análisis de los impactos ambientales del proyecto se ha utilizado el método matricial, el cuál es un método bidimensional que posibilita la integración entre componentes ambientales y las actividades del proyecto. Consiste en colocar en las filas el listado de las acciones o actividades del proyecto que pueden alterar al ambiente y sobre sus columnas se coloca el listado de los elementos / componentes y atributos del ambiente que podrían ser afectados por las actividades del proyecto.

En la predicción y evaluación de impactos ambientales mediante el método matricial causa-efecto, se pueden elaborar una o más matrices. En el presente caso, para facilitar la comprensión del análisis se han confeccionado dos matrices: una denominada ***Matriz de Identificación de Impactos Ambientales*** (Tabla 39) que permite identificar los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente y otra llamada ***Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales*** (Tabla 38), donde se evalúan los impactos identificados en la matriz anterior, para cuyo efecto se utilizan los criterios de calificación que se describen en la tabla 33.

V.1.1 Indicadores de impacto.

El indicador del impacto ambiental sobre un factor ambiental es aquel elemento asociado a dicho factor que puede proporcionar una medida de la magnitud del impacto.

A continuación, se listan los indicadores que se identificaron para el proyecto, de acuerdo a los subsistemas del medio ambiente:

Tabla 33. Identificación de indicadores para el proyecto.

Factor Ambiental	Indicador
Climatología	Clima
	Calidad del aire
Geomorfología	Paisaje
Suelos	Calidad del suelo
Hidrología	Superficial
	Subterránea
Vegetación	Vegetación de duna costera
	Vegetación de selva baja perennifolia
Fauna	Especies de fauna endémica y/o con estatus de protección.
Economía	Empleo
	Economía regional

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto.

A continuación, se describen cuáles son las razones que se siguieron para considerar los posibles impactos.

Factores Abióticos (o físicos):

- ✓ **Clima.** Por las dimensiones del proyecto no se considera que este pueda afectar el clima, debido a que el desmonte de vegetación que se realizará será mínimo, por tanto, no se incrementará la temperatura de manera significativa ni disminución en la humedad relativa ya que no habrá áreas desmontadas.

- ✓ **Calidad del aire**, al respecto se sabe que el aire está compuesto por una mezcla de gases, esta mezcla puede ser alterada debido a las emisiones de vapores, humo de vehículos, olores, disminuyendo la propiedad de la atmósfera circundante al predio.

- ✓ **Paisaje**: Permanencia y características del sistema ambiental general, considerando los aspectos naturales y antrópicos que conforman la zona, así como la flora y fauna

terrestre que conforman la asociación natural local, sin presentarse afectaciones por las actividades del proyecto, de lo contrario.

- ✓ **Calidad del suelo.** Durante el tiempo que el suelo queda descubierto, este puede ser contaminado por diferentes elementos como desechos sólidos, aguas residuales o hidrocarburos.

- ✓ **Hidrología superficial y subterránea.** Los impactos más importantes a la hidrología del lugar son las alteraciones en el patrón de drenaje superficial y subterráneo y la calidad del agua. Durante el proceso de preparación del sitio, la instalación de la losa para la cimentación en las zonas del proyecto puede afectar el escurrimiento de las aguas pluviales, a la vez que se reduce la superficie de captación de agua. Durante la etapa de operación del proyecto, se contará con un sistema de humedal artificial que impedirá impactos significativos en la calidad del agua tanto superficial como subterránea.

Factores Bióticos.

- ✓ **Vegetación de duna costera**. La remoción de este tipo de vegetación afecta la erosión de la duna; sin embargo, el proyecto no afectará esta zona, ya que el mismo se desarrollará 20 metros atrás de la duna costera. El mayor impacto puede presentarse durante las etapas de preparación y construcción por la presencia de basura que se disponga de manera incorrecta.

- ✓ **Vegetación de selva baja perennifolia.** El proyecto no supone la afectación de grandes áreas de la cobertura vegetal de predio, la cual corresponde a vegetación de selva baja subcaducifolia, tampoco se considera la afectación de zonas de manglar. El mayor impacto por la extracción y ubicación de la vegetación será durante la etapa de preparación del terreno y se puede relacionar con la pérdida de algunas funciones ecológicas. En la etapa de operación el impacto hacia la vegetación será positivo ya que la vegetación remanente que cubre la mayoría del terreno (incluyendo la vegetación de duna y manglar) será destinada para la protección y conservación.

Factores socioeconómicos.

- ✓ **Empleo**. La generación de empleos directos e indirectos y de servicios en la zona tendrán un impacto positivo sobre el nivel de ingreso regional, el cual será temporal, debido a la demanda de mano de obra local calificada que generará empleos.

- ✓ **Económica regional.** El consumo de materiales de construcción dejará una derrama indirecta en la región.

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.

Para evaluar el nivel de significación de los impactos ambientales del proyecto se elaboró una **matriz de evaluación de impactos**, la cual se muestra en la **tabla 38,** donde se evalúan los impactos identificados; también se utilizó la **matriz de Identificación de impactos ambientales** del proyecto **"Casa Beach II"** (etapas de preparación del sitio, construcción y operación), la cual nos permite identificar los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente.

Es importante mencionar que no existe una técnica que integre todos los elementos para hacer la evaluación de impacto ambiental de todo tipo de proyecto, es decir, aún no existen técnicas universales o temáticas, por esta razón, cada proyecto utiliza una técnica casuística.
En este caso, para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se elaboraron listas de chequeo de actividades y matrices donde se enumeran las etapas y actividades del proyecto **"Casa Beach II"**, que pueden inducir impactos ambientales en su área de influencia (tabla 34).

Tabla 34. Lista de chequeo de actividades para la evaluación de impacto del proyecto.

1.	Retiro, ubicación de vegetación y limpieza del terreno.	**Preparación del sitio**
2.	Excavaciones, relleno y nivelación.	
3.	Operación de equipo.	
4.	Insumos (materiales, agua, combustible).	
5.	. Manejo de residuos	
6.	Infraestructura residencial.	**Construcción**
7.	Operación de equipo.	
8.	Recursos humanos.	
9.	Obras y servicios de apoyo (cimentación, tendido de instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas, colocación de pisos de madera, cancelería, acabados).	
10.	Insumos materiales, agua, combustibles.	
11.	Mantenimiento de instalaciones de madera.	**Operación y Mantenimiento**
12.	Mantenimiento instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas.	
13.	Mantenimiento áreas verdes.	
14.	Insumos (materiales, agua, combustibles).	
15.	Manejo de residuos líquidos (humedal).	
16.	Manejo de residuos sólidos.	

Tabla 35. Lista de chequeo de componentes ambientales, económicos y sociales involucrados en la implementación del proyecto **"Casa Beach II"**.

1.	Clima	**Climatología**
2.	Calidad de aire	
3.	Paisaje	**Geomorfología**
4.	Calidad del suelo	**Suelos**
5.	Superficial	**Hidrología**
6.	Subterránea	
7.	Vegetación de duna costera	**Vegetación**
8.	Vegetación de selva baja	
9.	Especies de flora endémica y/o con estatus de protección.	
10.	Especies de fauna endémica y/o con estatus de protección.	**Fauna**
9.	Empleo	**Economía**
10.	Economía regional	

Tabla 36. Definición de atributos para caracterizar los impactos ambientales del proyecto **"Casa Beach II"**.

Atributo	Definición
Carácter	Se refiere a si el efecto ambiental de un proyecto es negativo o positivo.
Magnitud	Indica la extensión, gravedad o severidad del efecto producido.
Importancia	Se relaciona con el valor ecológico, económico o cultural que tiene una región, ecosistema o comunidad en su estado actual.
Tipo de acción	Define la forma en que se produce el impacto, es decir, si es directo, indirecto o sinérgico.
Mitigación	Se refiere a las medidas de atenuación aplicables al impacto potencial del proyecto.
Duración y frecuencia	Define el tiempo de acción del impacto, es decir, si el efecto se presenta en el corto, mediano o largo plazo o si el impacto es temporal permanente o intermitente.

Para identificar y evaluar las relaciones causa-efecto que pueden llegar a existir entre las acciones incluidas en las diversas etapas de ejecución del proyecto y los componentes ambientales que pueden verse afectados por ellas, a partir de las dos listas de chequeo y considerando los principales atributos de impacto ambiental se diseñaron y elaboraron dos matrices, la de Identificación de Impactos y la de Evaluación de Impactos Ambientales para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

V.1.3.1 Criterios.

Para determinar el carácter del impacto, se analizó si la acción del proyecto deteriora o mejora las características del componente ambiental, esto es, si el impacto es negativo, positivo, mitigable, temporal, permanente, directo o indirecto. A continuación, se describen cada uno de estos criterios.

Tabla 37. Definición de los tipos de impactos utilizados para la evaluación del proyecto **"Casa Beach II"**.

Tipo de impacto	Definición
Negativo (A)	Su efecto produce pérdida del valor natural, estético-cultural, paisajístico, erosión y demás riesgos ambientales en el área del proyecto.
Positivo (B)	Su efecto es positivo de tal manera que el proyecto puede llegar a ser admitido por la población en general.
Mitigable (*)	Su efecto implica una alteración que puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante medidas correctoras.
Temporal (T)	Su efecto puede ocasionar una alteración no permanente en el tiempo, con una duración entre 1 y 3 años.
Permanente (P)	Su efecto puede ocasionar una alteración indefinida en el tiempo, sobre los sistemas ambientales presentes en el lugar del proyecto.
Directo (D)	Su efecto tiene una incidencia inmediata sobre algún factor ambiental.
Indirecto (I)	Su efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general, respecto a la relación de un sector medioambiental con otro.

La magnitud o importancia del factor afectado, está determinada por las condiciones actuales del mismo (calidad, abundancia, valor económico, etc.), así como por la magnitud de las obras del proyecto y la consideración de los criterios de evaluación descritos anteriormente. Para poder evaluar esta magnitud o importancia se asignaron los siguientes valores:

Poco significativo	1
Significativo	2
Muy significativo	3
Positivo	+
Negativo	-

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Una vez identificados los impactos en la fase anterior, se procedió a su evaluación respectiva, según el procedimiento señalado en el punto V.1.

Con el propósito de evaluar la temporalidad de los impactos generados por el proyecto, se empleó una matriz de interacción a partir del análisis de la matriz de Leopold modificada.

Para la identificación y evaluación de impactos del proyecto, se utiliza una matriz en la que se interrelacionan los factores ambientales (agua, suelo, atmósfera, medio biótico y socioeconómico) con las actividades básicas en proyectos de esta naturaleza.

En esta matriz se definen las actividades que afectarán al medio y en las cuales es posible aplicar medidas de prevención y mitigación para los impactos derivados. En las celdas de interacción se indica la temporalidad de los impactos, cuando este se sugiere **BENÉFICO** se señala sombreando la celda.

Los impactos identificados se registraron en cada una de las celdas correspondientes considerando los siguientes criterios.

(P) PERMANENTE. Es el impacto que modifica las condiciones del medio físico, biológico o socioeconómico, generando un cambio irreversible, sin la posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

(p+) PERMENENTE MITIGABLE. Es el impacto que modifica las condiciones del medio físico, biológico o socioeconómico, generando un cambio irreversible, pero con las posibilidades de atenuación a través de medidas de mitigación.

(T) TEMPORAL. Es el impacto que modifica las condiciones del medio físico, biológico o socioeconómico, generando un cambio reversible, sin la posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

(t+) TEMPORAL MITIGABLE. Es el impacto que modifica las condiciones del medio físico, biológico o socioeconómico, generando un cambio reversible, pero con las posibilidades de atenuación a través de medidas de mitigación.

A continuación, se muestra la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales del proyecto **"Casa Beach II"**, en la cual se incluyen las tres etapas que conforman el desarrollo del proyecto: preparación, construcción y operación. Debido a que este proyecto es una casa habitación, no se considera la etapa de abandono del sitio.

Tabla 38. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales del proyecto **"Casa Beach II"** (etapas de preparación del sitio, construcción y operación).

		Preparación del sitio					Construcción					Operación					
Factores ambientales		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Climatología	Clima	-1															
	Calidad del aire	-1	-1	-1	-1		-2	-1		-1	-1				-1		
Geomorfología	Paisaje	-2	-2	-1	-1		+1	-1	-2	-1	-1	+1		+2	-1	+2	-1
Suelo	Calidad del suelo	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2		-1	+1	+2	-1	+1	-1
Hidrología	Superficial	-1	-1				-2	-1	-1	-2			+1		-1	+1	-1
	Subterránea	-1	-1				-1	-1	-1	-2							
Vegetación	Vegetación de duna costera													+1	-1		
	Selva baja subcaducifolia	-1						-1						+2		+1	-1
	Especies de flora endémica y/o con estatus de protección.	-2					-2		-1					+2		+1	
Fauna	Especies de fauna endémica y/o con estatus de protección.	-1			-1			-1	-1	-1	-1			+2		+1	-1
Economía	Empleos	+1	+1	+1	+2	+1	+1	+1	+1	+2	+3	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	Economía regional	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+1	+2	+3	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Magnitud/Importancia
1: Poco significativo
2: Significativo
3: Muy significativo
+: positivo -: negativo

1.- Retiro, ubicación de vegetación y limpieza del terreno; 2.- Excavaciones, relleno y nivelación 3.- Operación de equipo; 4. Insumos (materiales, agua, combustible); 5.- Manejo de residuos; 6.- Infraestructura residencial; 7.- Operación de equipo; 8.- Recursos humanos; 9.- Obras y servicios de apoyo; 10. Insumos materiales, agua, combustibles; 11.- Mantenimiento de instalaciones de madera.; 12.- Mantenimiento instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas; 13. Mantenimiento áreas verdes.; 14. Insumos (materiales, agua, combustibles); 15. Manejo de residuos líquidos (humedal); 16. Manejo de residuos sólidos.

Tabla 39. Matriz de identificación de los impactos ambientales del proyecto **"Casa Beach II"**

Factores Ambientales		Preparación del sitio					Construcción					Operación					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Climatología	Clima	A, P, D															
	Calidad del aire	A, P, D	A*, T, D	A*, T, D	A*, T, I		A*, T, I	A*, T, D		A*, T, I	A*, T, I				A*, T, I		
Geomorfología	Paisaje	A*, P, D	A*, P, D	A, T, D	A* T, I		A*, T, I	A*, T, I	A*, T, I	A*, T, I	A*, T, I			B, P, D	-1	B, P, I	B, P, I
Suelo	Calidad del suelo	A, P, D	A*, P, D	A*, T, I	A*, T, I	A*, T, D	A*, P, D	B, P, D	A*, T, I	B, P, D		B*, T, I	B, P, I	B, P, I	A*, T, I	B, P, I	B, P, I
Hidrología	Superficial	A, P, D	A*, P, D				A*, P, D	B, T, I	B, T, I	B, P, D		B*, T, I	B, P, I		A*, T, I	B, P, I	B, P, I
	Subterránea	A, P, D	A*, P, D				A*, P, D	B, T, I	A*, T, I	B, P, D							
Vegetación	Vegetación de duna costera													B, P, D	A*, T, I		
	Selva baja subcaducifolia	A*, P, D											B, P, D	B, P, D		B, P, I	B, P, I
	Especies de flora endémica y/o con estatus de protección.	A*, P, D					A*, P, D		A*, P, D					B, P, D		B, P, I	
Fauna	Especies de fauna endémica y/o con estatus de protección.	A*, T, I			A*, T, I			B, P, I					B, P, I	B, P, I		B, P, I	
Economía	Empleos	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, P, D	B, P, D	B, T, D	B, T, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D
	Economía regional	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, T, D	B, P, D	B, P, D	B, T, D	B, T, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D	B, P, D

B: positivo	1.- Retiro, ubicación de vegetación y limpieza del terreno; 2.- Excavaciones, relleno y nivelación 3.- Operación de equipo; 4. Insumos (materiales, agua, combustible); 5.- Manejo de residuos; 6.- Infraestructura residencial; 7.- Operación de equipo; 8.- Recursos humanos; 9.- Obras y servicios de apoyo; 10. Insumos materiales, agua, combustibles; 11.- Mantenimiento de instalaciones de madera.; 12.- Mantenimiento instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas; 13. Mantenimiento áreas verdes.; 14. Insumos (materiales, agua, combustibles); 15. Manejo de residuos líquidos (humedal); 16. Manejo de residuos sólidos.
A: negativo	
***: mitigable**	
T: temporal	
P: permanente	
D: directo	
I: indirecto	
(): Sin impacto	

El análisis de los impactos se realizó comparando las características actuales de los subsistemas físico, biológico o natural y el subsistema socioeconómico en el predio, con las posibles modificaciones que generará el desarrollo del proyecto.

Al respecto se observaron un total de **104,** de los cuales, 31 se generan durante la etapa de preparación, 35 durante la etapa de construcción y 38 durante la etapa de operación.

Tabla 40. Número de impactos generados en cada etapa del proyecto.

	Número de impactos	**%**
Preparación	31	29.80
Construcción	35	33.65

Gráfica 5. Número de Impactos generados por etapa del proyecto

Operación	38	36.55
Total	**104**	**100**

A continuación, se realiza el análisis de los impactos por subsistema.

Para cada una de las etapas del proyecto se realizó un análisis de los impactos detectados en el medio físico, biológico y socioeconómico. En términos generales, durante la preparación del sitio y construcción se presenta el mayor número de impactos negativos sobre el medio físico y biológico, en este caso particular, debido a la naturaleza y características del proyecto, los impactos en estas etapas hacia estos medios, serán mínimos, sin embargo, la mayoría de los que se lleguen a generar serán temporales y mitigables. Con relación a los impactos negativos, estos no serán permanentes y los que surjan serán mitigables.

En el medio socioeconómico se observa un predominio de impactos positivos durante todas las etapas del proyecto.

a) Medio Abiótico (o Físico).

Los impactos en el medio físico se presentarán básicamente en la etapa de preparación del sitio por las actividades de rescate, excavación y nivelación, afectando principalmente al suelo y al agua. Los impactos que se generen hacia el agua serán temporales pero mitigables, en tanto que los impactos al suelo serán permanentes y no mitigables, sin embargo, se realizarán Medidas compensatorias para estos impactos.

Los impactos durante la etapa de construcción son en su mayoría mitigables y de menor magnitud, ya que las actividades de albañilería se llevarán a cabo en áreas delimitadas, donde no se encuentre vegetación. Se enfatizan en esta etapa impactos permanentes benéficos, como la jardinería y reforestación las cuales beneficiarán al suelo y agua.

Durante la etapa de operación los impactos se restringen a la posibilidad de contaminación de agua o suelo por generación de residuos sólidos lo que se le atribuye un carácter permanente y mitigable.

Los impactos generados hacia la atmósfera se darán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, ocasionado por algunas emisiones y el ruido provocado por el equipo utilizado. La mayoría de estos son temporales con posibilidades de aplicar medidas preventivas que reduzcan la generación de emisiones y por lo tanto sus efectos.

La generación de ruido será mínima ya que no se utilizarán grandes maquinarías en las distintas actividades de construcción del proyecto, la magnitud de los impactos en este caso es poco significativa y mitigables, considerando que estos son temporales.

Los impactos en la calidad del aire por el incremento de partículas suspendidas generadas por los procesos de instalación de estructuras, son escasamente significativas y mitigables.

La generación de residuos puede incidir en la contaminación del suelo, sin embargo, la mayoría de estos impactos son temporales y/o mitigables según sea el caso.

La calidad del agua subterránea pudiera verse afectada si accidentalmente se derrama algún hidrocarburo o lubricante, sin embargo, esto se considera poco significativo ya que dentro de las medidas de prevención y mitigación se propone el uso de un sitio determinado donde se almacenen que no permita su filtración al suelo y manto freático como el concreto.

La emisión de aguas residuales será canalizada hacia un humedal, por lo que se reducen significativamente los impactos adversos que se pudieran generar. Así mismo, se prevé un mantenimiento mensual, trimestral y semestral de todas estas estructuras que aseguren su adecuado funcionamiento.

b) Medio biológico.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se localizan diversos impactos en el medio biológico, que en su mayoría son permanentes, mitigables.

La composición florística se afectará mínimamente por las actividades de rescate y reubicación de ejemplares. Los impactos serán permanentes en el sitio del proyecto, pero mitigables, se aprovechará un mínimo porcentaje del total del predio para la colocación de las estructuras, la porción Este del predio será reforestada con los ejemplares producto del rescate, lo que favorece la recuperación de la selva en esta porción del predio. El área de

manglar ubicado fuera del predio, se conservará como zona de protección y conservación de manera intacta.

Los impactos benéficos para la flora son de importancia para la conservación de la palma Chit, *Thrinax radiata*, especie bajo protección especial, a las zonas del proyecto desprovistas de vegetación, así como la zona de manglar. En la parte del predio colindante con la laguna de Boca Paila en el área del manglar, no se causará ningún impacto a la vegetación, ya que no se desarrollará ninguna actividad en esta parte del predio.
No se observó fauna en el predio por lo que no se registran impactos negativos sobre estos animales. Se considera la no afectación a la fauna de los alrededores durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

c) Medio socioeconómico

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción habrá impactos benéficos los cuales son de magnitud mediana y significativos para la localidad por el número de personas que laborarán, de igual forma se generará una derrama económica por la compra de materiales, en general los impactos benéficos serán de mediana importancia. En la etapa de operación el impacto será benéfico y permanente por el establecimiento de un mínimo de empleos directos e indirectos.

La actividad comercial también se verá beneficiada por la compra de materiales para la construcción y de la compra de insumos para la operación de la casa.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Como se ha señalado en el capítulo anterior, se consideraron las metodologías descritas y orientadas a la predicción y evaluación de los impactos ambientales que cubren un amplio espectro de posibilidades, las cuales varían en complejidad, como aquellas que son totalmente intuitivas y sustentadas en la experiencia profesional del grupo consultor.

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

Para precisar la temporalidad y el espacio físico bajo las cuales se darán los impactos ambientales caracterizados en el capítulo anterior, con las correspondientes medidas de prevención, mitigación y compensación seleccionadas para tal propósito, se determinó la elaboración de una tabla descriptiva, con dos columnas. En la primera columna se indica el impacto adverso o benéfico identificado, en tanto que en la segunda columna se presenta la medida de control ambiental que garantizará que la ejecución del proyecto se dé en un marco de sustentabilidad, con el menor costo ambiental posible.

Es necesario llamar la atención acerca de la importancia que, para un mejor control del cumplimiento de las medidas de mitigación, compensación y prevención que en su caso ratifique o dicte la propia SEMARNAT, representa el establecimiento de una residencia ambiental; prácticamente, desde la etapa de preparación del sitio y hasta el término de la etapa constructiva. Esta deberá ser la responsable *in situ* de la aplicación y ejecución de las medidas y programas de control ambiental previstas, tanto en la manifestación de impacto ambiental como en el resolutivo que en la materia dicte la autoridad federal, en su caso.

Lo anterior se justifica toda vez que a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), dentro del marco de las atribuciones que le confiere el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), le corresponde realizar acciones tendientes a la inspección y vigilancia que establecen los artículos que conforman el Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); por lo que, le corresponderá verificar el cumplimiento de los términos y condicionantes que en materia de impacto ambiental, establezca la propia autoridad normativa federal, aunado a que la propia residencia ambiental podrá coordinar la atención a los requerimientos técnicos relativos a visitas de inspección y preparación de reportes a las autoridades ambientales, entre otras. La residencia ambiental, cuando menos, deberá contar con la experiencia necesaria en temas como:

- Legislación ambiental,
- Inspección y vigilancia,
- Impacto ambiental y
- Administración y gestión ambientales.

Lo anterior, permitirá que durante la etapa constructiva el promovente del proyecto, a través de la residencia tenga, además de un excelente control del cumplimiento de la legislación ambiental aplicable, la posibilidad de establecer un sistema de gestión ambiental desde antes de entrar en operación, lo que redundará en los costos de operación del proyecto.

Al analizar las condiciones actuales del predio, en base al trabajo de campo y al conocimiento específico de sus atributos ambientales, y considerando las actividades que se desarrollaran en la zona el proyecto se sustenta la posibilidad de desarrollo, con base en:

- Medidas de prevención específicas a las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto.

- Se contempla además una serie de medidas de compensación para dar un valor agregado al proyecto.

VI.1.1 Medidas generales de prevención.

Durante el desarrollo del proyecto se desarrollarán actividades comunes a más de una etapa de desarrollo, principalmente las etapas de preparación y construcción, como el empleo de la mano de obra y el almacenamiento y adquisición de materiales, por lo que se incluyen aquí las medidas para estas actividades:

Adquisición de materiales de construcción.

- Todos los materiales que se requieran para la obra (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región), deberán ser adquiridos en casas y/o bancos autorizados.

- La madera empleada para cimbra y la construcción del proyecto, deberá provenir de aserraderos y/o casas comerciales debidamente autorizadas.

Contratación de mano de obra.

El análisis de los impactos que podría generar la contratación de mano de obra merece un apartado especial, como punto de partida al análisis de los impactos ambientales con la intención de dar un tratamiento general aun cuando se hace mención de los alcances en cada una de las etapas.

En toda manifestación, la contratación de la mano de obra se califica como un impacto benéfico, ya que se generan fuentes de empleo, sin embargo, es importante considerar los efectos ambientales y sociales que se provocan por la construcción de un nuevo proyecto y por la presencia del personal que laborará en él, incluso cuando el proyecto no sea de gran magnitud.

Durante la preparación y construcción de la mayoría de los proyectos en Quintana Roo, por lo general el personal contratado son albañiles cuyo origen es Yucatán y Chiapas, muchos de ellos con un nivel de educación mínimo, por lo que los impactos que comúnmente se generan por la contratación de este personal son:

- Falta de costumbre en el uso de recipientes de basura, por lo tanto, es difícil mantener las obras con un adecuado manejo de los residuos sólidos.
- Caza y pesca de fauna de la zona, como el consumo de huevos e incluso ejemplares de tortugas marinas.
- Falta de uso de los baños de la obra y defecación al aire libre.

Debido a la presencia de trabajadores en el predio, la educación ambiental y el seguimiento de las normas internas son básicos para conservar los recursos dentro del predio.

Asimismo, de no cuidar la calidad sanitaria de las actividades de los empleados y la operación de la infraestructura de apoyo, se promueve la generación de fauna nociva como ratas y cucarachas, lo que puede resultar muy nocivo para la fauna local.

Esta acción puede desencadenar una serie extra de impactos ambientales, ya sea a la vegetación y/o a la fauna directamente, o indirectamente por la acumulación de residuos, por lo que se proponen las siguientes medidas preventivas:

- Se reforzarán las actividades de concientización para el adecuado manejo de los residuos a los trabajadores de la obra.
- Se colocarán suficientes recipientes de basura en los frentes de obra, para el adecuado uso por parte de los trabajadores.
- Se insistirá en el uso de los baños por parte de los trabajadores, los cuales recibirán un mantenimiento continúo.
- Se mantendrá una continua vigilancia a las actividades de los trabajadores a través de su concentración solo en la zona de trabajo.
- Dada la superficie del terreno es fácil vigilar las actividades de los trabajadores, de cualquier manera, en cada etapa se resaltan las medidas más importantes para cada afectación detectada.

Concientización ambiental.

Entre las actividades de concientización ambiental sugeridas se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, de manera que sea fácilmente comprensible sin importar el nivel educativo, entre estas actividades se sugiere utilizar señalizaciones y trípticos:

1. Se considerará la expresión gráfica para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados. En este sentido, se colocarán letreros informativos, indicativos y/o restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra.

2. Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:

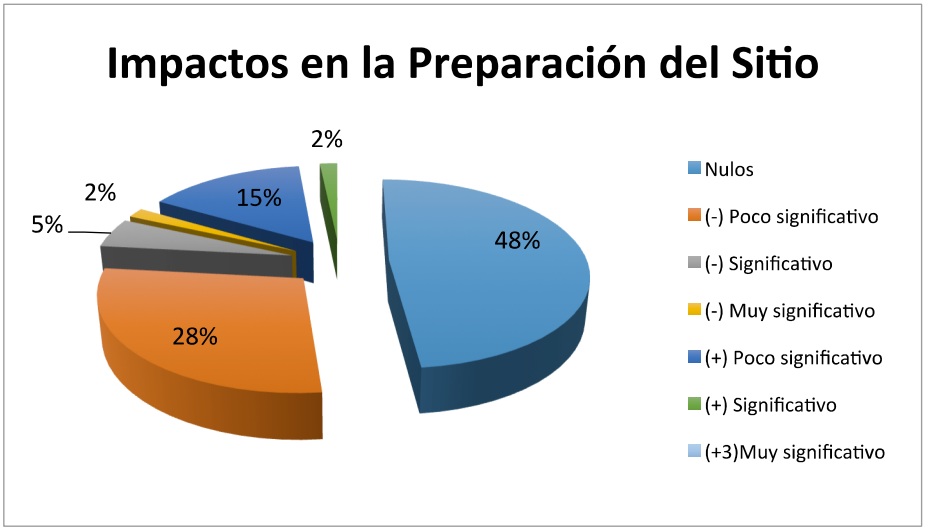
   - Indicativos: flechas del sentido de circulación vehicular, ubicación de botes de basura, uso de sanitarios portátiles, entre otros.

   - Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas o prender fogatas, así como las restricciones de acceso a las áreas verdes, de conservación.

VI.1.2. Medidas de mitigación específicas para cada una de las etapas.

a) Impacto en la etapa de preparación del sitio.

Durante esta etapa se derivan varios impactos por la presencia de los trabajadores, el uso de maquinaria pesada, así como el uso de vehículos para el abastecimiento de material de construcción, sin embargo, por la brevedad de esta etapa los impactos serán puntuales y directos. En esta etapa se encuentra la mayor incidencia de impactos sobre la vegetación, debido a que serán efectuados desmontes y despalmes, provocando el consecuente daño a la fauna.



Gráfica 5. Número de tipo de impactos durante la etapa de preparación.

Además de los daños a la vegetación y la fauna, los principales indicadores a impactar serán:

- Formas del terreno
- Ruido
- Residuos
- Economía

Los impactos a la economía son positivos, por lo tanto, no fueron incluidas la propuesta de medidas de mitigación. No se encontraron impactos adversos significativos, el 48% de los impactos será nulo y el 28% adverso poco significativos.

Respecto a los impactos adversos, los referentes a residuos son factibles de ser mitigados, por lo que los impactos residuales en esta etapa representan una mínima proporción, además de ser muy puntuales como los referentes al ruido.

A continuación, se presenta un diagrama que muestra las principales afectaciones al medio ambiente durante esta etapa:

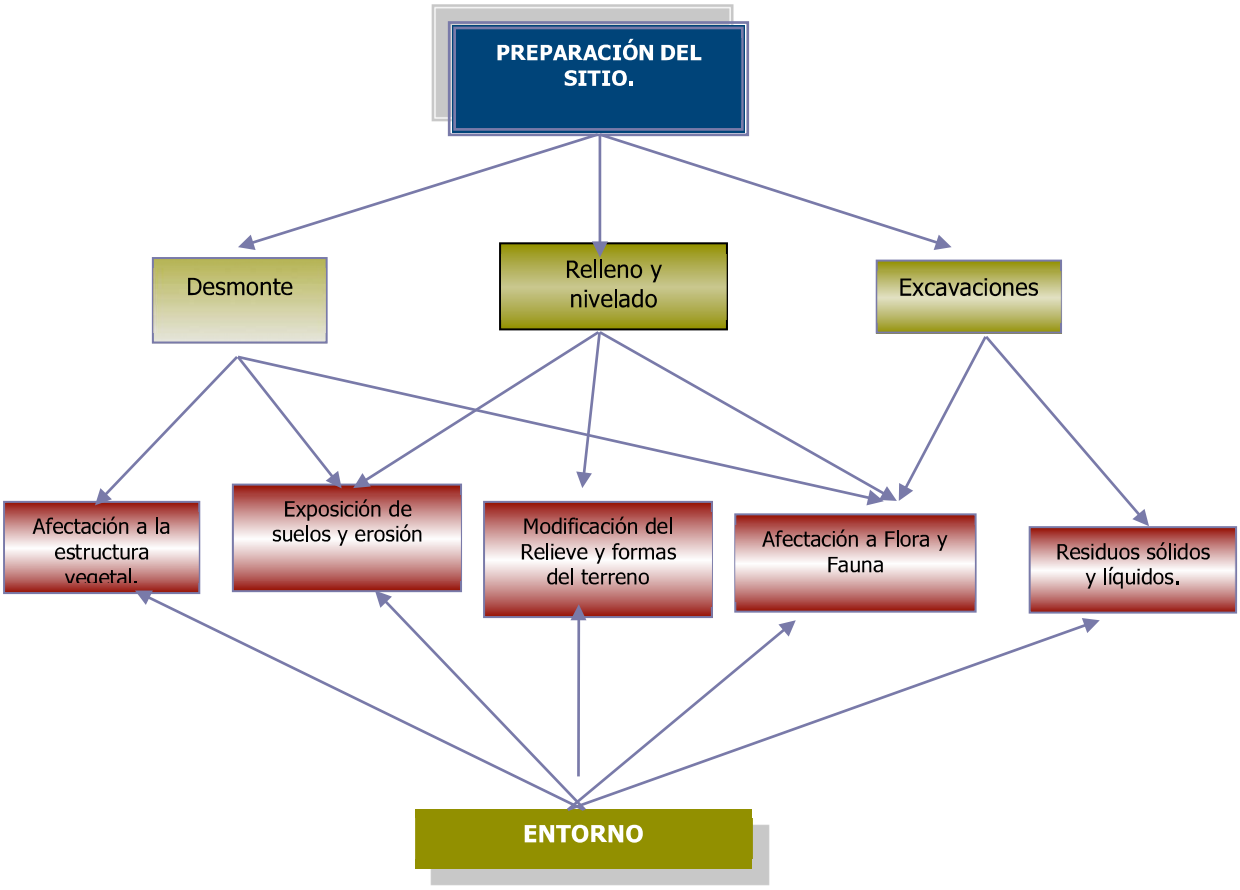


Figura 35. Diagrama de la interrelación causa-efecto de las acciones durante la etapa de preparación del sitio (Gómez Orea, 2003).

Una vez identificados y calificados estos impactos, se proponen las siguientes medidas de mitigación:

Formas del terreno.

El impacto inmediato que trae consigo el inicio de cualquier obra es la remoción de la cubierta vegetal, la cual genera impactos negativos directos, los de mayor relevancia son los siguientes:

1. Modificación a la estructura y densidad vegetal en el ecosistema.

2. Perdida de hábitat de flora y fauna, especialmente las enlistadas en la NOM- 059-SEMARNAT-2010.

3. Interrupción de procesos biológicos; como procesos de sucesión (recuperación de la zona), áreas de migración, anidación, alimentación y reproducción, polinización, dispersión de semillas, depredación, etc.

4. Remoción y erosión de suelos cuyo efecto es acumulativo en la zona, sin embargo, al ser la reserva de Sian Ka'an una zona donde se preserva un alto porcentaje de este tipo de ecosistema, su efecto será poco significativo.

5. Incremento en la compactación del suelo cuyo efecto es inmediato y persistente únicamente en el sitio de construcción de la casa, por lo que se considera un impacto negativo poco significativo, puntual dentro de la reserva.

6. Modificación al microclima de la zona del proyecto.

En relación con las dimensiones del terreno, la superficie de desmonte es mínima, ya que sólo se aprovechará alrededor del 4.22 % (92.13 m^2) de la superficie total del predio (2,180 m^2). Esta superficie ya incluye las obras exteriores como son el camino de acceso, humedal artificial y biodigestor.

Considerando que todas las obras que constituyen el proyecto se desplantarán únicamente en la vegetación de la selva baja, entonces el análisis se limita a la afectación sobre este tipo de vegetación.

Además, tomando en cuenta que el proyecto se desplantará por atrás de la duna costera a una distancia de 20 metros, entonces el proyecto no afectará tampoco la vegetación de dicho ecosistema.

La modificación del relieve, es la actividad (impacto) que directamente influye sobre algunos de los componentes ambientales del sitio del proyecto, la compactación del suelo, modifica

los niveles de permeabilidad del mismo, trayendo consigo una pérdida en la captación de agua. Asimismo, la alteración de las curvas de nivel modifica la dirección de los flujos naturales del agua pluvial, trayendo estancamiento de agua o bien, la desecación de determinadas áreas.

Es importante mencionar, además que los escurrimientos superficiales son de vital importancia ya que funcionan como captadores de agua.

Sin embargo, de acuerdo con el estudio topográfico del predio la variación es mínima a lo largo del mismo, por lo que el impacto no es significativo.

- **Medidas de mitigación:**

1. La programación de las actividades de construcción del proyecto, son de manera inmediata a las actividades de relleno y nivelado, con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo.

2. Se tendrá especial cuidado en evitar derrames de contaminantes y residuos líquidos para evitar contaminar el subsuelo.

- **Medidas preventivas:**

1. Previo a las actividades de desmonte, se llevará a cabo el rescate de vegetación de aquellas especies y ejemplares susceptibles de removerse, sobre todo de palmas chit (*Thrinax radiata*), plantas jóvenes y semillas (germoplasma).

2. El desmonte se realizará de manera manual y pausada, esto con el fin de permitir el desplazamiento de la fauna sobre todo la de lento desplazamiento hacia sitios más seguros.

3. En la apertura de los caminos de acceso a la casa, se buscará evitar al máximo la afectación de individuos adultos del estrato arbóreo, con la determinación de desviar el trazo del camino en caso de ser necesario.

En un ámbito regional y por las dimensiones del predio, la afectación por las actividades de desmonte se considera que es mínima, por lo que el impacto ambiental aun cuando se considera negativo tiene una repercusión mínima.

- **Afectación a la vegetación.**

El impacto inmediato que trae consigo el inicio de cualquier obra es la remoción de la cubierta vegetal, la cual genera impactos negativos directos, probablemente los de mayor relevancia son los siguientes:

Exposición y erosión de suelos.

Como consecuencia de la remoción de la vegetación, se exponen los suelos a procesos de erosión debido a los cambios climáticos, principalmente lluvia y viento, provocando de esta manera la pérdida de la capa fértil.

Desmontes.

Durante el desmonte del predio, las actividades se realizarán paulatinamente, la mayor parte serán realizadas a mano, el desplante del proyecto toma en consideración los criterios para el límite de superficie de construcción establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Reserva. Se considera que, por el desarrollo de esta actividad, se pueden provocar las siguientes afectaciones:

- Modificación a la estructura y densidad vegetal en el ecosistema.
- Perdida de hábitat para la fauna, especialmente las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Interrupción de procesos biológicos; como procesos de sucesión (recuperación de la zona), áreas de migración, anidación, alimentación y reproducción, polinización, dispersión de semillas, depredación, etc.

De ahí que, se proponen las siguientes medidas preventivas y de mitigación:

- Deberán colocarse mallas de protección alrededor de las zonas con vegetación natural destinadas a conservación, con el propósito de evitar afectaciones a las mismas, ya sea por la invasión de los trabajadores, el depósito de residuos, almacenamiento de materiales, o derribos no direccionados de árboles por las maniobras de la maquinaria y/o vehículos.

➢ **Afectación a la fauna.**

En el caso de las acciones de la etapa de preparación del sitio, se afectará no sólo las especies vegetales, su pérdida supone también la disminución del hábitat para la fauna, además de algunos de los procesos biológicos que se dan en el sitio. Razón por la cual, resulta fundamental tomar en cuenta las medidas preventivas y de mitigación tendientes a la protección y conservación de los recursos naturales presentes.

Con estas medidas en la etapa de preparación, se espera que las especies de fauna presentes se desplacen hacia otros sitios más seguros, sin embargo, existen especies de lento desplazamiento, que pueden no desplazarse, por lo que es necesario tomar una serie de medidas preventivas, con el fin de evitar afectar a las distintas especies de fauna.

- **Medidas de mitigación:**

1. Se colocarán una serie de anuncios y señales informando sobre la importancia de la fauna, las razones de su protección e incluso las sanciones a las que se harán acreedores en caso de que se sorprenda a alguien afectando o aprovechando algunas de las especies de fauna presentes en el sitio.

2. Se recomienda la contratación de un residente de obra con la formación necesaria para supervisar, en caso de ser necesario, las actividades de rescate y manejo de flora y fauna, y educación ambiental.

- **Medidas preventivas:**

1. Si consideramos que el horario de mayor actividad de la fauna, es nocturno, entonces el horario de trabajo del personal y de los equipos se limitará a un horario diurno (7:00 a 17:00 horas).
2. Se restringirá la circulación de los trabajadores hacia la Zona Federal Marítimo Terrestre, especialmente durante la temporada de arribazón de tortuga marina.

3. Previo al inicio de la obra se revisará si existen ejemplares que no se hayan desplazado hacia los predios contiguos, en caso afirmativo se procederá a desplazarlos hacia sitios más seguros a través del método de arreamiento.

Manejo y control de residuos.

- **Residuos sólidos.**

Todo proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción, requiere de infraestructura de apoyo como son: bodegas, caseta de vigilancia, cocina y comedor, sin embargo, ésta trae consigo una serie de posibles afectaciones que se describen a continuación.

En el caso del proyecto **"Casa Beach II"** se propone la instalación de una bodega para equipos y materiales, sin embargo, debido a la magnitud de la obra, no será necesario la instalación de cocina ni comedor, aunque sí se tratará de concentrar a los trabajadores en un área determinada para que tomen sus alimentos. Esto con el fin de concentrar los desechos orgánicos en un solo sitio. Cabe señalar que los trabajadores serán trasladados desde Tulum hacia el predio, sin pernoctar en el predio.

Durante la etapa de preparación del sitio, se produce una mayor cantidad de residuos orgánicos de los desmontes de la vegetación presente en los sitios de desplante del proyecto.

- **Medidas preventivas y de mitigación:**

1. La ingesta de alimentos se llevará a cabo estrictamente en la zona destinada para este propósito y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin.

2. Se colocarán suficientes contenedores para basura, señalizados con las leyendas de basura orgánica y basura inorgánica, esto inducirá el fomento de una cultura de separación de residuos entre el personal.

3. Los contenedores de basura orgánica contarán con tapa.

4. Los residuos orgánicos provenientes de las actividades de desmonte (vegetación derribada), se colocarán en un sitio dentro del proyecto destinado exclusivamente para este tipo de residuos, y serán retirados a la brevedad posible.

5. Los residuos inorgánicos susceptibles de ser reciclados, de ser posible, se dispondrán con empresas dedicadas a la recolección de este tipo de residuos (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio y papel).

6. Se separarán los desechos de construcción susceptibles de ser reutilizados, tales como madera, alambres, varillas o cartón, entre otros.

7. Los desechos de construcción que puedan ser reciclados, una vez reutilizados en las actividades propias de la obra como el alambre, cartón, sobrantes de soldaduras, entre otros, se entregarán a compañías dedicadas al reciclaje, o bien, se dispondrán donde la autoridad determine.

8. Todos los residuos, tanto domésticos, como de la construcción, que no sean reciclados o reutilizados, se dispondrán en el tiradero Municipal de Tulúm.

- **Residuos líquidos:**

Los residuos líquidos serán en su mayor parte los provenientes de los baños para los trabajadores:

1. Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada veinticinco trabajadores.

2. Los sanitarios se ubicarán en sitios estratégicos dentro de la obra para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos.

3. La limpieza y mantenimiento de los sanitarios, así como la disposición adecuada de los residuos captados, la realizará una empresa especializada con una periodicidad diaria o a más tardar cada tercer día.

4. Quedará estrictamente prohibido defecar al aire libre.

- **Reglamento para el manejo y control de grasas, aceites, combustibles e hidrocarburos.**

1. De requerirse la utilización de maquinaria pesada o camiones de volteo, el mantenimiento de éstos, así como el abasto de combustible deberá realizarse en talleres autorizados del poblado de Tulum.

2. Deberá destinarse un sitio debidamente señalizado para el almacenamiento de aceites, combustibles dentro de la bodega de almacenamiento que deberá tener piso de concreto y canaletas de recuperación para casos de derrames accidentales. Se vitará en lo posible tener este tipo de hidrocarburos en la obra.

3. Los recipientes donde se almacenen estas sustancias deberán estar tapados y rotulados, indicando su contenido, y deberán colocarse verticalmente para evitar derrames accidentales.

4. El manejo de estas sustancias deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra.

5. Deberá realizarse el mantenimiento periódico de la maquinaria, equipo y vehículos, lo cual se hará en talleres autorizados localizados en el poblado de Tulum.

6. Están prohibidas las actividades de mantenimiento y reparación de equipo, maquinaria o vehículos en el sitio del proyecto, salvo en casos estrictamente necesarios. En caso necesario, se realizarán reparaciones a los equipos colocando una malla plástica o de cartón debajo del vehículo para evitar contaminación al suelo, por derrames accidentales de hidrocarburos al suelo.

7. En caso fortuito de derrames de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a retirar el material impregnado con estos contaminantes, se colocará en bolsas plásticas y será trasladado al sitio que indique la autoridad municipal.

8. En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, éstos serán retirados del servicio que estén prestando en el momento, y deberán ser sustituidos por otros en buen estado.

Almacenamiento de materiales.

1. Se instalará una bodega provisional en la obra, la cual será construida con una estructura de madera y láminas de cartón, y será destinada al almacenamiento de herramientas y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo, tales como el cemento, cal, entre otros.

2. El lugar provisional donde permanezcan los materiales (mientras no son utilizados), no debe invadir ni afectar la vegetación de los predios aledaños, ni la destinada a zonas de conservación, por lo tanto, se colocarán dentro del área desmontada dentro del predio. Su permanencia no podrá ser por tiempo prolongado.

- **Ruido.**

Los niveles de ruido en el área del proyecto se incrementarán por el uso del transporte, equipo, maquinaría y por la presencia de los trabajadores en la zona de obra, lo que afectará principalmente a la fauna del sitio, provocando el desplazamiento o bien interrumpiendo sus actividades dentro de la zona, sin embargo, se proponen las siguientes medidas para disminuir sus efectos:

1. El cumplimento de la normatividad respecto a los niveles de ruido permitidos.

2. Limitar el horario de trabajo de acuerdo a los horarios que señale la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

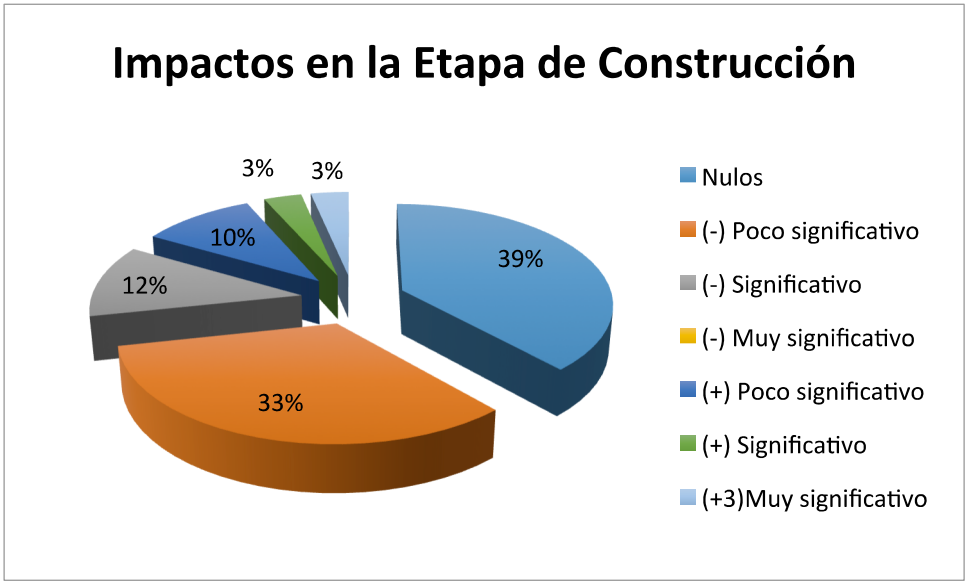
3. Limitar el movimiento del personal y maquinaria de obra, sólo en el área en que se desarrollará la misma.

4. Los equipos y maquinaria deberán estar en buenas condiciones mecánicas de afinación, con la finalidad de que la emisión de ruido esté dentro de los límites permitidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, evitando en todo momento rebasar los 68 dB.

b) Impactos en la etapa de construcción.

Esta es la etapa en la que potencialmente se puede generar la mayor cantidad de impactos al ambiente, ya que durante ésta etapa el movimiento de equipo, de personal, la generación de ruido, etc., son más intensos.

En esta etapa la mayor parte de los impactos adversos serán no significativos, sin embargo, al ser la etapa de construcción la que supone una mayor cantidad de acciones y de plazo, los efectos sinérgicos como la acumulación de residuos pueden ser significativos.



Gráfica 6. Porcentaje de Impactos durante la etapa de construcción, según el tipo de afectación

Los indicadores ambientales que se identificaron como potenciales de ser afectados son:

- Ruido
- Residuos
- Fauna
- Vegetación
- Economía

Considerando las características ambientales del sitio y las alteraciones presentes en los distintos ecosistemas, los impactos generados durante la etapa de construcción podrán ser potencialmente más dañinos a los recursos naturales fuera del predio, ya que en la etapa de preparación se realizarán la mayor parte de los impactos dentro del predio, de ahí que sea necesario el análisis de los daños por efecto indirecto. Dadas las características internas del predio y su estado ambiental, en esta etapa la mayor parte de los impactos adversos en el predio fueron calificados como no significativos.

A continuación, se presenta el diagrama causa-efecto que marca los principales indicadores afectados durante esta etapa:

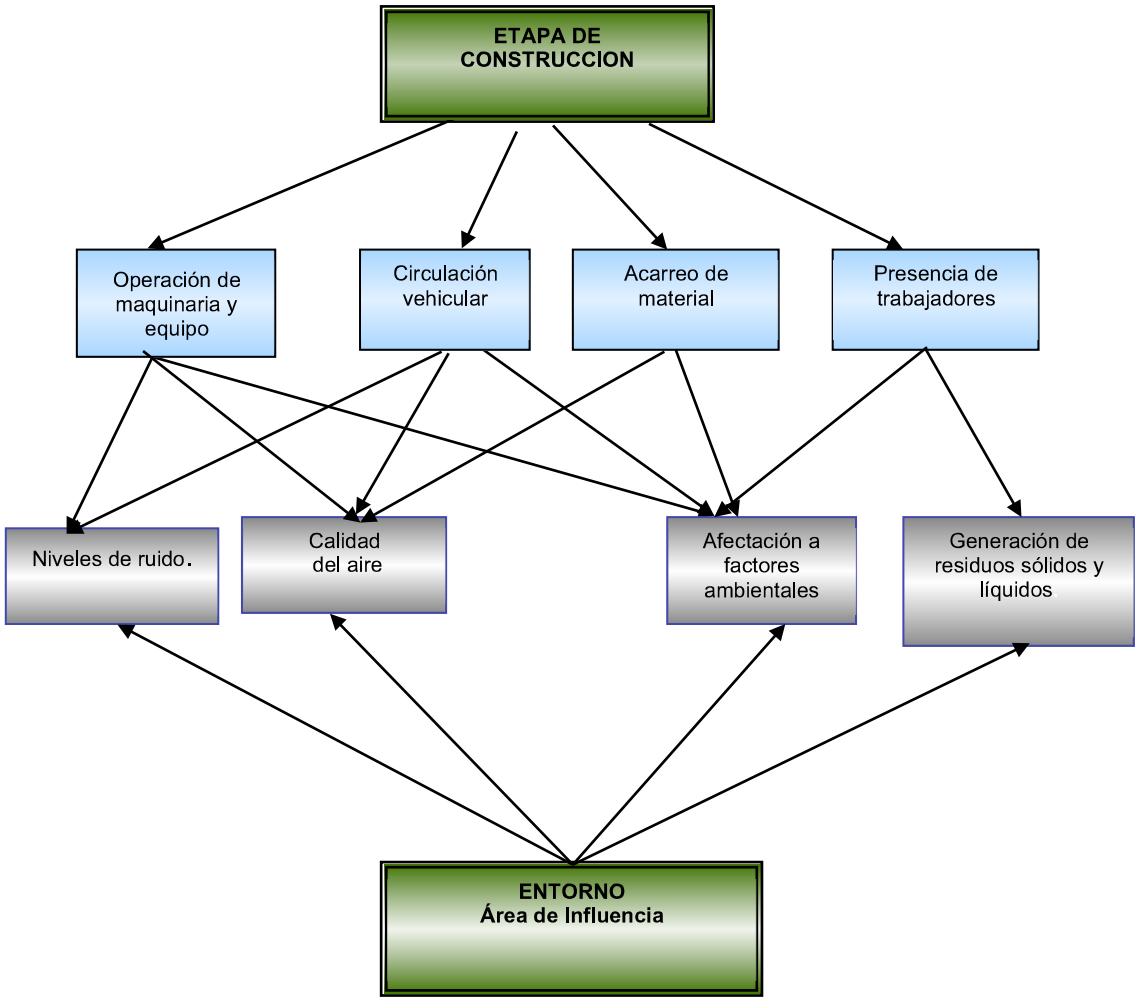


Figura 36. Diagrama de la interrelación causa-efecto, de las acciones durante la etapa de construcción del sitio modificado de Gómez Orea (2003).

- **Ruido.**

Los niveles de ruido en el área del proyecto se incrementarán por el uso del transporte, equipo y por la presencia de trabajadores en la zona de obra, lo que afectará principalmente a la fauna del sitio, provocando el desplazamiento o bien interrumpiendo sus actividades dentro de la zona, sin embargo, debido a lo limitado de la superficie las consecuencias se califican como no significativas. Sin embargo, se implementarán medidas para disminuir al máximo dichos impactos.

- **Medidas de mitigación:**

1. El cumplimento de la normatividad respecto a los niveles de ruido permitidos.
2. Limitar el horario de trabajo de acuerdo a los horarios que señale la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

3. Limitar el movimiento del personal de obra, sólo en el área en que se desarrollará la misma.
4. El movimiento del personal y maquinaria de la obra, se limitará exclusivamente al área de construcción.

- **Generación de residuos.**

Acumulación de partículas de polvo y humo.

La acumulación de partículas de polvo y humo sobre el estrato vegetal, disminuye la capacidad fotosintética de los organismos vegetales.

Generación de residuos sólidos.

La generación de residuos sólidos como parte de los trabajos de construcción, puede llegar a impactar a determinados recursos naturales o bien favorecer la proliferación de fauna nociva al ambiente, lo que resulta riesgoso, además de tener un efecto paisajístico negativo.

Generación de residuos peligrosos.

Durante las actividades de construcción, se tendrá un volumen mínimo de éste tipo de sustancias, el suministro de combustible de los equipos se realizará diariamente.

1. Se colocarán suficientes contenedores de basura con las leyendas "orgánica" e "inorgánica", lo cual permitirá la separación de los residuos de acuerdo a su naturaleza.

2. Los residuos, una vez separados, serán clasificados en reciclables (aluminio, pet, papel, cartón), y peligrosos como aceites o envases contaminados y se entregarán a empresas u organismos encargados de canalizarlos para su reciclamiento y/o adecuada disposición.

3. Los desechos orgánicos serán dispuestos a través de servicio de limpia del Municipio de Tulum.

- **Circulación vehicular y acarreo de material.**

El incremento de la circulación de vehículos de carga y materiales, así como la operación de la maquinaria para la construcción, incrementarán el nivel de ruido, sin embargo, de acuerdo a la magnitud de proyecto los impactos serán poco significativos, si bien no a la fauna del interior del predio, si a las del área de influencia.

- **Medidas preventivas:**

El horario de trabajo será de acuerdo a los horarios que señale la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

1. Con el fin de evitar la deposición de polvo y tierra sobre el follaje de la vegetación circundante al proyecto, el material pétreo será regado con agua o bien cubierto, para evitar la dispersión de partículas al ambiente.

2. Todos los vehículos que transporten material deberán de traer una lona de protección.

- **Afectación a vegetación.**

Debido a que todas las acciones tienen una relación directa con la afectación a especies de flora, y a que el tipo de vegetación en cuestión requiere medidas adecuadas y específicas, se proponen las siguientes medidas que regulan los impactos directos e indirectos provocados por las actividades de construcción:

Como parte de las propuestas de concientización ambiental, se encuentran actividades dirigidas hacia todos los trabajadores durante el proceso de construcción, que tienen como propósito proteger a las distintas especies de flora y tener un adecuado comportamiento dentro de la Reserva de Sian Ka'an.

- **Medidas preventivas:**

1. Riego constante de los materiales pétreos durante el periodo de construcción.

2. Todos los vehículos que transporten material contarán con lonas de protección.

3. Se mantendrá vigilancia constante sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a la vegetación ya sea de forma intencional o imprudencial.

- **Afectación a la fauna.**

Durante esta etapa, la intensidad de las actividades y las perturbaciones indirectas resultantes de las actividades de construcción son de las principales responsables en la modificación y alteración de la conducta de la fauna. Para evitar impactos significativos por estas actividades se proponen las siguientes medidas de mitigación:

- **Medidas preventivas:**

1. Todos los vehículos que transiten por el camino de terracería que conduce al predio del proyecto, se sujetarán a los límites de velocidad establecidos dentro de la Reserva.

2. No se permitirá la introducción de fauna exótica, especialmente gatos.

3. Se instalarán una serie de señalizaciones con el fin de proteger a la flora y fauna.

4. Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y será mantenida en las instalaciones, dando aviso inmediato a la Dirección de la Reserva.

5. Previo a las actividades de construcción, los sitios deberán ser revisados nuevamente para evitar que algún individuo quede atrapado en residuos de vegetación, o haya entrado al área.

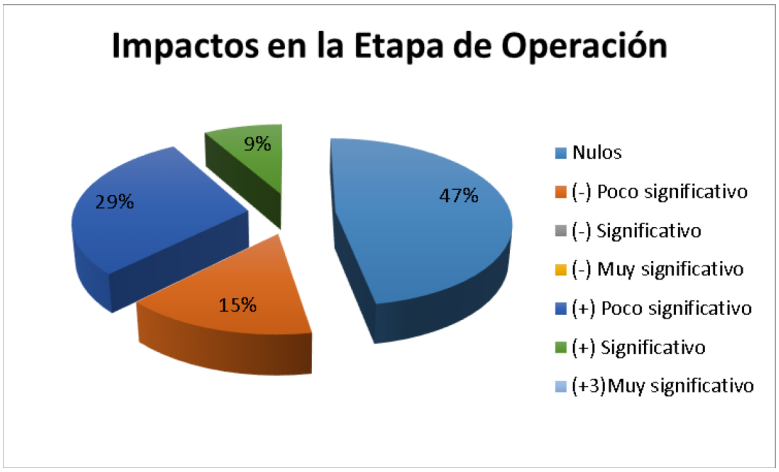
6. Respecto a las tortugas marinas, al final de este capítulo se enlista una serie de acciones de conservación, protección y manejo de estas especies.

7. En las áreas exteriores deberán instalarse focos de baja intensidad evitándose en lo posible la alteración de la conducta de la fauna por la iluminación excesiva.

8. Las ventanas en pisos superiores y balcones no deberán tener vidrios reflejantes, para evitar que las aves puedan estrellarse.

c) Impactos en la etapa de operación del proyecto.

Durante la etapa de operación del proyecto, los impactos que pueden ser evaluados son aquellos que se perciben de manera inmediata, sin embargo, existe una serie de afectaciones que sólo son perceptibles y medibles a largo plazo, por lo que se recomienda llevar a cabo una serie de monitoreos de aquellos factores que puedan provocar afectaciones a largo plazo.



Gráfica 7. Porcentaje de Impactos durante la etapa de operación, según el tipo de afectación

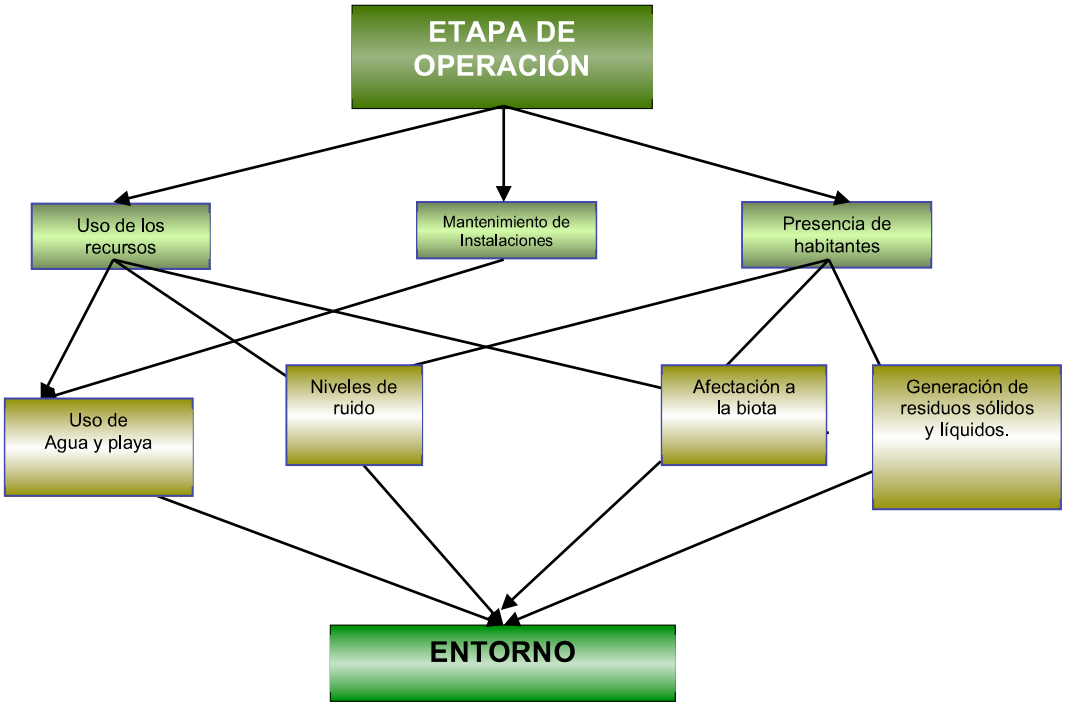


Figura 37. Diagrama de la interrelación causa-efecto, de las acciones durante la etapa de operación del sitio modificado de Gómez Orea, 2003.

- **Operación de maquinaria y equipos.**

Se tiene contemplado el uso de tecnología compatible con el medio ambiente; para el tratamiento del agua residual se usará una fosa séptica conectada a un humedal artificial. En cuanto a la producción de luz, ésta se generará a través de un sistema de captación de energía solar a través de celdas fotovoltaicas.

A pesar de que el volumen y cantidad de materiales como aceites y combustibles será mínimo, el proyecto contará con envases y sitios adecuados para su correcto almacenaje.

- **Niveles de ruido.**

La operación de los equipos, sobre todo el generador de electricidad, elevarán los niveles de ruido en la zona del proyecto y aun cuando éstos no rebasen los límites propuestos por la normatividad ambiental correspondiente, sí podrán alterar el comportamiento de la fauna alrededor de la zona de servicios. Por lo anterior, se deberán de tomar las medidas de mitigación correspondientes:

1. El equipo recibirá de manera constante un mantenimiento preventivo fuera de la Reserva de Sian Ka'an.

- **Calidad del aire.**

La emisión de gases a la atmósfera por la operación de la estufa a base de gas LP, así como en el caso de uso de una planta generadora de luz, puede generar un impacto negativo en la calidad del aire, por lo tanto, se deberán de tomar en cuenta los niveles de contaminantes que se generen.

- **Medidas preventivas propuestas:**

1. El equipo operará bajo los lineamientos marcados por la normatividad vigente.
2. El equipo recibirá de manera constante un mantenimiento preventivo.

- **Demanda de Agua.**

Afectación a Mantos freáticos:

El aprovechamiento de agua de los mantos freáticos dentro del área del proyecto, puede traer consigo dos tipos de impactos:

1. Abatimiento del recurso.
2. Calidad del mismo, por intrusión salina.

El proyecto considera la captación de agua pluvial durante la temporada de lluvias, así como el uso de agua municipal a través del llenado de la cisterna con pipas. El agua para riego de la vegetación, provendrá del humedal y será utilizada para el riego de las áreas verdes del proyecto.

Como parte de las **medidas de prevención** consideradas, se tiene:

1. Canalizar adecuadamente las aguas residuales y las aguas pluviales, utilizando sistemas separados y haciendo una revisión constante de los mismos.

- **Generación de residuos líquidos y sólidos.**

Durante la fase de operación se generará basura diariamente, por lo que un mal manejo y disposición de los residuos puede originar impactos sobre las áreas naturales o bien dar pauta a la proliferación de fauna nociva (moscas, mosquitos, cucarachas y ratas) en la zona del proyecto.

Por otro lado, un mal tratamiento de las aguas residuales y una mala disposición de las mismas pueden afectar de manera directa la calidad de los mantos freáticos y a las aguas marinas aledañas, afectando de igual forma a las zonas arrecifales de manera indirecta.

- **Medidas de prevención:**

1. Las aguas residuales y de desecho generadas por la operación del proyecto serán tratadas biológicamente y posteriormente dispuestas en un humedal artificial. El agua ya tratada será empleada para el riego de zonas jardinadas y áreas de conservación.

2. La casa contará con el número adecuado de recipientes para basura con tapa, con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva.

3. Los residuos sólidos serán separados adecuadamente según tipo de basura, para una mejor disposición.

4. Se colocará una zona dentro de la propiedad donde los diferentes residuos sean colocados. Esta estructura estará elevada para evitar que la fauna del lugar se alimente de los residuos orgánicos que se generen.

La acumulación de residuos sólidos puede generar daños irreversibles en los ecosistemas de mayor fragilidad. La falta de cuidado y monitoreo de las condiciones ambientales puede generar impactos sobre aquellos organismos más susceptibles, como arrecifes, tortugas y en general las especies enlistadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010.

- **Medidas preventivas.**

1. Es importante elaborar un programa o reglamento de manejo ambiental, el cual considere todas las acciones propuestas por parte del promovente y las condicionantes que la autoridad marque en la resolución de impacto ambiental.

2. Se mantendrá un programa sistemático de limpieza, en todas las áreas del proyecto y las aledañas al mismo.

- **Presencia de habitantes y trabajadores.**

Una vez que el proyecto opere, las personas que tengan actividad dentro del proyecto serán los dueños, visitantes y los trabajadores de mantenimiento, jardinería, vigilancia y alimentos.

Contratación de mano de obra.

El análisis de los impactos que podría generar la contratación de mano de obra, se dejó al final, con la intención de darle un tratamiento general aun cuando se hace mención de los alcances en cada una de las etapas.

En toda manifestación, la contratación de la mano de obra se califica como un impacto benéfico, ya que se generan fuentes de empleo, sin embargo, es importante considerar los efectos ambientales y sociales que se provocan, por la construcción de un nuevo proyecto y por la presencia del personal que laborará en él.

Durante la preparación y construcción de la mayoría de los proyectos en Quintana Roo, el personal contratado son albañiles cuyo origen es Yucatán y Chiapas, muchos de ellos con un nivel de educación mínimo sino es que nulo, los impactos que comúnmente se generan por esta situación son:

1. Abstinencia en el uso de los baños portátiles y por consecuencia defecación al aire libre.

2. Falta de costumbre en el uso de recipientes de basura, por lo tanto, la mayoría de las obras están sucias.

3. Preparación de alimentos usando leña, por lo que se aprovecha madera de la zona y por ende se afectan especies vegetales dentro o fuera del proyecto, además de existir un riesgo latente de incendios.

4. Caza y pesca de fauna de la zona, incluyendo el consumo de huevos e incluso ejemplares de tortugas marinas.

Se reconoce que las etapas más críticas del proyecto son la de preparación y construcción por lo que las medidas de prevención y mitigación deben de ser más estrictas durante estas etapas. Sin embargo, no se dejan de reconocer los impactos potenciales durante la etapa de operación.

- **Medidas de prevención.**

1. La mayor parte de la mano de obra en la construcción de la casa, será de la zona de Tulum o bien trabajadores de la empresa contratada para la realización del proyecto.

2. Se implementará un Reglamento de Protección Ambiental dirigido a todos y cada uno de los trabajadores que participarán en las distintas etapas del proyecto incluyendo el propio inquilino.

3. Se colocarán letreros gráficos de entender por parte del trabajador, alusivos a la protección de la flora y fauna del lugar.

4. Se resaltarán las medidas de protección y conservación que se deberán guardar en relación con las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en especial las tortugas marinas.

5. Adicional a lo anterior se explicará la importancia del cumplimiento del Reglamento.

- **Afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

En el apartado siguiente se describen una serie de medidas preventivas, de mitigación e incluso de restauración de algunos de los más importantes recursos naturales, en especial tortugas marinas y el ecosistema de duna costera, esto con el fin de contribuir a la protección y conservación de dichos recursos.

ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA PLAYA COMO HÁBITAT DE ANIDACIÓN DE TORTUGAS MARINAS.

- **Manejo**.

Con el fin de evitar y revertir procesos de degradación del ambiente para asegurar la continuidad de la biota y el éxito económico de una región con cualidades turísticas excepcionales es conveniente establecer medidas de manejo y mitigación de impactos sobre el hábitat de anidación que permitan la conciliación necesaria y deseable entre desarrollo económico y conservación.

- **Capacitación.**

A pesar de que el sitio es aparentemente marginal para la anidación, es necesario propiciar la participación informada del personal que labora en la casa, con el propósito de incrementar la posibilidad de presencia de tortugas. La capacitación es necesaria porque permite la transferencia de conocimientos básicos de manejo tanto del sitio como de hembras, nidos y huevos.

- **Monitoreo.**

En caso de encontrar hembras que estén buscando un sitio para anidar o ya anidando, no deberán ser perturbadas y se deberá de dar aviso a la Dirección de la Reserva.

- **Recomendaciones**.

Las interacciones entre factores marinos y terrestres, son determinantes en el ciclo de vida de estos organismos, en particular para su reproducción exitosa. De estos depende el éxito de los programas puntuales de conservación y por ende de continuidad de estos organismos, por ello es necesario mantener las características naturales de la playa, tales como la amplitud y pendiente, las cuales influyen a su vez sobre las corrientes marinas, el viento y el clima local en general. Así también se debe conservar la vegetación halófila en la duna costera, parte importante en este proceso.

- **Medidas Preventivas y de Mitigación para el manejo del hábitat de anidación de tortugas marinas.**

Con la finalidad de proteger el hábitat de anidación de las tortugas marinas y a las hembras que se acerquen a la costa en la temporada de desove se evitará lo siguiente:

- La presencia de objetos de playa durante la noche, tales como camastros, sillas, mesas u otros objetos deberán ser retirados de manera que no habrá obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar.

- La iluminación directa sobre la playa durante la temporada de tortugas.

- El depósito de desperdicios sólidos y líquidos que pudieran modificar el perfil, estructura y características fisicoquímicas de la franja de playa.

- La remoción de arena.

Conservación.

Acciones a seguir para la conservación y protección de las tortugas marinas que utilizan la zona del proyecto como sitio de anidación:

- La playa será iluminada con lámparas de baja intensidad de color amarillo evitándose los reflejos. En particular, durante la época de anidación se deberá evitarán reflejos provenientes de las habitaciones.

- El reglamento de protección ambiental, deberá contemplar medidas necesarias para efectuarse durante la construcción y la operación de la casa, incluyendo la capacitación a los empleados y empresas constructoras.

DUNA COSTERA.

Aun cuando el proyecto no afectará la duna costera, se presentan una serie de medidas tendientes a la conservación y restauración de la vegetación de éste ecosistema:

- Limpieza continúa de la playa y duna costera, retirando basura.

- Reforestación del sitio, en caso de ser necesario, se realizará con las mismas especies de vegetación, existentes en el sitio sobre todo las rastreras, como *Ipomea pes caprae*.

- Se promoverán senderos angostos y decks de madera para acceder a la playa desde el predio haciendo uso de las zonas desprovistas de vegetación.

- **Medidas adicionales:**

Con el propósito de dejar sentados algunos lineamientos que deberán ser tomados en cuenta durante la construcción y operación del proyecto, en las siguientes páginas se establecen algunas acciones para la protección del ambiente.

ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE.

Una de las primeras actividades que debe ser considerada antes del inicio del proyecto, es la Educación Ambiental, a través de la cual se explique la importancia de la conservación y respeto de los recursos naturales. Por lo que es importante establecer la reglamentación interna relativa a la educación ambiental de quienes laboren durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto "*Casa Beach*".

Tanto la educación formal como la informal son herramientas que permiten cambios en las actitudes de las personas. La promoción de estrategias que permitan ver y evaluar situaciones, representa el paso necesario para adquirir conciencia, valores y actitudes técnicas y de comportamiento, que se orienten a la conservación y al uso sustentable de los recursos naturales, el territorio y el paisaje.

Esta reglamentación tendrá como objetivo tomar en cuenta cada una de las etapas en las que el proyecto se desarrollará y al mismo tiempo considerará a los trabajadores que participarán durante las etapas de preparación y construcción, además de los propietarios y empleados que laborarán en la casa.

ESTRATEGIAS.

1. ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.

Una vez iniciada la obra existen una serie de impactos ambientales negativos que son generados, de manera directa e indirecta, asimismo, la intensidad de los mismos varía dependiendo del grado de perturbación que se genere en cada actividad que se desarrolla.

Durante las fases de preparación para limpiar la zona que será utilizada para la construcción, se ejecutan acciones que van desde la remoción de la cubierta vegetal hasta la nivelación del terreno, por tanto, al no contar con un Programa que reduzca al mínimo los impactos en esta etapa se corre el riesgo de transgredir la normatividad tanto federal como estatal en materia de medio ambiente, esto además de redundar en la pérdida de la belleza escénica propia del terreno y puede provocar retrasos por efectos de acciones punitivas por parte de las autoridades.

Por otro lado, durante la construcción, la constante circulación de personal en el área trae como consecuencia la afectación de la vegetación en zonas que no serán utilizadas para la obra, los trabajadores suelen utilizar las áreas verdes para defecar si no tienen la disponibilidad de baños suficientes, capturan o matan animales silvestres, manejan grasas, aceites, pinturas, y otros, sin ninguna medida de prevención para evitar accidentes al medio.

Estas acciones y muchas otras, son producidas debido a que los mismos trabajadores desconocen las leyes que protegen a la flora y fauna silvestre o que simplemente no están conscientes del daño que causan, por lo que es necesario concienciarlos al respecto.

Asimismo, durante la operación del proyecto, el personal que labore en la casa, y los propios dueños, deben de ser conscientes de la importancia del medio ambiente, la normatividad aplicable para su protección, y las medidas que están en sus manos llevar a cabo para prevenir o mitigar los impactos del proyecto.

Señalización.

Durante la etapa de construcción es necesario colocar letreros y señales en puntos críticos estratégicos del predio, lo anterior con el fin de reforzar los conocimientos adquiridos durante las pláticas y establecer el código de conducta interno.

Es de suma importancia, no sólo el establecimiento de reglamentaciones internas, sino la orientación del personal que laborará en el proyecto, en cuanto a la importancia del medio ambiente y la necesidad de cumplir las medidas que deberán tomarse para protegerlo, por lo que debe recurrirse, por un lado, a pláticas informales proporcionadas por el responsable de la obra, y por otro, a letreros y señales en puntos estratégicos del predio, lo anterior con el fin de establecer un código de conducta interna. Dichos señalamientos pueden ser:

1. Restrictivos: Este tipo de señales pueden ser prohibitivas, en donde se indiquen aquellas actividades no permitidas.

2. Informativos: Asimismo, durante la etapa de operación del proyecto, se puede recurrir a letreros informativos en donde se proporciona información general a los visitantes o transeúntes acerca de las áreas y zonas del predio, así como hacer patente campañas de protección, proteger áreas verdes, etc. (ej. Duna en recuperación, campaña de protección de tortuga, entre otras).

   La promovente considerará la colocación de una serie de anuncios alusivos a la protección de los recursos naturales que existen en él, o cerca del proyecto.

REGLAS A SEGUIR DURANTE LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SITIO.

- ✓ Se evitará el manejo y disposición inadecuados de desechos sólidos y líquidos dentro y fuera del predio.

- ✓ Los sólidos domésticos (materia orgánica principalmente) deberán ser depositados en los contenedores con tapa, de acuerdo con el tipo de residuo de que se trate.

- ✓ Los sólidos como empaque de cartón, pedacería de cloruro de polivinilo (PVC), metales, etc., susceptibles de reutilización, serán colocados en las áreas destinadas por el jefe de obra para cada tipo de residuo.

- ✓ Queda prohibido derramar o verter combustibles, grasas, aceites, hidrocarburos o cualquier otro tipo de contaminantes provenientes de cualquier tipo de maquinaria utilizada.

- ✓ Queda estrictamente prohibido realizar mantenimiento de maquinaria y equipo en el sitio del proyecto.

- ✓ El manejo de aceites, grasas y combustibles deberá llevarse a cabo exclusivamente en el área destinada para este fin por el jefe de obra, de preferencia en el poblado de Tulum.

- ✓ El personal que labore en la obra, deberá cumplir con las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes laborales y/o ambientales, y evitará el mal uso de materiales, herramienta y equipo en el proceso de construcción.
- ✓ Los servicios sanitarios instalados en la obra serán adecuadamente usados, manteniendo normas de higiene y salubridad.

- ✓ La ingestión de alimentos sólo se llevará a cabo en la zona destinada a ese propósito por el jefe de obra y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin.

- ✓ No se permite utilizar fuego para las actividades de desmonte.

- ✓ Queda estrictamente prohibido defecar al aire libre.

- ✓ Los insumos y productos de la construcción del proyecto, deberán mantenerse húmedos y/o cubiertos para evitar la dispersión de tierra y polvos en las áreas circundantes, en todo momento el manejo deberá ser el adecuado.

- ✓ El material de relleno y la piedra de la región, que se utilizarán durante las actividades de construcción, se deberán de obtener de bancos de material debidamente autorizados.

- ✓ La madera empleada para la construcción del proyecto, deberá de provenir de aserraderos y/o casas comerciales debidamente autorizadas.

- ✓ Está prohibida la comercialización, caza, captura, confinación, daño y/o tráfico de individuos de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática que se encuentren en el área de interés o de influencia.

- ✓ Se prohíbe el desmonte de áreas no autorizadas expresamente por la autoridad.

- ✓ Se mantendrá un programa de reforestación continuo y mantenimiento constante de las áreas verdes y zonas de dunas.

- ✓ Se mantendrá un programa continuo de limpieza de la playa.

- ✓ Queda prohibida la remoción de arena y la deforestación de la duna.

- ✓ Se prohíbe la tala, poda o cualquier otra afectación a la vegetación, así como la interrupción del flujo hídrico, en la zona de manglar.

- ✓ Se prohíbe la introducción de especies vegetales exóticas en cualquiera de las etapas del proyecto; sólo podrán utilizarse especies nativas. Asimismo, para las áreas verdes, se prohíbe la obtención de ejemplares que sean extraídos del medio natural, a excepción de aquellos que sean rescatados del sitio de construcción o de aquellos que cuenten con la autorización correspondiente.

- ✓ No se permite obstruir el acceso a la Zona Federal Marítimo Terrestre.

GUIA PARA LA PROTECCION DEL AMBIENTE DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El predio se encuentra ubicado en una zona que tiene una gran riqueza natural, ya que la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an contiene una tercera parte de selvas tropicales, otra de sabanas y manglares y una última de ambientes costeros y marinos, incluyendo una porción del segundo sistema arrecifal más grande del mundo. Esta conjunción lo hace el sitio ideal y propicio para que en él se desarrollen una gran cantidad de plantas y animales, algunos de ellos especies en peligro de extinción o amenazados, de ahí la importancia de lograr la conjunción del desarrollo en un marco de desarrollo sustentable, tratando de disminuir los impactos negativos que pudiesen ocasionarse durante la operación de proyectos en la zona.

Técnicas.

Uno de los sectores más influyentes en las acciones de conservación y promoción de campañas ecológicas son los propietarios y empleados, quienes tienen la posibilidad de participar directa e indirectamente en la protección y cuidado del medio ambiente.

Campañas.

Se deberán realizar campañas de concienciación en las cuales se explique brevemente a los trabajadores la importancia de acatar las disposiciones hechas para el manejo y almacenamiento de residuos. Así como hacerles notar los beneficios que esto implica e iniciar de este modo a la gente en general, una cultura de protección al ambiente, situación que beneficiará a todos.

Para dar cumplimiento a lo antes señalado, se requiere seguir ciertas reglas:

✓ En las áreas verdes ajardinadas se deberá evitar el uso de plaguicidas y agroquímicos no autorizados, así como la introducción de especies exóticas ornamentales que tiendan a desplazar a la vegetación nativa de la región o que no sean compatibles con el paisaje tales como: *Schinus terebinthifolius, Casuarina equisetifolia, Etythrina flabelliformis, Bougainvilleasp., Delonix regia, Meleleuca quinquenervia, Colubrina asiática, Gmelina sp., Terminalia catappa*, entre otras.

✓ En las áreas ajardinadas deberán utilizarse plaguicidas y fertilizantes orgánicos.

✓ Los sólidos domésticos (materia orgánica principalmente) deberán ser depositados en los contenedores con tapa, de acuerdo con el tipo de residuo de que se trate.

✓ No se aprovechará de forma alguna, las especies de flora y fauna terrestres y marinas presentes en el sitio o bien en los alrededores del mismo.

✓ Para el mantenimiento de las áreas ajardinadas se ocuparán especies nativas para su reforestación.

✓ Queda prohibida la remoción de arena y la deforestación de la duna.

✓ Se evitará el manejo y disposición inadecuados de desechos sólidos y líquidos dentro y fuera del predio.

✓ Se mantendrá un programa continuo de limpieza de la playa.

✓ Se mantendrá un programa de reforestación continuo y mantenimiento constante de la vegetación de selva y zonas de duna costera.

- ✓ Se utilizará un sólo acceso a la playa para no afectar la vegetación de duna con múltiples accesos.

En caso de llegarse a presentar arribazón de tortugas marinas en el frente de playa del proyecto, y con la finalidad de proteger el hábitat de anidación y a las hembras que se acerquen a la playa a desovar, se deberá evitar lo siguiente:

- ✓ Durante la temporada de desove, evitar el uso de embarcaciones rápidas, especialmente las del tipo "jet ski" será suspendido o limitado en alcance y velocidad.

- ✓ El paso de vehículos y varamiento de embarcaciones y el paso de cuatrimotos.

- ✓ La iluminación directa sobre la playa durante la temporada de desove.

- ✓ La presencia de objetos de playa durante la noche, tales como: Los camastros, sillas, mesas y otros objetos deberán ser retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento durante la anidación o llegada de las crías al mar.

- ✓ La temporada de arribo de migración del cangrejo azul, es un proceso afortunadamente aún muy común en esta zona, por lo tanto, resulta por demás interesante organizar y fomentar campañas de protección a esta especie, donde se genere sobre todo un sentimiento de observación del proceso sin alterar el proceso o molestar a los animales.

VI.2 Impactos residuales.

De acuerdo a la experiencia del grupo consultor es posible afirmar que de aplicarse el total de las medidas de mitigación aquí propuestas, no deberán presentarse impactos de carácter residual, situación que habrá de verse favorecida con la instrumentación de programas específicos tales como el de vigilancia ambiental (PVA); dentro del cual necesariamente se establezca, en lo particular, el seguimiento del cumplimiento de las condicionantes y la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes para asegurar que la calidad ambiental prevalezca dentro del predio de interés durante la construcción y operación del proyecto de casa habitación, considerando, para fines de análisis, como *línea de base* los resultados del diagnóstico del propio estudio de impacto ambiental. Ello, hará posible establecer, si la autoridad ambiental así lo decide, formalizar la ejecución integral de supervisión ambiental a partir de los términos y condicionantes que, en su caso, sean incorporadas en la autorización correspondiente.

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

Debido a la demanda recreativa y turística actual y potencial del estado de Quintana Roo, particularmente de la localizada en la zona costera, sobre todo de aquella orientada a un sector específico del mercado turístico de alto nivel, preferentemente asociado a facilidades para actividades recreativas y de esparcimiento y relajación, se pretende la construcción y operación del proyecto casa habitación **"Casa Beach II"**, misma que se estructura a partir de los usos de suelo cuya premisa central de diseño es su integración paisajística al entorno natural en el que se encuentra inmerso.

VII.1. Pronósticos del escenario.

Como se mencionó en el capítulo 2 del presente estudio, el proyecto **"Casa Beach II"** dispone de un predio con una superficie total de 2,180 m^2, de los cuales, solamente se utilizarán 70 m^2 para el desplantará la casa, en la parte central del predio colindante con el Mar Caribe, mientras que para las obras de apoyo se necesita una superficie de 22.13 m^2, la cual incluye el estacionamiento abierto para 2 automóviles (12 m^2) y un humedal artificial (6 m^2) como parte del sistema de tratamiento de aguas residuales. Además, se contará con lo siguiente:

a) Generación de energía mediante celdas solares.
d) Humedal artificial con biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales.
e) Sistema de captación de agua de lluvia

Por enfocarse el proyecto a un mercado de alto nivel adquisitivo y tener como premisa de desarrollo la disminución significativa de los costos ambientales que la construcción y operación que proyectos de estas características conllevan, es que se ha considerado, entre otros conceptos, la aplicación de ecotecnias con la finalidad de minimizar los impactos ambientales negativos y a la vez propiciar ahorros energéticos. Este tipo de construcción permitirá que la vegetación se mantenga prácticamente inalterada; posterior a la realización del proyecto conservando los elementos de la flora característica de este sitio. El acceso a la casa desde el camino de acceso será a través de una vereda entre la vegetación.

La casa habitación se desplantará 30 m por atrás de la duna, con lo cual no sólo no interferirá en la conservación de la duna costera, sino que tampoco incidirá en la eventual, pero posible anidación de tortugas marinas, poblaciones que se reportan para la zona.

Con el fin de evitar y revertir procesos de degradación del ambiente para asegurar la continuidad de la biota y el éxito económico de una región con cualidades turísticas excepcionales, es conveniente establecer medidas de manejo y mitigación de los impactos ambientales existentes y aquellos que por la construcción y operación del proyecto se pudieran provocar.

En el Capítulo III se analizó de manera detalla la vinculación con cada uno de los instrumentos normativos y ambientales aplicable al proyecto, considerándose que este no contraviene los instrumentos existentes y aplicables, ya que, en el diseño arquitectónico del proyecto, se consideraron todas las restricciones que establece el ordenamiento para la construcción de casas habitación unifamiliares en un predio de las dimensiones del de **"Casa Beach II"**, principalmente:

- Construcción de la casa en la parte central del predio.
- Construcción de humedales en la zona oriental del predio.
- Construcción por atrás de la duna (este proyecto será construido 30 m atrás del límite este del predio).
- Altura máxima de 7 m:
- Un sólo camino de acceso a la casa, de construcción rústica.

No obstante que se cumple con las recomendaciones plasmadas en el Programa de Ordenamiento, la promovente está consciente de la necesidad de implementar, en las distintas etapas de ejecución del proyecto, una serie de medidas y acciones que aseguren la protección, la conservación e incluso la restauración de los recursos naturales del predio, además, en cuanto al uso de la infraestructura se busca que los usuarios realicen sus actividades diarias responsablemente como son:

- Ahorro de agua.
- Ahorro energético.
- Tratamiento de los desechos, de forma especial los materiales de construcción.

A continuación, y de forma sintética se presenta un cuadro donde se señalan los cambios esperados en el escenario.

Tabla 41. Principales elementos del escenario modificado esperados con la implementación del proyecto.

ESCENARIO ACTUAL		ESCENARIO ESPERADO
En el sitio se llevan a cabo una serie de procesos ambientales:		Con la construcción y operación del proyecto se espera:
1. Flujos de agua superficial y subterránea.		1. Que ninguno de estos flujos sea interrumpido por el desarrollo del proyecto.
2. Flujos hídricos naturales en la zona de manglar y matorral costero.		2. Se mantienen los procesos normales de flujos superficiales. No se contempla la apertura de canales, ni modificación de los flujos. La alteración en la topografía del terreno es puntual, ya que se utilizará sólo un 4.54 % del terreno.

3. Zona de protección y alimentación de especies de fauna como tortugas marinas y cangrejo azul.		3. Actualmente la zona de playa y duna costera se mantiene en buenas condiciones, y se pretende que esta zona siga intacta con la finalidad de no contribuir a su deterioro.
4. Corredores biológicos, aves y reptiles.		4. Por las condiciones de la zona de influencia, es decir, grandes zonas de humedales, selva, matorral costero y la conectividad entre éstos, se asegura el movimiento de fauna a lo largo de toda la zona
5. Procesos geomorfológicos en la formación de playa asociado con la formación de vegetación de duna costera.		5. El proyecto no afectará el movimiento de arena, ni ningún proceso geomorfológico ya que este proyecto se desarrollará 30 m por atrás de la duna costera.
A NIVEL PARTICULAR		
La mayor parte de las actividades tanto turísticas como habitacionales se realizan sin ningún tipo de instrucción.		El proyecto propone una serie de acciones encaminadas a la educación ambiental durante las etapas de preparación y construcción, las cuales incluyen el cuidado en la protección de las especies de flora y fauna y en general, la importancia de los recursos florísticos y faunísticos de la zona, y manejo apropiado de los residuos.

Considerando la implementación de las medidas anteriores, se considera que el proyecto **"Casa Beach II"** no modificará de manera sustancial la condición en la que actualmente se encuentra la mayor parte del predio; sin embargo, se proponen una serie de acciones y medidas que optimizarán el aprovechamiento de los recursos utilizados.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.

El programa de vigilancia ambiental conlleva la verificación, por parte de un consultor externo o una entidad de verificación (Residencia Ambiental), de todas y cada una de las medidas de prevención, control y mitigación ambientales incluidas en la presente manifestación de impacto ambiental, más aquellas que en su oportunidad determine la autoridad ambiental federal. Particularmente, se llevará a cabo la verificación del aseguramiento de que las obras previstas en el proyecto se lleven a cabo en los términos y características manifestadas.

Este reglamento busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las

distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conlleven el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

La implementación y ejecución del Reglamento de Manejo Ambiental, exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una concienciación ambiental de los trabajadores y de los usuarios del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos de operación del proyecto.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo del desarrollo incluyendo a los usuarios mismos del proyecto, es crucial para gestionar exitosamente el Reglamento de Manejo Ambiental.

Considerando que la empresa deberá de dar cabal cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas por el mismo y a lo impuesto por la autoridad y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, el Reglamento propone incluir los siguientes aspectos:

- Guía de manejo de residuos sólidos y líquidos.
- Guía para la educación ambiental.
- Acciones para la conservación y aprovechamiento de la playa como hábitat de anidación de tortugas marinas.
- Reglas a seguir durante las etapas de preparación y construcción del sitio.
- Guía para la protección del ambiente durante la etapa de operación y mantenimiento.

No es posible presentar en este momento una calendarización al programa ya que ello dependerá de las medidas, términos o condicionantes que en su momento dicte la propia SEMARNAT como resultado de la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

VII.3 Conclusiones.

Se considera que para desarrollar el proyecto **"Casa Beach II"**, se respeta el uso destinado a la zona, ya que cumple con los distintos instrumentos de regulación ambiental.

Además, se conjugan una serie de factores que permiten que la construcción del proyecto sea adecuada y que provoque el menor número de impactos negativos al ambiente; de manera resumida se enlistan las principales razones del por qué se considera viable el proyecto.

- Por la construcción del proyecto, no se afectarán los procesos ambientales presentes en la zona.
- Las actividades que se realizarán dentro del proyecto son compatibles con el uso establecido por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
- En el área del proyecto no se cuenta con los servicios necesarios para el desarrollo del mismo, por lo que se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales ecológico.
- Se eliminarán focos de infección y proliferación de fauna nociva.
- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse son reversibles, puntuales y de poca magnitud y que, además, el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.
- La implementación de las medidas de compensación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a la conservación de los recursos de la zona.

Por lo anterior, la promovente somete a consideración de la autoridad ambiental competente, la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del proyecto ***"*Casa Beach II"**.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Tal y como se mencionó en el capítulo 5 del presente estudio, la naturaleza de un proyecto como el que se presenta en este estudio, obliga al desarrollo de un análisis complejo de los impactos ambientales que se anticipan por las actividades del mismo. Dicho proyecto es de naturaleza familiar cuya finalidad es la construcción de una casa habitación, donde las dimensiones de la superficie que será modificada por el desarrollo del proyecto será de poco menos de 100 m^2.

El procedimiento seguido para realizar la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto **"Casa Beach II"** en referencia es el siguiente:

- Análisis de las características y componentes del proyecto.
- Identificación de los impactos ambientales potenciales.
- Evaluación de los principales impactos ambientales potenciales.

Para el análisis de los impactos ambientales del proyecto se ha utilizado el método matricial, el cuál es un método bidimensional que posibilita la integración entre componentes ambientales y las actividades del proyecto. Consiste en colocar en las filas el listado de las acciones o actividades del proyecto que pueden alterar al ambiente y sobre sus columnas se coloca el listado de los elementos / componentes y atributos del ambiente que podrían ser afectados por las actividades del proyecto.

En la predicción y evaluación de impactos ambientales mediante el método matricial causa-efecto, se pueden elaborar una o más matrices. En el presente caso, para facilitar la comprensión del análisis se han confeccionado dos matrices: una denominada ***Matriz de Identificación de Impactos Ambientales*** que permite identificar los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente y otra llamada ***Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales,*** donde se evalúan los impactos identificados en la matriz anterior.

Indicadores de impacto.

Con base en la consideración de que un indicador es un elemento ambiental que es o puede ser afectado por un agente inductor -como lo son, en este caso, las acciones de las diversas etapas del proyecto, se anticipa que para todas ellas se darán afectaciones en los componentes ambientales que aquí se relacionan:

Los indicadores que se identificaron para el proyecto, de acuerdo a los subsistemas del medio ambiente fueron los siguientes:

Tabla 41. Identificación de indicadores para el proyecto.

Factor Ambiental	Indicador
Climatología	Clima
	Calidad del aire
Geomorfología	Paisaje
Suelos	Calidad del suelo
Hidrología	Superficial
	Subterránea
Vegetación	Vegetación de duna costera
	Vegetación de selva baja perennifolia
Fauna	Especies de fauna endémica y/o con estatus de protección.
Economía	Empleo
	Economía regional

Es importante señalar que la afectación será de intensidad variable sobre los diversos componentes ambientales durante la ejecución de las obras, civil y arquitectónica, incluidas las actividades que correspondan a la etapa de operación-mantenimiento.

- **Lista de posibles indicadores de impacto.**

De esta manera, se establecieron los criterios de aplicación para los distintos aspectos involucrados en el proceso de análisis, en donde se consideró lo siguiente:

Tabla 42. Criterios de aplicación para los aspectos del análisis.

Tipo de impacto	Definición
Negativo (A)	Su efecto produce pérdida del valor natural, estético-cultural, paisajístico, erosión y demás riesgos ambientales en el área del proyecto.
Positivo (B)	Su efecto es positivo de tal manera que el proyecto puede llegar a ser admitido por la población en general.
Mitigable (*)	Su efecto implica una alteración que puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante medidas correctoras.
Temporal (T)	Su efecto puede ocasionar una alteración no permanente en el tiempo, con una duración entre 1 y 3 años.
Permanente (P)	Su efecto puede ocasionar una alteración indefinida en el tiempo, sobre los sistemas ambientales presentes en el lugar del proyecto.
Directo (D)	Su efecto tiene una incidencia inmediata sobre algún factor ambiental.
Indirecto (I)	Su efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general, respecto a la relación de un sector medioambiental con otro.

VIII.1 Formatos de presentación.

VIII.1.1 Planos definitivos

Los planos definitivos del proyecto se presentan como anexo al presente estudio, los cuales son:

- Topográfico.
- Planos de conjunto.
- Arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, etc.

VIII.1.2 Fotografías.

Para una mejor comprensión de la lectura, así como de la descripción del proyecto y su entorno, se han integrado a lo largo de los capítulos que conforman el presente estudio, por lo que no se presenta un anexo fotográfico como tal.

VIII.1.3 Videos.

No se considera la presentación de videos anexos al presente estudio.

VIII.1.4. Listados de flora y fauna

Tabla 43. Listado de especies observadas en el predio del proyecto **"Casa Beach II".**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATOS			
			Herbáceo ◆	Arbustivo ◙	Arbóreo ●	Trepador ◄
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen			●	
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Icaco		●		
Palmae	*Coco nucifera*	Palma cocotera			●	
	Thrinax radiata	Chit			●	
Poligonaceae	*Cocoloba uvifera*	Uva del mar			●	
4	**S=5**			**1**	**4**	

Tabla 44. Aves registradas en el predio y sus alrededores y su status en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Status: categoría de protección. Pr=Protección especial.

Tabla 45.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	GREMIO TRÓFICO	STATUS	DISTRIBUCIÓN
Orden	**Falconiformes**			
Familia	**Cathartidae**			
Coragyps atratus	Zopilote negro	Carroñero		
Familia	**Accipitridae**			
Buteogallus anthracinus	Águila cangrejera	Carnívoro	Pr	**no endémica**
Orden	**Pelecaneiformes**			
Familia	**Fregatidae**			
Fregata magnifecens	Fragata	Piscívoro		
Orden	**Psittaciformes**			
Familia	**Psittacidae**			
Amazona xantholora	Loro yucateco	Granívoro	Pr	**No endémica**
Orden	**Galliformes**			
Familia	**Cracidae**			
Ortalis vetula	Chachalaca	Frugívoro		
Orden	**Columbiformes**			
Familia	**Columbidae**			
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	Granívoro		
Orden	**Passeriformes**			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	GREMIO TRÓFICO	STATUS	DISTRIBUCIÓN
Familia	**Tyraniidae**			
Myarchus tyrannulus	Tirano tropical	Insectívoro		
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	Insectívoro		
Myiozetetes similis	Luis gregario	Insectívoro		
Familia	**Icterinae**			
Quiscalus mexicanus	Zanate, x'kau	Insectívoro Carnívoro Carroñero		
Familia	**Mimidae**			
Melanoptila glabrirostris	Mímido negro	Insectívoro		
Mimus gilvis	Zentzontle tropical	Insectívoro		
Familia	**Icteridae**			
Icterus mesomelas	Bolsero amarillo	Insectívoro		
Icterus cucullatus	Bolsero	Insectívoro		
Familia	**Vireonidae**			
Vireo sp.		Insectívoro		
Familia	**Picidae**			
Melanerpes pygmaeus	**Carpintero pechileonado**	**Insectívoro**		

- **Especies de importancia ecológica.**

Se registraron varios cangrejos azules (*Cardisoma guanhumi*) en el predio y el área de influencia, estos cangrejos estaban al oeste de la carretera. En los ecosistemas costeros los cangrejos determinan la tasa de reclutamiento de algunas especies de plantas, ya que reciclan los nutrientes en los ecosistemas al consumir la vegetación e incrementan la aireación del suelo por la construcción de madrigueras. Los cangrejos azules son una especie de lento crecimiento, ya que necesitan de 60 mudas para alcanzar su tamaño máximo, mientras que otros cangrejos requieren sólo de 20 mudas.

VIII.2 Otros anexos.

a) Copia certificada del Acta No. 256, relativa al título de propiedad de fecha 20 de mayo del 2013, pasada ante la fe del notario público abogado José Enrique Gutiérrez López, titular de la Notaria Pública No. 87.

VIII.3 Bibliografía.

Begon, M; Harper, J.L and Townsend, C.R. 1986. Ecology. Individuals population, and communities. Ed. Facultad de Ciencias. UNAM. 1530 pp.

Comisión Federal de Electricidad CFE. Portal de Internet www.cfe.gob.mx

Cabrera, C. E; Sousa, S. M. y Téllez V. O. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQRO. Chetumal, Quintana Roo. México. 222 pp.

Gutiérrez C. D; García, S. C; Perez-Soto, M.L; Padilla, S. C; Pizaña, J. A; y Macias, O. R. 1993. Caracteristicas de los Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. En: Sian Ka'an. Serie Documentos. No.1- Dic-1993. Merida, Yucatán. 47 pp.

CONABIO 2004. "El cultivo del Chit". Manual para su propagación en viveros. CICY-PNUD-FMAM. Mérida, Yucatán. México. 24 pp.

Diario Oficial del 31 de enero de 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. SEMARNAT.

Diario Oficial del 06 de marzo del 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2002. 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.

Diario Oficial del 14 de mayo de 2002. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Reserva de Sian Ka'an.

Durán, R; Campos, G; Trejo, J; Simá, P; May-Pat, F y Juan-Qui, M. 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. CICY-PNUD-FMAM. Mérida, Yucatán. México. 259 pp.

Escalante, R. S. 1986. La flora del Jardín Botánico del Centro de Investigaciones de Quintana Roo A. C. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de Xalapa. Veracruz. México. 193 pp.

Fredericksen, T y Mostacedo, B. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal, del Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR) financiado por USAID Y PL480 en convenio con el MDSP. Santa Cruz, Bolivia. 92 pp.

Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. INE y CONABIO. Página Internet, mantenida por: Gerardo Gurrola.

Gómez, L. J y Flores, R. R. 2003. El fascinante mundo del manglar. UQROO- Programa MIRC-USAID-CRC-Secretaria de Marina. Chetumal, Quintana Roo. México. 40 pp.

INE. 1996. Normas de uso y zonificación básica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Edo. de Mex. 45 pp.

INEGI. Carta Edafológica S16-11; 1:250,000, (1988).

INEGI. Carta de Vegetación y Uso de Suelo. S16-11; 1:250,000, (1988).
INEGI. Portal de Internet www.inegi.com.mx

INEGI. 2002. Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo. México. 79 pp.

Krebs, C. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Harla. México. 754 pp.

Krebs, C. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publishers, New York, USA. 534pp.

Macario-Mendoza, P. A. 1990. La repoblación natural en una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo bajo aprovechamiento forestal. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Instituto de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, Chapingo, Mexico. 131 pp.

Macario-Mendoza, P. A. 2003. Efectos del cambio en el uso de suelo sobre la selva y estrategias para el manejo sustentable de la vegetación secundaria en Quintana Roo. Tesis de doctorado. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Unidad de postgrado e investigación. Universidad de Yucatán, México. 183 pp.

Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal. 80 p.

Olmsted, I y Duran, R. 1990. Vegetación de Sian Ka'an. En: Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México. Editado por Navarro, D. y Robinson, J. G. CIQRO-PSTC. 12 pp.

Orellana, R.; Carrillo, L y Franco, V. 2001. Árboles recomendados para la ciudad de Mérida. La Naturaleza como parte del contexto urbano. CICY-PUND. Mérida, Yucatán. México. 70 pp.

Página Internet del Centro Nacional de Huracanes CNH de Estados Unidos-2005.

Pozo de la Tijera C., Escobedo Cabrera J. E. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Rev. Biol. Trop. (online) 47(1-2): 251-262. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441999000100026&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-7744.

Pulido, S. T y Serralta, P. L. 1993. Lista anotada de las plantas medicinales de uso actual en el estado de Quintana Roo. México. CIQRO. Chetumal, Quintana Roo. 104 pp.

INE. 1993. Programa de Manejo-3. Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an. SEMARNAP. 45 pp.

UQROO, 2005. Programa estatal de Ordenamiento Territorial, Quintana Roo. En: Pagina UQROO. cemirn.uqroo.mx/uqroo/Pindex.htm.

Villanueva, R. G. y Cabrera, E. 1990. Nuevos registros Florísticos para la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an. En: Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an Quintana Roo, México. Editado por Navarro, D. y Robinson, J. G. CIQRO-PSTC. 5 pp.

Zúñiga, B; González, D; Prieto, P. y Delgado, C. C. 2004. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. UNAM-UADY-CONACYT-INE. México. 507 pp.