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

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0141/12/17.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, CURP, el domicilio particular y números de teléfono celular de personas físicas, en página 10.

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 **57/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **10 de abril de 2018.**

CAPÍTULO I

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

ÍNDICE

1. Datos generales del proyecto. 3
1.1. Clave del proyecto: 3
1.2. Nombre del proyecto: 3
1.3. Datos del sector y tipo de proyecto 3
1.3.1. Sector: 3
1.3.2. Subsector: 3
1.3.3. Tipo de proyecto: 3
1.4. Estudio de riesgo y su modalidad: 3
1.5. Ubicación del proyecto: 3
1.5.1. Entidad federativa: 3
1.5.2. Municipio o delegación: 3
1.5.3. Localidad: 3
1.5.4. Coordenadas geográficas: 3
1.6 Tiempo de vida útil del proyecto 5
1.7 Dimensiones del Proyecto: 6
2. Datos generales del promovente: 10
2.1. Nombre o Razón Social: 10
2.2. Registro Federal de Causantes (RFC): 10
2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones: 10
2.3.1. Calle y número: 10
2.3.2. Código postal 10
2.3.3. Entidad federativa: Quintana Roo 10
2.3.4. Municipio o delegación: 10
2.3.5. Teléfono(s): 10
3. Datos generales de la empresa responsable de la elaboración de la MIA: 10
3.1. Nombre o razón social: 10
3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP: 10
3.3. Nombre del responsable técnico del estudio: 10

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1. Clave del proyecto:

1.2. Nombre del proyecto: Casa Lote-23

1.3. Datos del sector y tipo de proyecto

1.3.1. Sector: Turismo
1.3.2. Subsector: Residencial Turístico
1.3.3. Tipo de proyecto: Casa Habitación Unifamiliar

1.4. Estudio de riesgo y su modalidad: No se requiere.

1.5. Ubicación del proyecto: El Lote 23 se ubica en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 39,515.837 m^2 (3.95 ha) según consta en la escritura pública número P. A. 84,400 firmada ante el notario público Luis Miguel Cámara Patrón en la ciudad de Cancún, Quintana Roo el 10 de diciembre de 2015. Colinda al norte, en 370.044 m con lote 053-24; al sur, en 401.789 con lote 053-22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen.

1.5.1. Entidad federativa: Quintana Roo.
1.5.2. Municipio o delegación: Tulum.
1.5.3. Localidad: Zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

1.5.4. Coordenadas geográficas:

Mauricio Cámara Solís, Juan Cámara Solís y Álvaro Cámara Solís, en calidad de fideicomitentes fideicomisarios en primer lugar, según consta en la Escritura Pública número 9,924, de fecha 03 de abril de 2008, pasada ante la fe del Licenciado Fernando Ayora Sarlat, Notario Público suplente de la Notaría número 21 en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, celebraron con Scotiabank Inverlat, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Scotiabank un contrato de fideicomiso, al cual transmitieron la propiedad de diversos predios que posteriormente fueron fusionados y subdivididos mediante Escritura Pública número 10,952, de fecha 07 de mayo de 2009, otorgada ante la fe del Licenciado Miguel Ángel Ortiz Cardín, Notario Público titular de la Notaría número 21, en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. Derivado de esta subdivisión resultó, entre otros, el predio identificado como Lote 053-23 (cero cincuenta y tres guion veintitrés).

Posteriormente, por Escritura Pública 84,400, de fecha 10 de diciembre de 2015, otorgada ante la fe del Licenciado Luis Miguel Cámara Patrón, Notario Público número 30, con residencia en Cancún, Quintana Roo, se hizo constatar la modificación al contrato de fideicomiso antes descrito, modificación a través de la cual se expresó que el señor Mauricio Cámara Solís goza y se hará cargo de forma individual y exclusiva de los derechos, retribuciones, pagos, frutos, productos de la venta, prerrogativas, decisiones,

gastos, impuestos, honorarios y demás de, entre otros, el predio identificado como lote 053-23, y según la cual la superficie total del mismo es de 39,515.837 m^2, con las siguientes medidas y colindancias (**Anexo legal 1**: Contrato de fideicomiso; **Anexo legal 2:** Oficio de Subdivisión; **Anexo legal 3:** Convenio modificatorio del fideicomiso irrevocable):

Tabla 1. Medidas y colindancias del lote del proyecto.

Dirección	Medidas (m)	Colindancias
Al Norte	370.044	Lote 053-24
Al Sur	401.789	Lote 053-22
Al Este	100.00	ZOFEMAT del Mar Caribe
Al Oeste	110.39	Laguna Catoche
Superficie total : 39,515.837 m^2		

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en marzo de 2017, la superficie del predio es de 39,515.837 m^2.

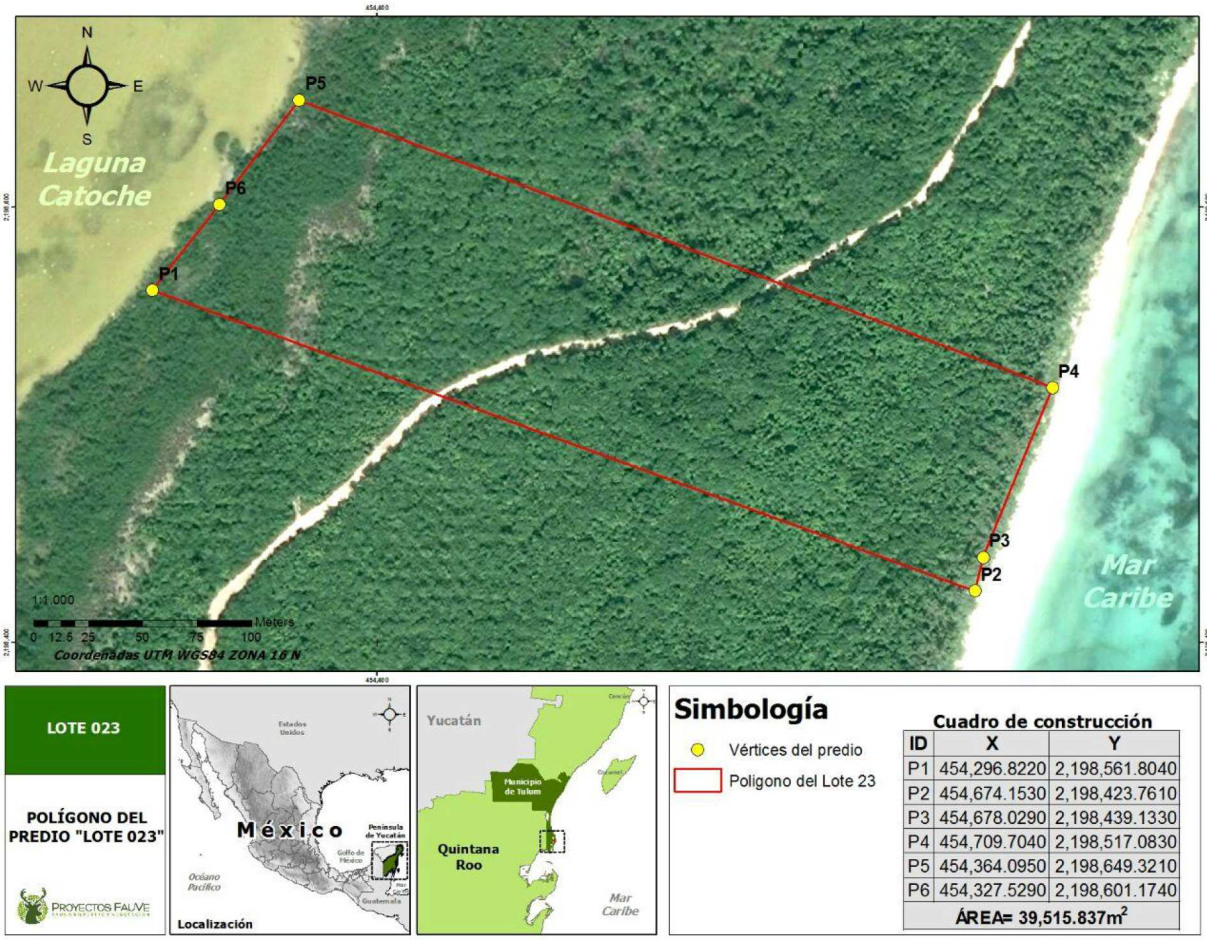


Figura. 1. Localización nacional, regional y local del proyecto.

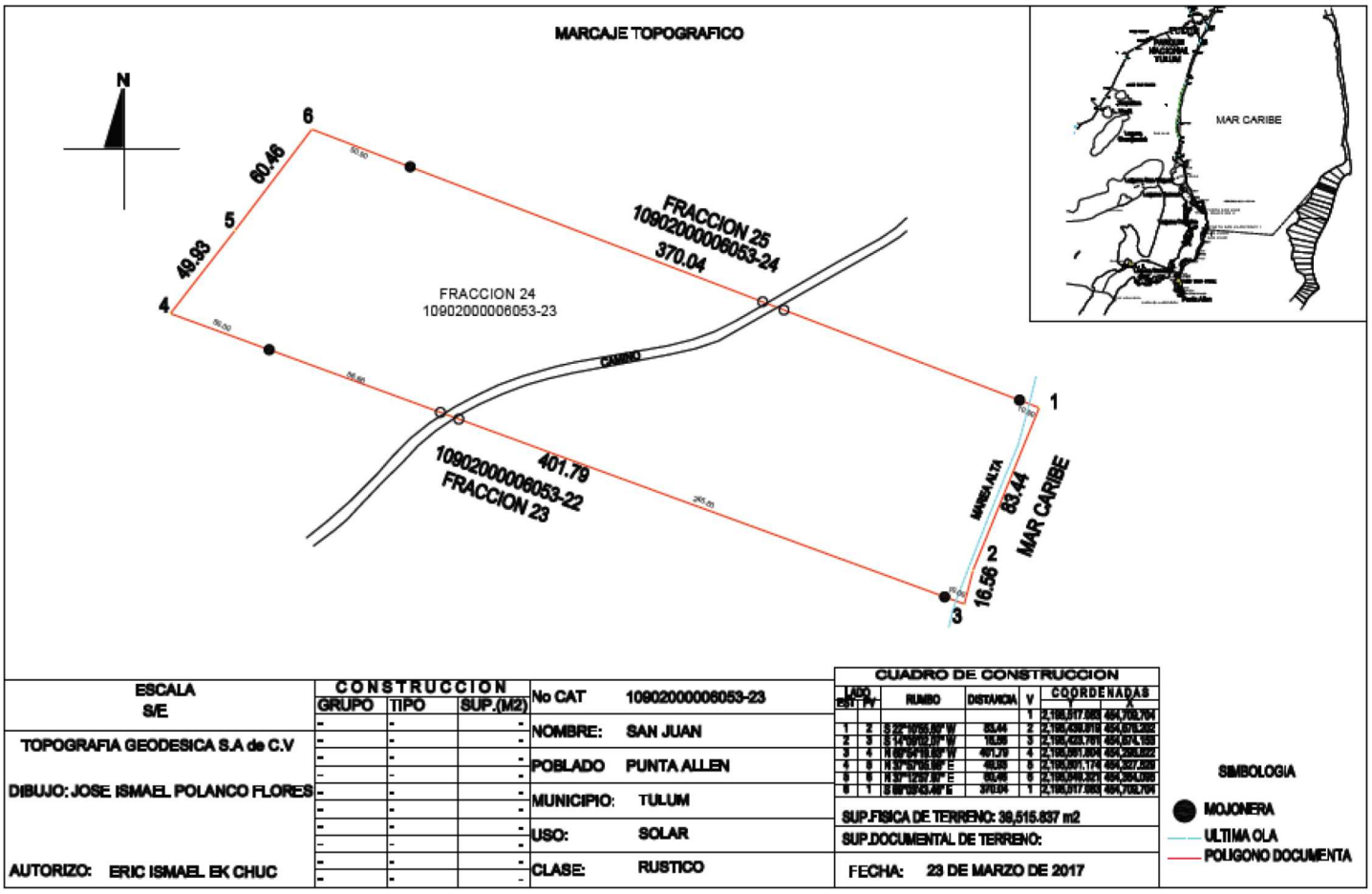


Figura 2. Polígono del predio y coordenadas de ubicación.

Tabla 2. Coordenadas UTM, Datum WGS-84 según levantamiento topográfico de marzo 2017.

ID	X	Y
P1	454,296.8220	2,198,561.8040
P2	454,674.1530	2,198,423.7610
P3	454,678.0290	2,198,439.1330
P4	454,709.7040	2,198,517.0830
P5	454,364.0950	2,198,649.3210
P6	454,327.5290	2,198,601.1740
Superficie total = 39,515.837 m^2		

1.6 Tiempo de vida útil del proyecto

Se prevé que el proyecto tenga una vida útil de 100 años, misma que puede prolongarse al dar el adecuado mantenimiento a las instalaciones.

1.7 Dimensiones del Proyecto:

a) Superficie total del predio: En los documentos que demuestran la legal propiedad del predio, se establece que el mismo consta de una superficie total de 39,515.837 m^2. Asimismo, mediante el levantamiento topográfico del predio realizado en marzo de 2017, se obtuvo la misma superficie (39,515.837 m^2) por lo que el diseño arquitectónico se realiza sobre esta.

b) Superficie de aprovechamiento: La superficie de construcción implica el aprovechamiento de 371.90 m^2 de vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit) para el desplante habitacional, alberca y biodigestor que forman parte de obras exteriores y decks de madera y terraza consideradas como obras rústicas lo que equivale al 0.94 % de la superficie total del predio.

Se entiende por superficie construida, el área de un lote o predio que puede ser ocupado por la edificación y corresponde a la proyección horizontal de la misma, excluyendo los salientes de los techos, cuando son permitidos.

El total de la superficie de construcción de obra techada será de 293.82 m^2, de tal forma que el Coeficiente Uso (CUS) del predio será de 0.0074 %. Y el total de construcción incluyendo obra no techada será de 371.90 m^2 con lo cual obtenemos un Coeficiente de Ocupación (COS) de 0.0094 %.

De acuerdo a lo anterior el proyecto pretende ocupar una superficie de construcción de 371.90 m^2.

Tabla 3**.** Superficie de construcción del proyecto.

CONCEPTO	Superficie (m^2)
PASILLO DE ENTRADA	18.83
CUARTO DE SERVICIOS	24.34
COCINA	24.34
SALA - COMEDOR	72.41
RECÁMARA 1	40.74
RECÁMARA 2	40.74
RECÁMARA 3	36.21
RECÁMARA 4	36.21
DESPLANTE HABITACIONAL	**293.82**
ALBERCA	32.00
BIODIGESTOR	2.10
DESPLANTE OBRAS EXTERIORES	**34.10**
TERRAZA	23.88
DECK DE MADERA	20.10
DESPLANTE OBRAS RUSTICAS	**43.98**
TOTAL DE DESPLANTE	**371.90**

Así mismo, se requiere 20 m^2 para la construcción del humedal artificial que, de acuerdo con el **Criterio EI-7** del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an especifica que: **"…La superficie del terreno que requiera la**

instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en el criterio Ah".

Por otro lado se requiere el desmonte de 271.98 m^2 para la conformación del camino de acceso, el cual se mantendrá de forma rústica con suelo natural por lo que éste no será pavimentado. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con el **Criterio EI-15** del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an que dicta: **"Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m".**

En el siguiente plano de conjunto se presenta el desplante de las obras permanentes del proyecto Lote 23 y de

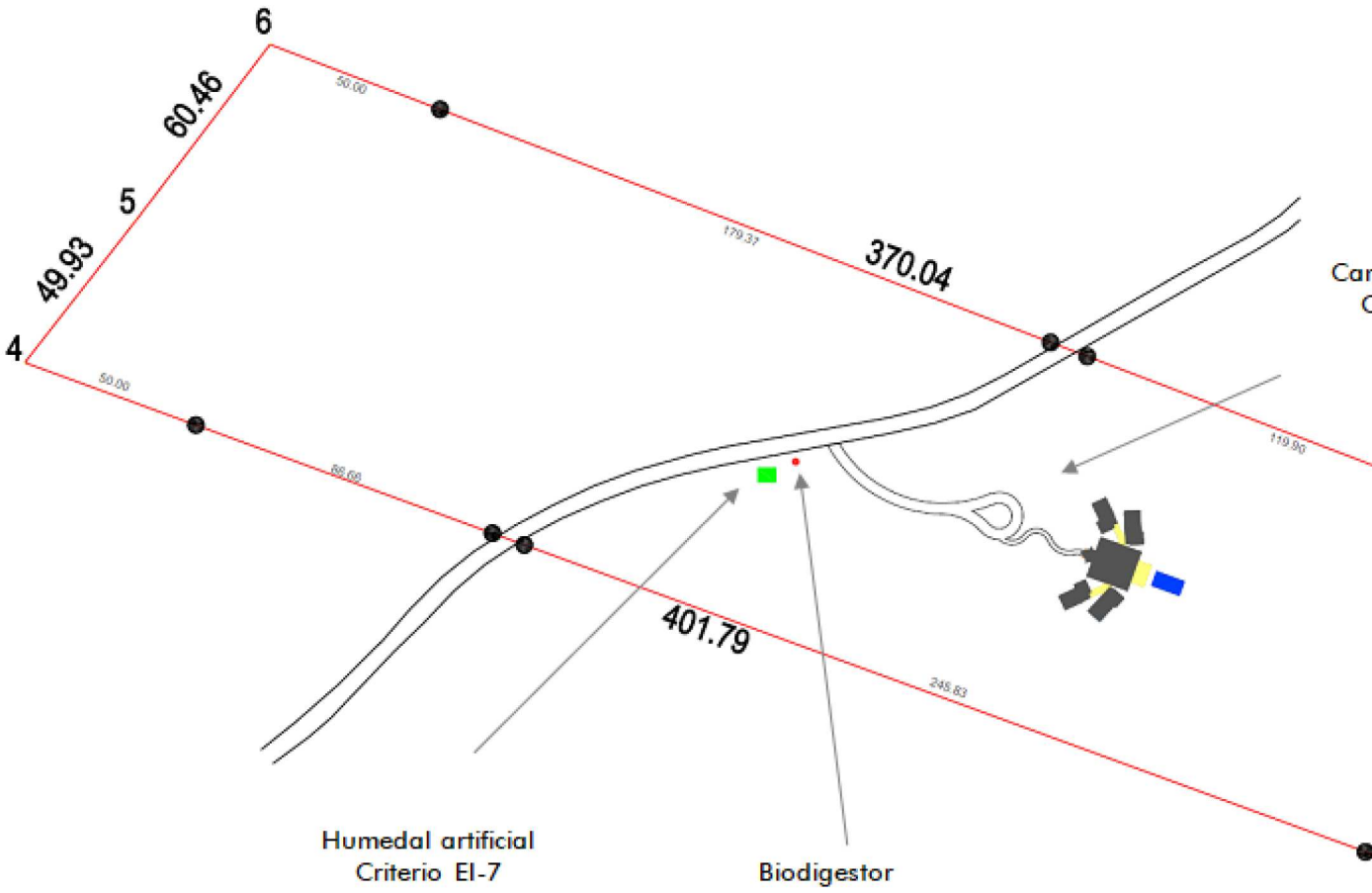
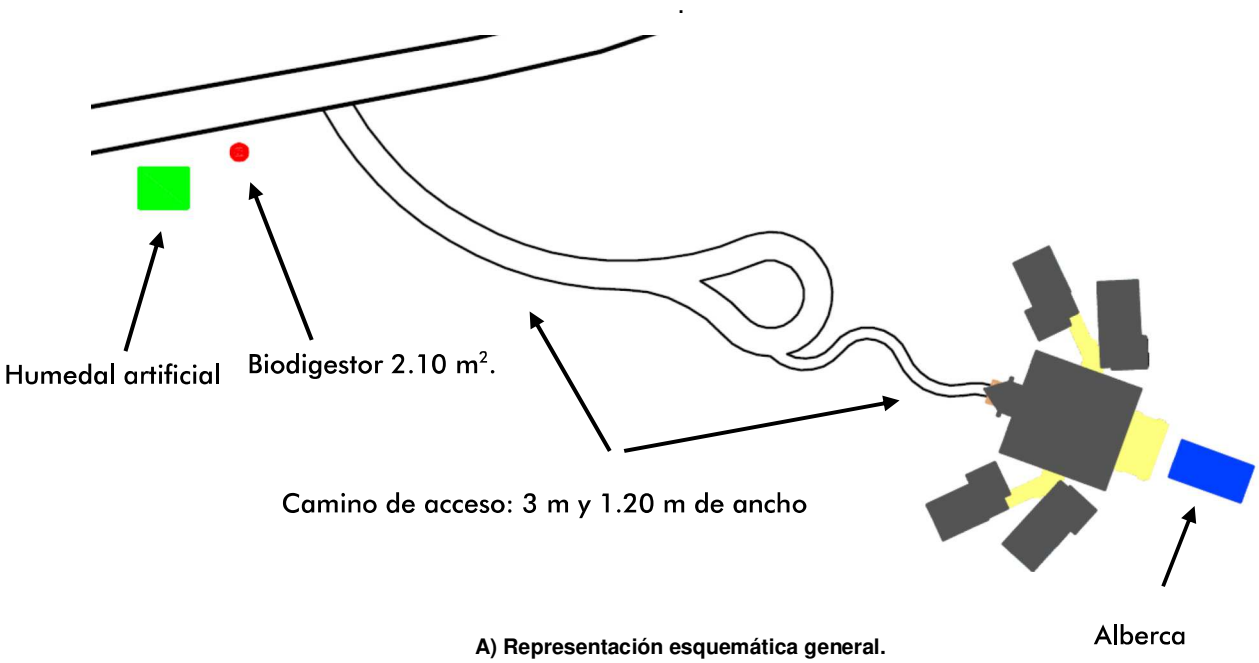
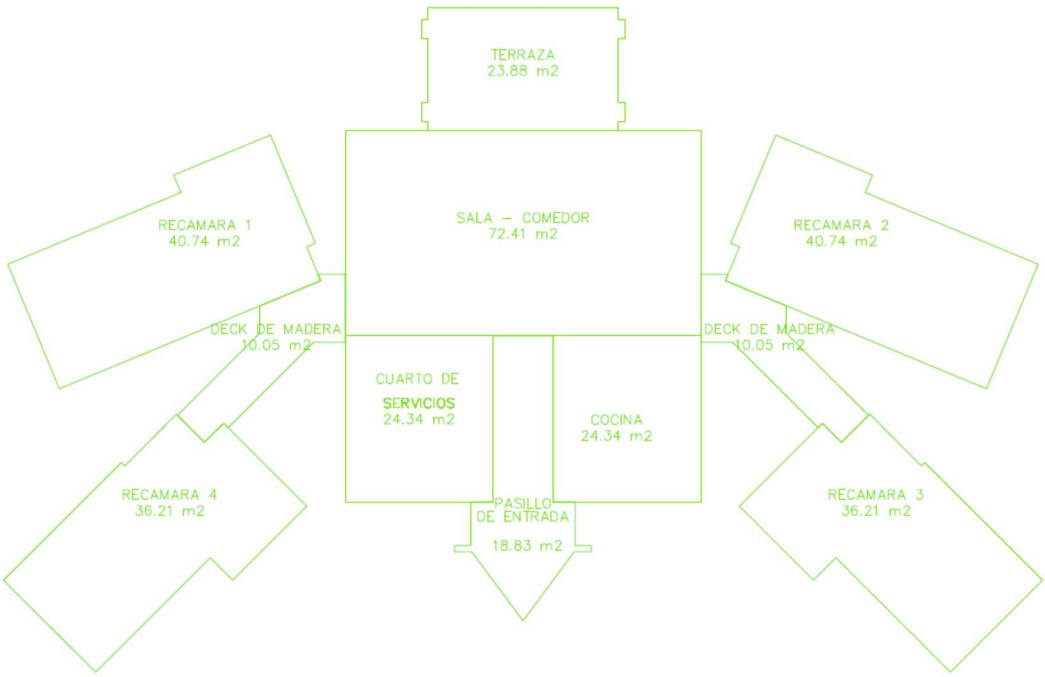


Figura 4. Plano de conjunto del proyecto y ubicación de las obras de apoyo.



A) Representación esquemática general.



B) Representación esquemática de la casa habitación.

Figura 5. Plano conjunto del proyecto.

2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE:

2.1. Nombre o Razón Social: Mauricio Cámara Solís

Quien en su carácter fideicomitente fideicomisario en primer lugar, goza y se hará cargo de forma individual y exclusiva de los derechos, retribuciones, pagos, frutos, productos de la venta, prerrogativas, decisiones, gastos, impuestos, honorarios y demás, del predio identificado como lote 053-23, lo anterior, de conformidad con lo establecido en las Escrituras Públicas números 9,924 y 84,400 de fechas 08 de abril de 2008, 08 de mayo de 2009 y 10 de diciembre de 2015, respectivamente. (**Anexo legal 1:** Contrato de fideicomiso y **Anexo legal 3:** Convenio modificatorio del fideicomiso irrevocable).

2.2. Registro Federal de Causantes (RFC): [redacted] (**Anexo legal 4**: RFC del promovente).

2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones:

2.3.1. Calle y número: [redacted]
2.3.2. Código postal: 77503.
2.3.3. Entidad federativa: Quintana Roo.
2.3.4. Municipio o delegación: Benito Juárez.
2.3.5. Teléfono(s): [redacted]

3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA:

3.1. Nombre o razón social: Josefina Margarita Murcio Olvera

3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP: [redacted]

3.3. Nombre del responsable técnico del estudio:

Biol. Josefina Margarita Murcio Olvera (**Anexo legal 5**: Cédula profesional).

Cedula Profesional: 5746391
Correo Electrónico: jmurcio@proyectosfauve.com
Calle Cocodrilo, [redacted]
Teléfono oficina: [redacted].

Durante la elaboración del presente estudio en materia de impacto ambiental, participó un grupo multidisciplinario entre ellos arquitectos, biólogos, ingenieros ambientales y licenciados en derecho ambiental, quienes fueron los responsables de la planificación, diseño y ejecución de los estudios de campo útiles para el proyecto.

Con relación a la información sobre los diversos procesos a ejecutar sobre el diseño durante cada una de las etapas de desarrollo del proyecto Lote 23, ésta fue proporcionada por la empresa promovente.

A continuación, nombre los participantes en la elaboración de este documento.

Nombre	Área de especialidad
M.C. Lluvia Itzíhuari Marcos Camacho	Impacto ambiental / Fauna silvestre
M.C. Hugo Armando Rivas García	Impacto Ambiental / Fauna silvestre
Biól. José Israel Flores Puerto	Sistemas de Información Geográfica / Vegetación
Hidro. Biol. Ana Isabel Erosa Solano	Evaluación de Impacto Ambiental
Biól. Josefina Margarita Murcio Olvera	Impacto ambiental / Sistemas de Información Geográfica

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. Información general del proyecto....3
1.1. Naturaleza del proyecto....3
1.2. Selección del sitio....4
1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización....4
1.4. Inversión requerida....8
1.5. Dimensiones del proyecto....8
A) Superficie total del predio....8
B) Superficie de aprovechamiento....8
1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias....10
1.7. Estado de conservación del predio....11
1.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos....15
2. Características particulares del proyecto....18
2.1. Etapa de preparación del sitio....26
2.2. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto....28
2.3. Etapa de construcción....30
2.2. Programa general de trabajo....37
2.5. Materiales de construcción a utilizar:....39
2.6. Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción....42
2.7. Requerimientos de equipo....43
2.8. Descripción de obras asociadas al proyecto....44
2.9. Etapa de abandono del sitio....44
2.10. Utilización de explosivos....44
2.11. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera....44
2.12. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos....47

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Naturaleza del proyecto

Sector: Turismo.

Subsector: Residencial Turístico

Tipo de proyecto: Casa Habitación Unifamiliar

Descripción del proyecto:

El proyecto consiste en una casa habitación de uso particular de un nivel, consta de:

- Un pasillo de entrada.
- Un cuarto de servicios en donde se encuentra la bodega, maquinaria de paneles solares y un medio baño.
- Una cocina.
- Una sala – comedor.
- 4 recámaras cada una con un baño completo.
- Decks de madera que comunican con las recámaras.
- Una terraza con vista a la alberca
- Una alberca.
- Y un biodigestor.

La superficie de construcción de la obra será de 371.90 m^2.

Adicionalmente, se contará con un humedal artificial con una superficie de 20 m^2.

El nivel de piso terminado en azoteas de las recámaras será de 3.60 m. En la zona de sala - comedor se colocará una palapa que será el punto más alto de la casa con 7.85 m de altura.

Sobre el techo de la recámara 4 será colocado un tinaco Rotoplas cuya altura alcanzará los 2 m por lo que considerando esta última, más el terminado en azoteas para esta zona, la altura máxima será de 5.60 m.

Sobre el techo de la recámara 3 se instalará el sistema de paneles solares con apenas 0.50 cm de altura, que en conjunto con el terminado en azoteas alcanzará los 4.10 m.

La construcción del proyecto, se realizará de tal manera que visualmente se integre a su entorno, tanto por el tipo de acabados (aplanados, piedra y palapa) como por la forma y los elementos constructivos empleados.

En adición a lo anterior, para el acceso a la propiedad tanto de la maquinaria en las etapas de Preparación y Construcción, como de vehículos para los propietarios en la etapa de Operación y Mantenimiento, se requerirá de la apertura de un camino de acceso rústico de

terracería el cual tendrá una superficie de 271.98 m^2. Como estrategia para minimizar el desmonte de vegetación por dicha obra, se consideró que el camino de acceso cuente con 2 dimensiones la primera con un ancho de 3 m en donde se encontrará una glorieta que será el sitio hasta donde podrán ingresar camiones de 1.5 a 3 toneladas para traslado de materiales y la segunda de 1.20 de ancho de donde podrán ser trasladados los materiales con herramientas menores como carretillas y para que trabajadores de obra y propietarios ingresen caminando hasta la casa habitación.

El camino de acceso antes mencionado, cumple con el Criterio EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an que dicta: "Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m".

1.2. Selección del sitio:

En cuanto a la selección del sitio para el desarrollo del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. El predio está regulado por las políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, decretado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 14 de mayo de 2002.

2. El predio se encuentra dentro de la UGA Tu 7, que de acuerdo a dicho ordenamiento tiene un uso de suelo turístico además de ser factible el desarrollo ecoturístico.

3. El sitio del proyecto se encuentra regido por el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an en el que se incluye la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an dentro de la cual se inserta en el área de amortiguamiento.

1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El Lote 23 se ubica en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 39,515.837 m^2 (3.95 ha) según consta en la escritura pública número P. A. 84,400 firmada ante el notario público Luis Miguel Cámara Patrón en la ciudad de Cancún, Quintana Roo el 10 de diciembre de 2015. Colinda al norte, en 370.044 m con lote 053-24; al sur, en 401.789 con lote 053-22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen.

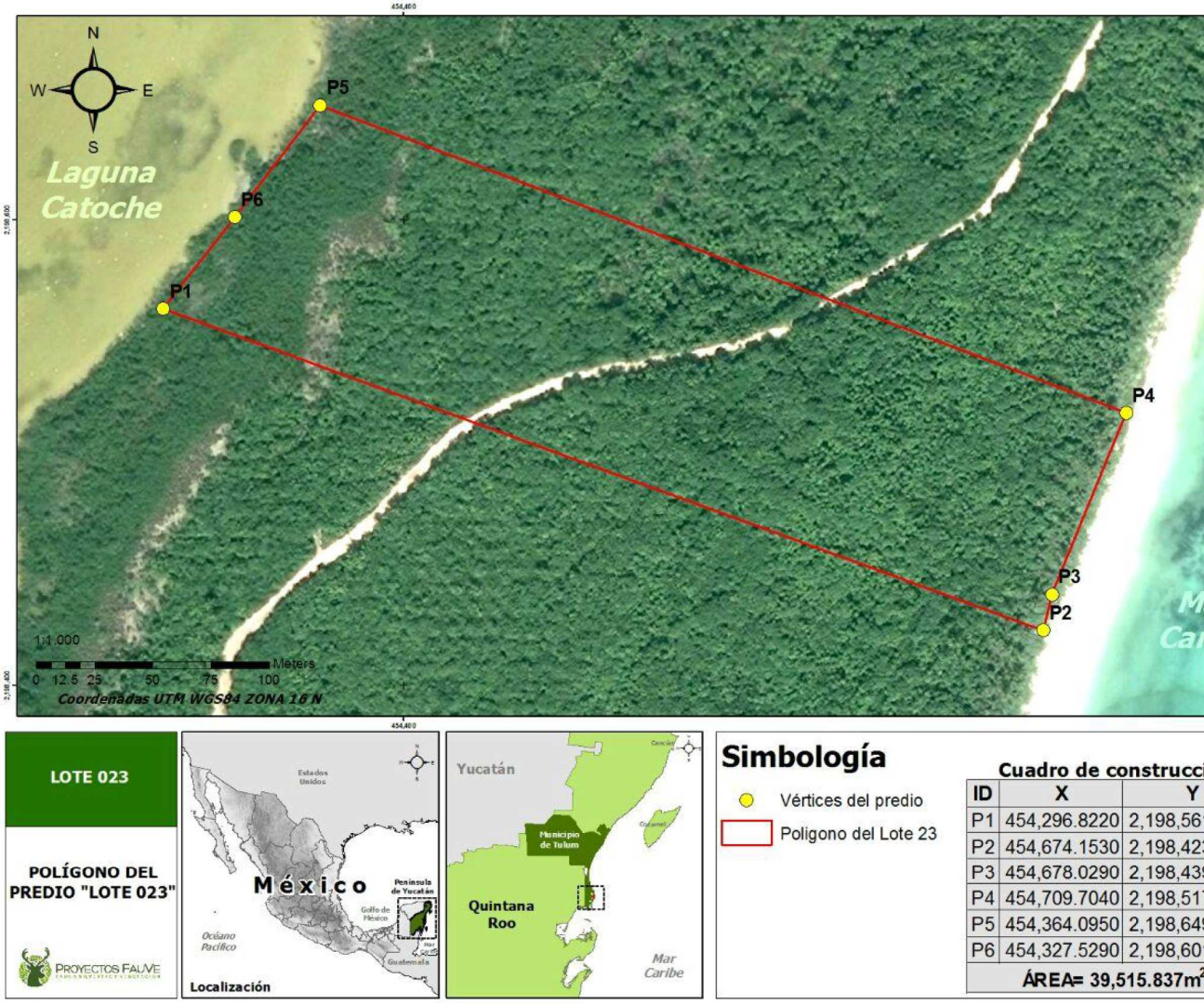


Figura 1. Ubicación local y regional del predio.

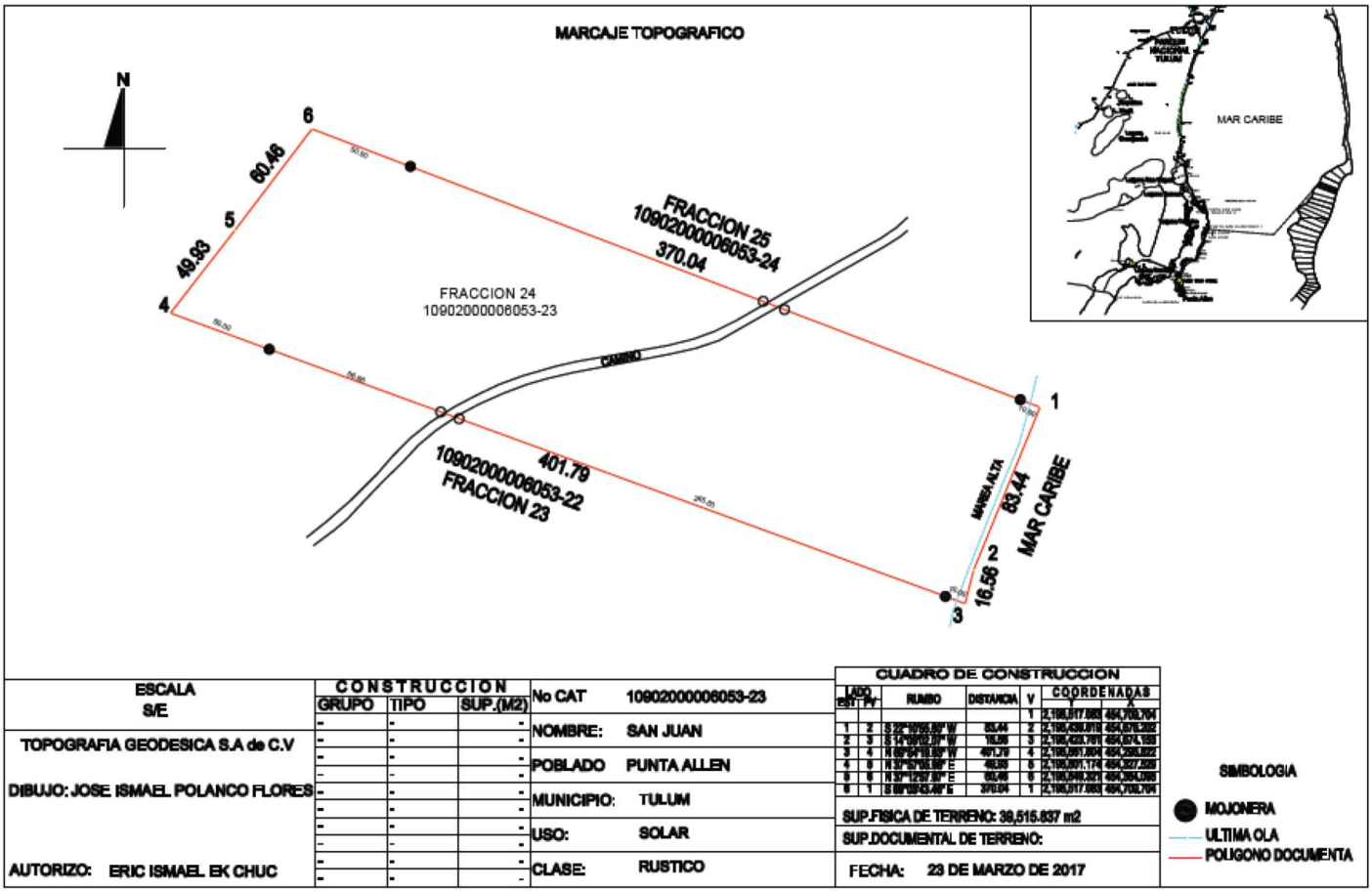


Figura 2. Polígono del predio y coordenadas de ubicación.

Tabla 1. Coordenadas UTM, Datum WGS-84 según levantamiento topográfico.

ID	X	Y
P1	454,296.8220	2,198,561.8040
P2	454,674.1530	2,198,423.7610
P3	454,678.0290	2,198,439.1330
P4	454,709.7040	2,198,517.0830
P5	454,364.0950	2,198,649.3210
P6	454,327.5290	2,198,601.1740
Superficie total= 39,515.837 m^2		

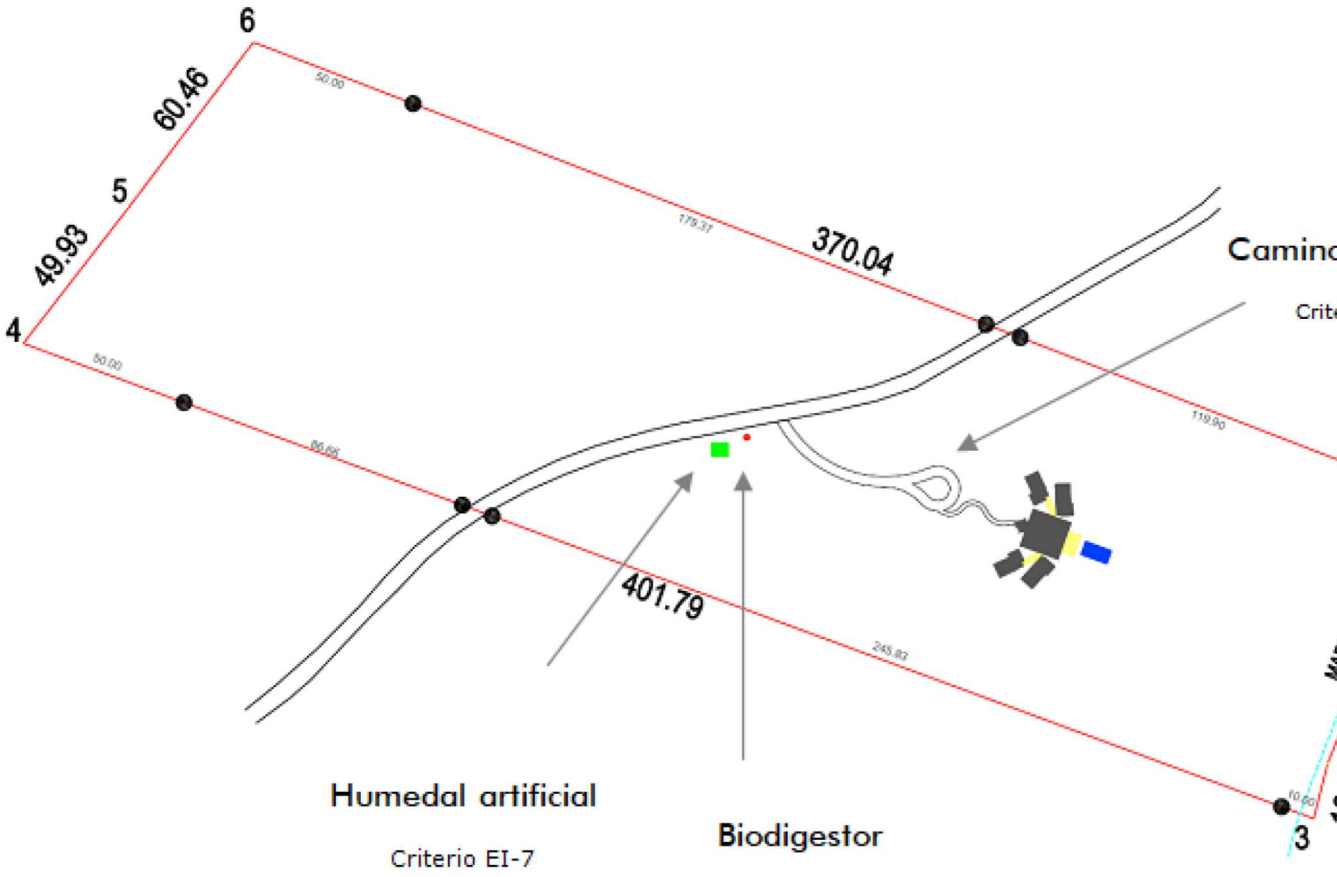


Figura 3. Plano de conjunto del proyecto.

1.4 Inversión Requerida

El monto total de inversión programada para la construcción y operación del proyecto es de aproximadamente 4,500,000.00 de pesos.

En cuanto al presupuesto para las medidas de prevención y mitigación, se tiene asignado un monto de (345,000.00 M.N), incluidos dentro del monto total de inversión. Éste último monto se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 2. Monto asignado para la ejecución de las medidas de prevención y mitigación del proyecto Casa Lote 23.

Medida de Mitigación	Costo en pesos
Programa de Rescate de Vegetación.	75,000.00
Programa de Rescate de Fauna.	45,000.00
Programa de Manejo de Residuos.	45,000.00
Programa de Educación Ambiental.	30,000.00
Acciones para la Conservación de la Playa como Hábitat de Anidación de Tortugas Marinas.	30,000.00
Supervisión ambiental	120,000.00
Monto total de las medidas de prevención y mitigación	345,000.00

1.5. Dimensiones del proyecto

a) Superficie total del predio: En los documentos que demuestran la legal propiedad del predio, se establece que el mismo consta de una superficie total de 39,515.837 m^2. Asimismo, mediante el levantamiento topográfico del predio realizado en marzo de 2017, se obtuvo la misma superficie (39,515.837 m^2) por lo que el diseño arquitectónico se realiza sobre esta.

b) Superficie de aprovechamiento: La superficie de construcción implica el aprovechamiento de 371.90 m^2 de vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit) para el desplante habitacional, alberca y biodigestor que forman parte de obras exteriores y decks de madera y terraza consideradas como obras rústicas lo que equivale al 0.94 % de la superficie total del predio.

Se entiende por superficie construida, el área de un lote o predio que puede ser ocupado por la edificación y corresponde a la proyección horizontal de la misma, excluyendo los salientes de los techos, cuando son permitidos.

El total de la superficie de construcción de obra techada será de 293.82 m^2, de tal forma que el Coeficiente Uso (CUS) del predio será de 0.0074 %. Y el total de construcción incluyendo obra no techada será de 371.90 m^2 con lo cual obtenemos un Coeficiente de Ocupación (COS) de 0.0094 %.

De acuerdo a lo anterior el proyecto pretende ocupar una superficie de construcción de 371.90 m^2.

Tabla 3. Superficie de construcción del proyecto.

Concepto	Superficie (m^2)
PASILLO DE ENTRADA	18.83
CUARTO DE SERVICIOS	24.34
COCINA	24.34
SALA - COMEDOR	72.41
RECÁMARA 1	40.74
RECÁMARA 2	40.74
RECÁMARA 3	36.21
RECÁMARA 4	36.21
DESPLANTE HABITACIONAL	293.82
ALBERCA	32.00
BIODIGESTOR	2.10
DESPLANTE OBRAS EXTERIORES	34.10
TERRAZA	23.88
DECK DE MADERA	20.10
DESPLANTE OBRAS RUSTICAS	43.98
TOTAL DE DESPLANTE	371.90 m^2

Asimismo, se requiere 20 m^2 para la construcción del humedal artificial que, de acuerdo con el Criterio EI-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an especifica que: "…La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en el criterio Ah".

Por otro lado se requiere realizar el desmonte de 271.98 m^2 para la conformación del camino de acceso, superficie que no llevará ninguna obra. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con el Criterio EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que dicta: "Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m".

El camino de acceso y el humedal artificial no considerados dentro de la superficie construida (Criterio EI-7 y EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an), tendrán una superficie de 291.98 m^2.

Por tanto la superficie de desmonte necesaria para el proyecto incluyendo el camino de acceso y el humedal artificial, será de 663.88 m^2 es decir el 1.68 % del total del predio. Manteniendo un área de conservación de 38,119.067 m^2 que equivale al 96.47% del total del predio.

Tabla 4. Superficie de aprovechamiento y conservación del predio.

CONCEPTO	Superficie (m^2)	Porcentaje (%)	Superficies autorizadas con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
DESPLANTE HABITACIONAL	293,82	0,74	Criterio Ah-10
DESPLANTE OBRAS EXTERIORES	34,10	0,09	
DESPLANTE OBRAS RUSTICAS	43,98	0,11	
Subtotal 1	371.90	0.94	
ACCESO AL PREDIO*	271,98	0,69	Criterio EI-7
HUMEDAL ARTIFICIAL*	20,00	0,05	Criterio EI-15
Subtotal 2	291,98	0,74	
CAMINO TULUM-PUNTA ALLEN	732,89	1,85%	
Subtotal 3	732,89	1,85	
ÁREA DE CONSERVACIÓN	38.119,067	96,47	
Subtotal 4	38.119,067	96,47	
TOTAL	39.515,837	100,00	

*Superficies no consideradas como aprovechamiento con base en los criterios EI-7 y EI-15 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Como se puede observar, el total de desmonte estimado para el proyecto, así como la superficie de construcción, cumplen en todo momento con lo establecido en el criterio Ah-10 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, el cual establece: "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".

En cuanto a la superficie de afectación total, si bien no está establecida en el ordenamiento, en este sí se aclara por un lado, que se deberán instalar medios ecológicos de tratamiento

de aguas, como humedales artificiales, cuya superficie no será sumada a la superficie de construcción autorizada, y por otro lado que se podrá construir un camino de acceso.

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

Actualmente el sitio no recibe ningún uso y se encuentra en estado natural con excepción del área ocupada por el camino de terracería que va de Tulum a Punta Allen, el cual tiene entre 4.5 y 5 metros de ancho y abarca una superficie de 732,89 m^2.

1.7. Estado de conservación del predio

El área de estudio se ubica dentro de un Área Natural Protegida, por lo que el escenario ambiental es de conservación, sin embargo, hay ciertas áreas que se desarrollan con mayor intensidad. Por ejemplo, Boca Paila que presenta un desarrollo menor que la punta norte de la Reserva, aunque la mayoría de éstos son principalmente turísticos de baja densidad y habitacionales.

Los tipos de vegetación predominantes en la reserva son manglares, matorral costero y vegetación rastrera de duna costera, también existen áreas inundadas permanentemente y que mantienen comunicación subterránea con la laguna o el mar, así como áreas que se inundan durante la época de lluvias.

En el predio donde pretende desarrollarse el presente proyecto y con base en el estudio de campo, se diferenciaron dos tipos de vegetación: Matorral Costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit) y Manglar. De esta forma, el Matorral Costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit) en el predio ocupa el 82 % y la vegetación de Manglar 16 %, mientras que el camino que va a Punta Allen ocupa el 2 % restante (Figuras 4 y 5).

En términos generales, los resultados del análisis cuantitativo y cualitativo, señalan que el sitio del proyecto se encuentra en buen estado de conservación a pesar de los factores climáticos y las actividades antropogénicas que se han dado lugar en la porción norte de la reserva.

Igualmente el sistema ambiental que rodea al predio donde pretende desarrollarse el proyecto Casa Lote 23, se encuentra en estado de perturbación menor, con mayor grado en los márgenes del camino comunal que comunica al poblado de Punta Allen (efecto de borde). El tránsito de vehículos por este camino levanta el polvo que afecta la vegetación, al acumularse sobre el follaje y obstaculizar la fotosíntesis. Sin embargo, esta es una perturbación constante y muy puntual que tiene un efecto máximo de 4 metros de distancia a cada lado del camino. Sian Ka´an es una zona altamente impactada por los huracanes y tormentas tropicales, por lo que presenta entre otras características una compleja dinámica de arenas y vegetación costera de talla baja.

Además de dichas condiciones, también presenta cambios ocasionados por el hombre a través del tiempo, como ha sido la introducción y propagación de las palmas de coco, así como el cultivo de la palma chit que fue cubriendo extensiones importantes dentro de la

reserva. También, están los cambios relacionados con los desarrollos turísticos que aún cuando son de baja densidad han provocado cambios permanentes en la zona costera de la Reserva.

En la colindancia del predio con el Mar Caribe, este presenta una berma de 1.8 m de altura potencialmente por eventos meteorológicos ocurridos al paso de los años, por lo que el sitio no cuenta con playa arenosa, situación que se repite tanto al norte como al sur de la propiedad.

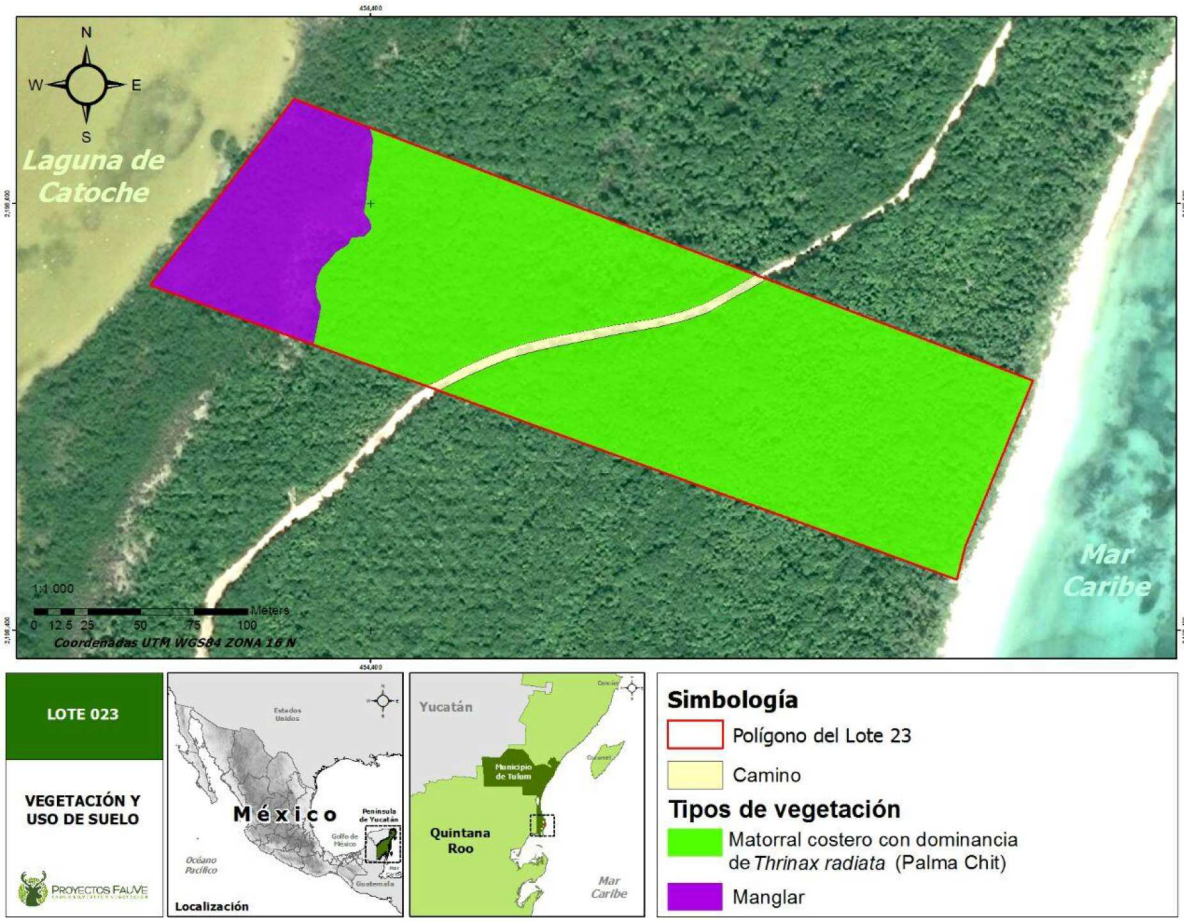


Figura 4. Mapa de vegetación del predio del proyecto Casa Lote 23.

Tabla 5. Superficies por tipo de vegetación y uso de suelo registrados para el predio del proyecto Casa Lote 23.

Tipo de vegetación	Superficie en m^2	Superficie en Ha	Porcentaje (%)
Matorral costero con dominancia *Thrinax radiata* (Palma Chit)	32,314.70	3.23	82
Manglar	6,468.24	0.65	16
Subtotal 1	38,782.95	3.88	98
Otras categorías	Superficie en m^2	Superficie en Ha	Porcentaje (%)
Camino Tulum – Punta Allen	732.89	3.88	2
TOTAL	39,515.837	7.76	100

Figura 5. Imágenes del camino Tulum – Punta Allen que divide al Lote 23 en dos porciones.

Figura 6. Vista del frente de playa del área de estudio. En estas imágenes se observa la pérdida de playa por procesos de erosión natural por oleaje y efecto de fenómenos meteorológicos.

Figura 7. Imágenes de la zona de vegetación de Matorral Costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit).

Figura 8. Imágenes de las zonas de manglar.

1.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Vías de acceso:

El acceso al proyecto se realizará por medio del camino rural existente dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, que comunica al poblado de Tulum con el de Javier Rojo Gómez, en la zona conocida como Punta Allen. Dicho camino es de terracería y tiene aproximadamente entre 4 y 5 metros de ancho.

Desde ahí se hará un acceso de 3 m de ancho en la primera porción y continuara con un ancho de 1.20 m esto último para disminuir la superficie de afectación. El camino servirá de acceso a la maquinaria durante la etapa de preparación y construcción del proyecto y posteriormente para el acceso de vehículos de los propietarios. El acceso no será pavimentado y permanecerá de forma rústica. El acceso tendrá una forma sinuosa. Previo a su construcción, se realizará el rescate de vegetación de aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo o bien cuya importancia histórica, ecológica y biológica lo amerite.

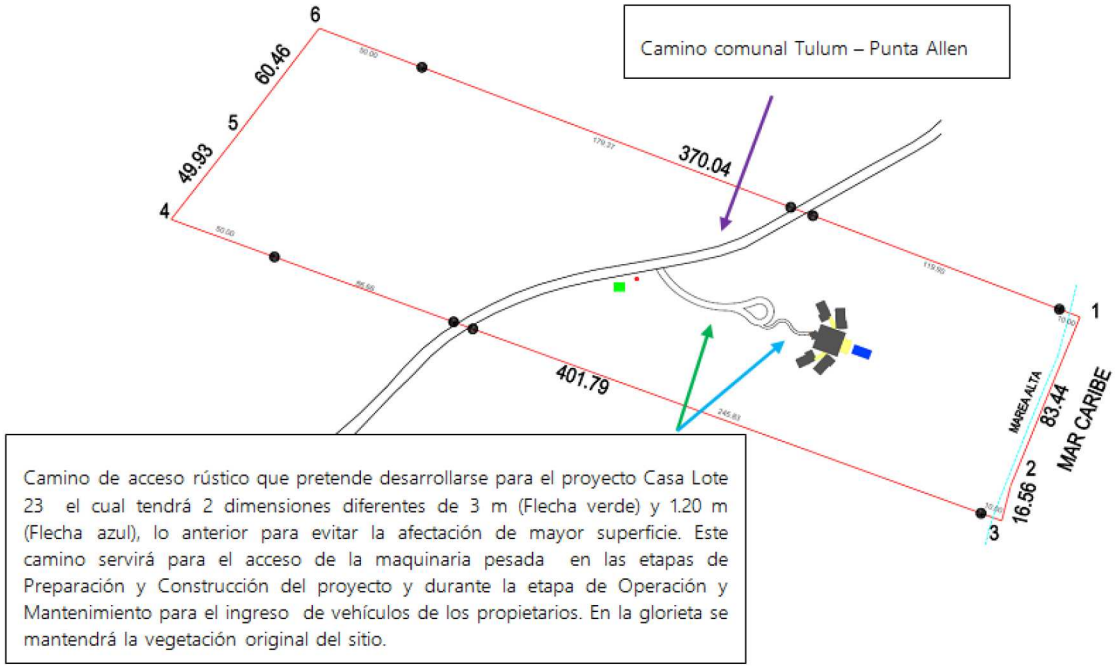


Figura 9. Ubicación del camino Tulum-Punta Allen y acceso al proyecto Casa Lote 23 que pretende desarrollarse.

Suministro de Servicios:

Luz: 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 gasolina.

El suministro durante la etapa de operación y mantenimiento, será mediante un sistema de captación de energía solar a través de paneles solares, las cuales serán colocados sobre la azotea de la recámara 3.

Finalmente, se contará con una planta de gasolina de 1,500 Watts como sistema de emergencia, sin embargo, se considera que la energía producida por el sistema de paneles solares será suficiente para el funcionamiento de la casa.

Agua: Durante la etapa de preparación y construcción, el agua será transportada en pipas desde el pueblo de Tulum y será almacenada en tinacos de plástico con capacidad de 5,000 litros para abastecer la obra.

Al finalizar la construcción y para la etapa de operación y mantenimiento, quedará instalado 1 tinaco de plástico de la marca rotoplas con una capacidad de 2,500 litros, que será ubicado sobre la azotea de la recámara 4 y alcanzará una altura de 2 m y una superficie aproximada de 2 m^2.

Figura 10. Ejemplo de tinaco para almacenamiento de agua.

El agua que será empleada para la alberca, será suministrada por medio de pipas, y gracias al sistema de tratamiento que será utilizado, el agua sólo será cambiada una vez al año de ser necesario.

Se tiene contemplado el uso de 10,000 litros de agua por semana durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y de 110 l/p/día durante la etapa de operación y mantenimiento.

Combustible: En las etapas de preparación y construcción, la gasolina y diesel necesarios serán adquiridos en el poblado de Tulum, ya que ésta es la estación de servicio más cercana

al área del proyecto, los combustibles serán adquiridos según sean requeridos y se trasladarán al área del proyecto en recipientes tapados.

En la etapa de operación se tiene contemplado hacer uso del sistema de paneles solares para calentar el agua de los baños y cocina.

Se estima que exista un consumo de gasolina diaria durante la etapa de preparación de 5 litros por el uso de la planta portátil y de 30 litros al mes durante la etapa de construcción. La gasolina utilizada durante la etapa de operación y mantenimiento será llevada por los propietarios del predio cuando visiten su propiedad.

Servicios de apoyo requeridos:

Todos los servicios de apoyo y las obras provisionales, serán ubicadas dentro del área de desplante del proyecto con el fin de no aumentar la superficie de afectación.

Bodega.

Se requiere de una bodega provisional de obra con una superficie de 9 m^2 la cual se construirá a base de una estructura de madera y láminas de cartón, y con piso firme. Será destinada al almacenamiento de herramienta y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo (cemento, cal, pinturas, etc.).

La bodega se ubicará dentro del área de desplante de la obra, con el fin de no aumentar la superficie de afectación.

Área de acopio de cascajo y restos del desmonte.

Los residuos resultantes de la construcción como: material vegetal, restos de la construcción (Cascajo) serán colocados en un centro de acopio el cual contará con una superficie de 30 m^2 en este sitio, los residuos serán separados de acuerdo a su naturaleza para posteriormente ser retirados del sitio por empresas especializadas en la materia o en su caso por los servicios públicos urbanos del municipio de Tulum.

Área de acopio temporal de plantas rescatadas.

Este contará con una superficie de 20 m^2 para el acopio temporal de las plantas provenientes del rescate. De ser necesario será colocada una malla sombra para protección de los ejemplares hasta su adaptación. En el sitio serán colocados 2 tambos de 200 litros cada uno para el almacenamiento de agua para riego y mantenimiento de los ejemplares.

Comedor.

Los trabajadores de la obra, provendrán del municipio de Tulum y de manera diaria serán trasladados al predio del proyecto; sin embargo, requerirán de un espacio para tomar sus alimentos, por lo anterior, el proyecto, requerirá de un espacio de 16 m^2 en donde serán colocadas 2 mesas tipo tablón cada una con 10 sillas, un lavabo para el aseo personal y contenedores de residuos con tapa para la disposición adecuada de los residuos generados.

Sanitarios portátiles.

Para dar servicio durante la etapa de preparación, se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 5 trabajadores, posteriormente se usará un baño con biodigestor prefabricado y las aguas residuales se canalizarán hacia el humedal artificial que para entonces ya estará construido.

Contenedores de residuos.

Para evitar la dispersión de residuos, en el predio se colocarán contenedores para la disposición de residuos en 2 sitios estratégicos, mismos que serán etiquetados o rotulados según el código de coloración para la separación de los residuos sólidos de acuerdo con el Artículo 33 del Reglamento de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

VERDE; (Orgánicos) Restos de comida y cáscaras de frutas. BLANCO; Vidrio en sus diversas categorías. AZUL; Plásticos en sus diversas categorías. GRIS; Metales. ROJO; Residuos sanitarios y peligrosos. AMARILLO; Papel, cartón.

2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar de uso particular de un nivel, consta de (Figuras 11 y 12):

- Un pasillo de entrada.
- Un cuarto de servicios en donde se encuentra la bodega, maquinaria de paneles solares y un medio baño.
- Una cocina.
- Una sala – comedor.
- 4 recámaras cada una con un baño completo.
- Decks de madera que comunican con las recámaras.
- Una terraza con vista a la alberca
- Una alberca.
- Y un biodigestor.

El área común se entiende por el espacio que está compuesto de: pasillo de acceso, sala - comedor, cocina, cuarto de servicios (½ baño, bodega y cuarto de máquinas). Este conjunto de espacios se realizara a base de pilotes de madera como medio de cimentación, el piso será un deck hecho con madera dura de la región, los muros serán conformados con elementos de concreto con un acabado final en chukum. La cubierta para este espacio será una palapa de forma cuadrangular. La palapa se construirá con madera dura de la región con especies permitidas para este tipo de aprovechamiento. La palapa estará sostenida por medio de columnas de madera conectadas a los pilotes de madera alcanzando una altura

máxima de 7.85 m. Los ventanales de sala y comedor serán hechos con madera y cristal transparente.

Las 4 recámaras que circundan el área común se conectan con esta por medio de deck de madera desplantados del nivel de arena por medio de pilotes de madera, estas circulaciones tendrán una cubierta a base de pérgolas de madera con policarbonato.

Las recámaras, al igual que el área común, se realizarán a base de pilotes de madera como medio de cimentación, el piso será hecho con deck de madera dura machihembrado, los muros serán de elementos de concreto prefabricado con acabado final en chukum. La cubierta se realizará con concreto. Todas las habitaciones cuentan con vista al terreno sin embargo, la circulación hacia el exterior será a través del área común.

La superficie de construcción de la obra será de 371.90 m^2.

El nivel de piso terminado en azoteas de las recámaras será de 3.60 m. En la zona de sala - comedor se colocará una palapa que será el punto más alto de la casa con 7.85 m de altura.

Sobre el techo de la recámara 4 será colocado un tinaco Rotoplas cuya altura alcanzará los 2 m por lo que considerando esta última, más el terminado en azoteas para esta zona, la altura máxima será de 5.60 m.

Sobre el techo de la recámara 3 se instalará el sistema de paneles solares con apenas 0.50 cm de altura, que en conjunto con el terminado en azoteas alcanzará los 4.10 m.

Adicionalmente, se contará con un humedal artificial con una superficie de 20 m^2.

Alberca: La alberca se realizará de forma monolítica con concreto armado. Las medidas interiores quedaran en 3.60 x 7.60 m con 1.20 de profundidad, dándole a la alberca una capacidad de 32.83 m^3 de agua. El llenado de la alberca se realizará por medio de pipas de agua potable. A su vez, esta contará con un sistema de filtración que le permitirá recircular el agua de la alberca durante un año.

Acceso: El acceso será de forma sinuosa. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones, la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con el criterio EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an que dicta: "Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m". Para la conformación de este acceso, se requerirá de una superficie de aprovechamiento de 271.98 m^2. Los ejemplares adultos de palma chit que se encuentren en el sitio siempre y cuando permitan el paso de la maquinaria pesada, serán mantenidos en estado natural. El suelo se mantendrá en forma rústica.

Biodigestor y humedal artificial.- Estos dos elementos quedarán instalados durante la etapa de preparación y se utilizará durante la etapa de construcción y operación del proyecto.

El biodigestor será de la marca rotoplas, el sistema consiste en un tratamiento primario de aguas residuales domésticas mediante un proceso de retención y degradación séptica

anaeróbica de la materia orgánica. El agua tratada por el biodigestor, es filtrada hacia un humedal artificial en donde se realiza el tratamiento final del agua.

El biodigestor, cuenta con las normas de calidad internacional ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OSHAS 18001:2007.

La construcción del proyecto, se realizará de tal manera que visualmente se integre a su entorno, tanto por el tipo de acabados (aplanados, piedra y palapa) como por la forma y los elementos constructivos empleados.

Para poder establecer el diseño arquitectónico del proyecto Casa Lote 23, así como su posible ubicación al interior del predio, se verificó y tomó en consideración todos y cada uno de los criterios de regulación del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de Sian Ka´an, ajustándose y apegándose a cada de uno de ellos para cumplir cabalmente con dicho programa.

En el Capítulo III se presenta toda la información correspondiente al cumplimiento. Sin embargo, cabe destacar que el proyecto cumple con lo establecido en el criterio MAE-19 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, el cual establece:

"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".

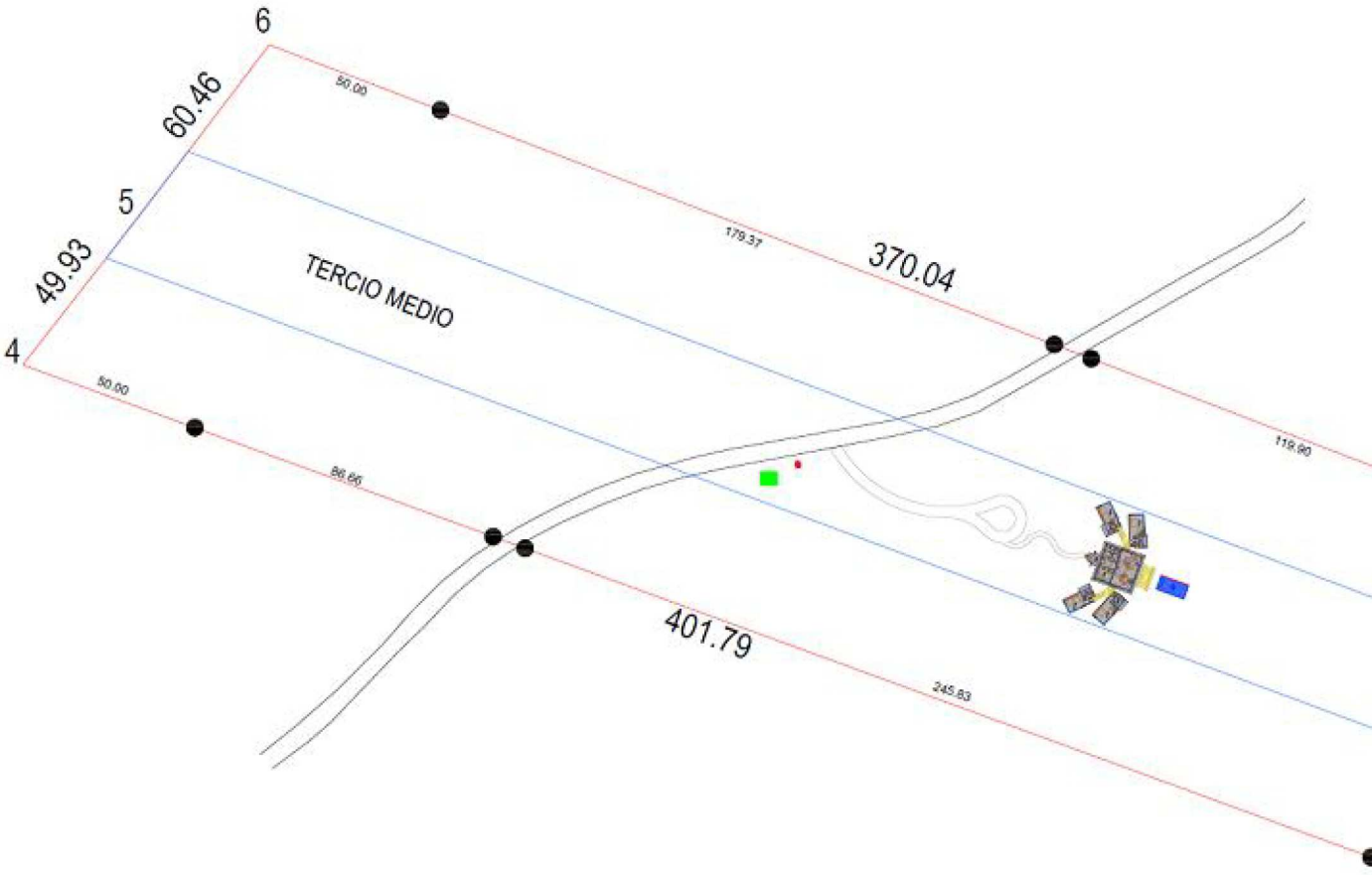
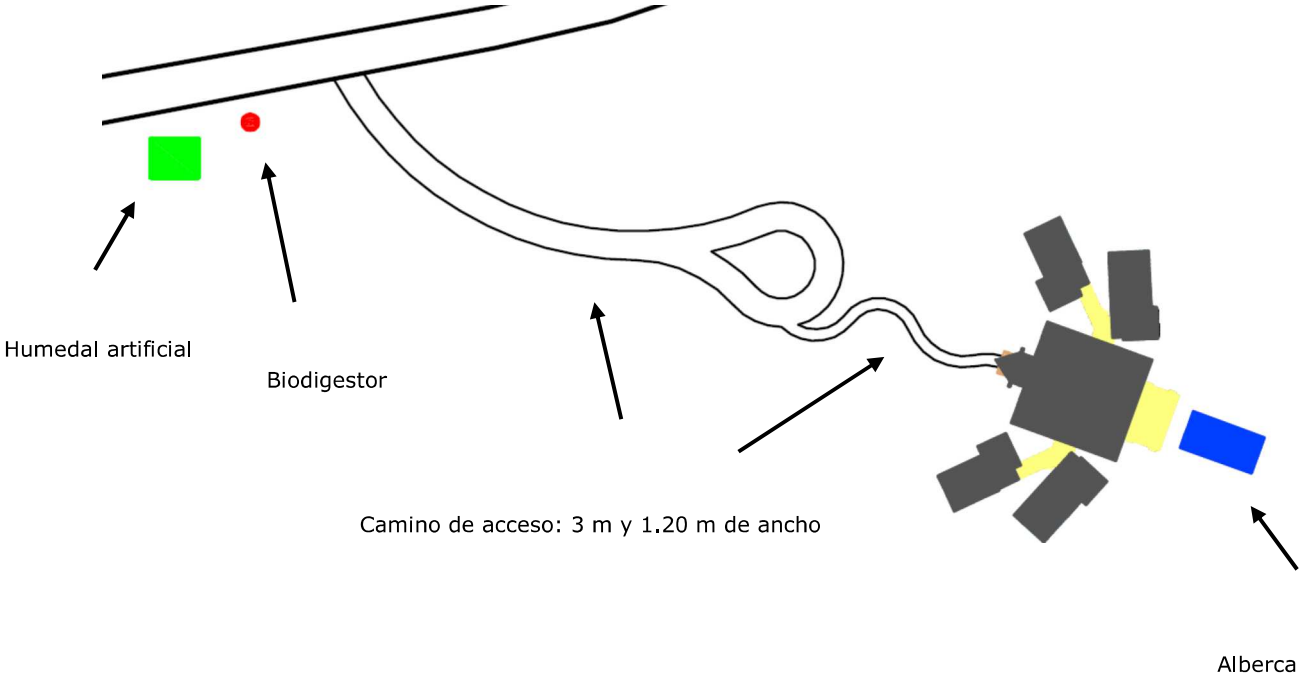
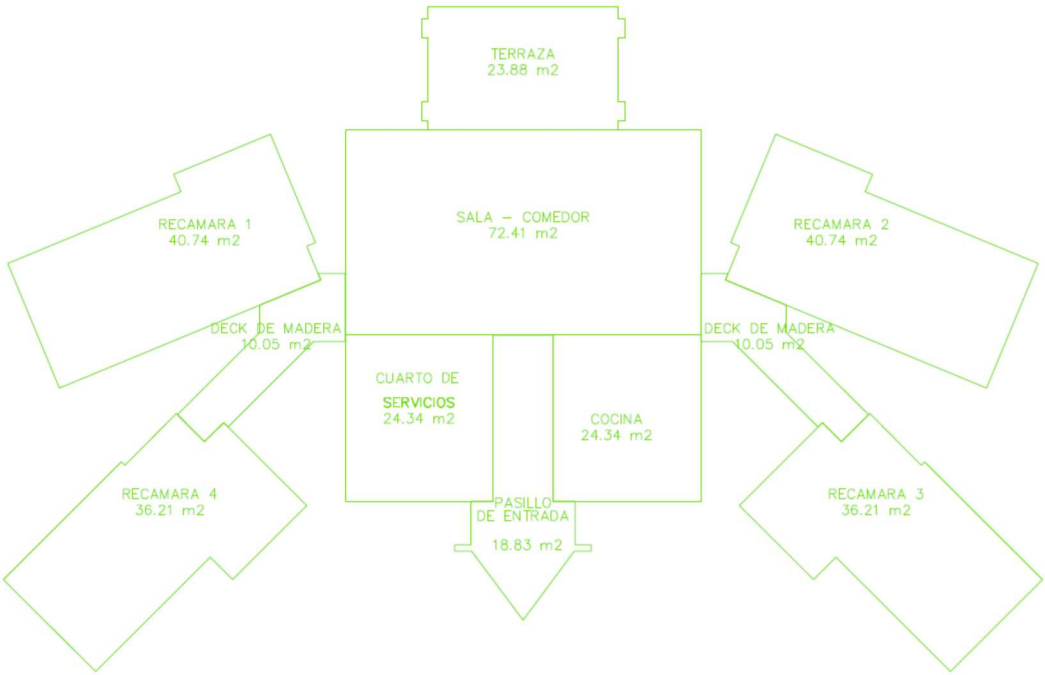


Figura 11. Ubicación del proyecto Casa Lote 23 con base en lo establecido en el Criterio MAE-19 del Programa de Ordenamien
Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.



A) Representación esquemática general.



B) Representación esquemática de la casa habitación.

Figura 12. Plano conjunto del proyecto.

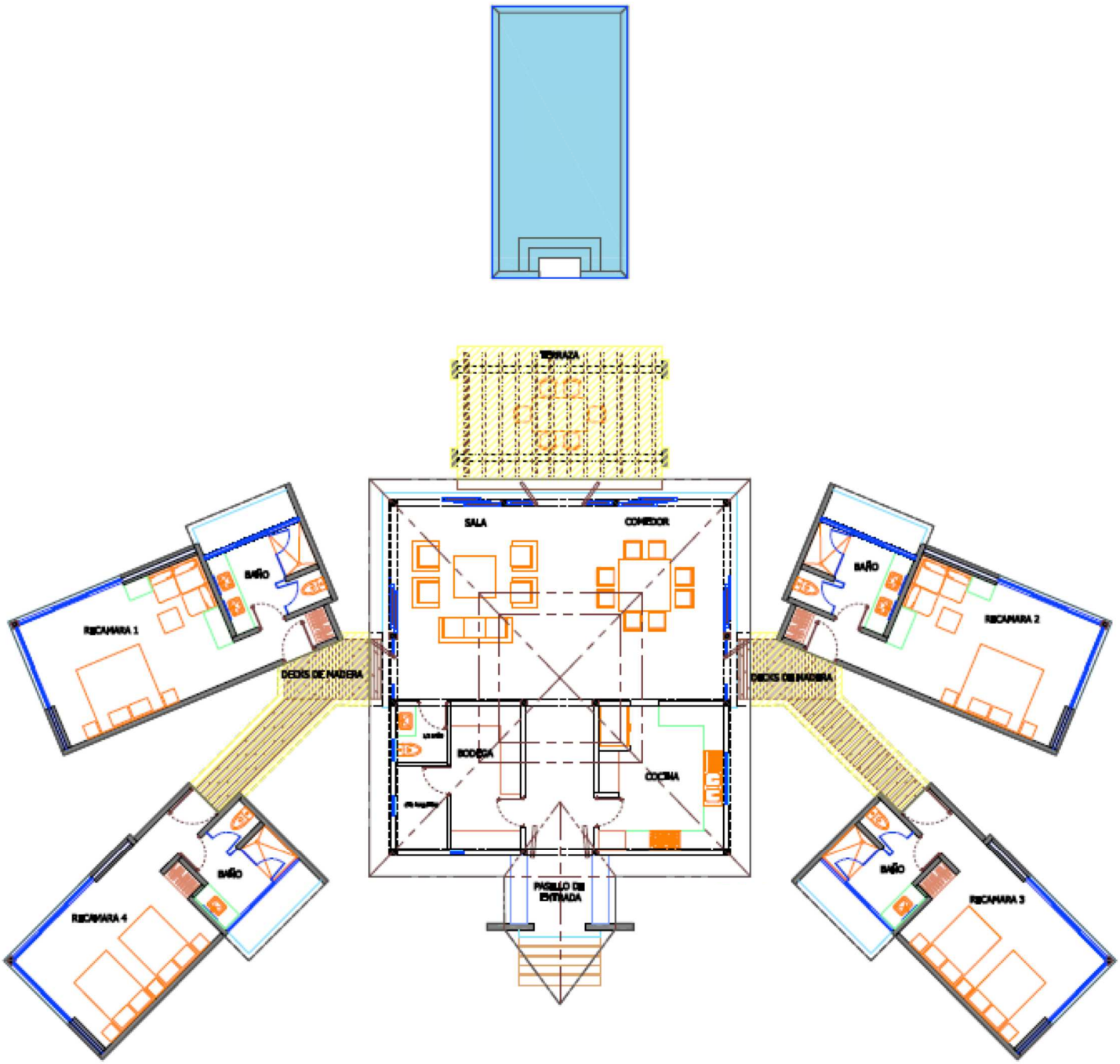


Figura 14. Planta arquitectónica.

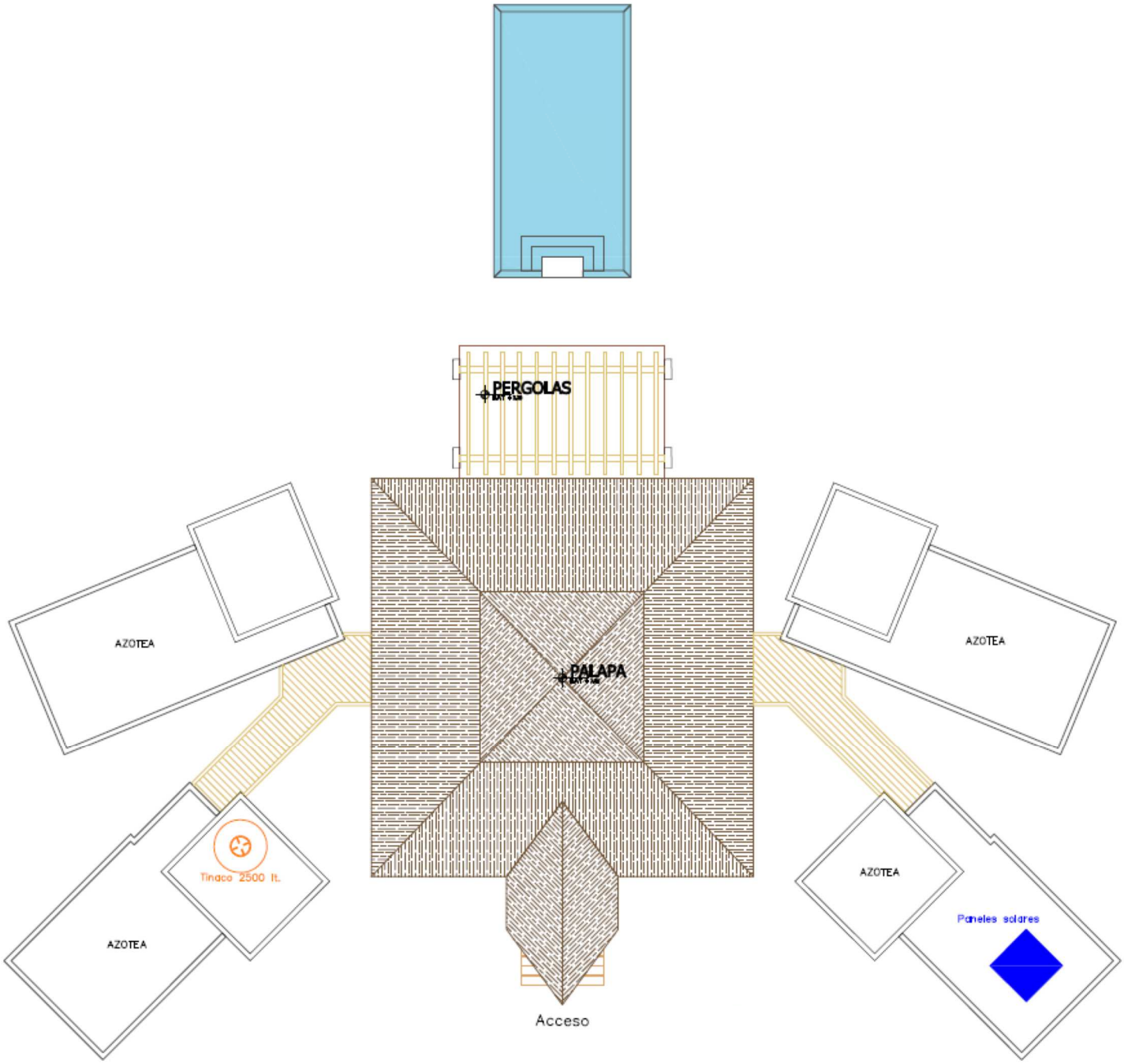


Figura 15. Planta conjunto: Azoteas.

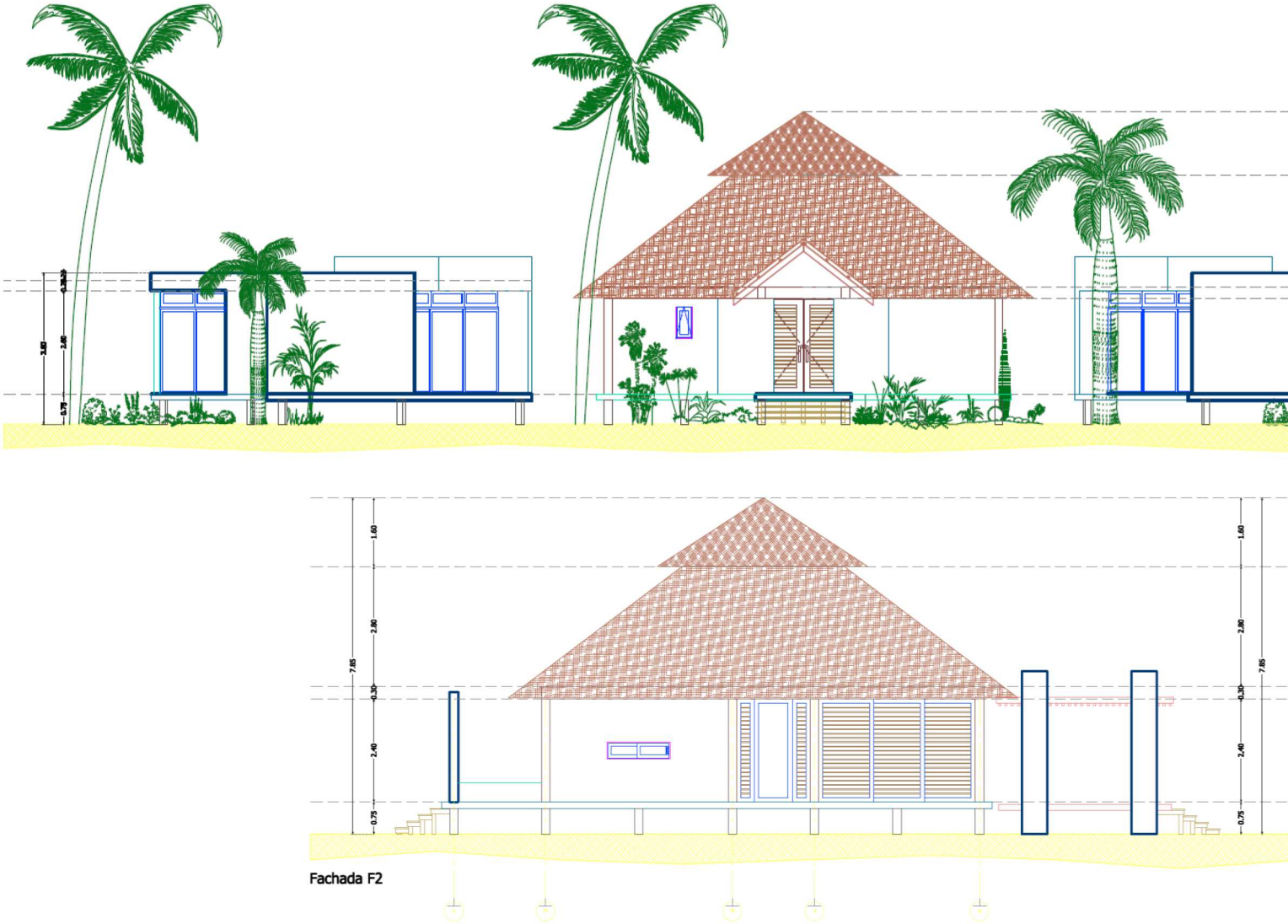


Figura 16. Fachada principal corte frontal (arriba) y corte transversal dirección Este – Oeste (abajo) del proyecto

2.1. Etapa de preparación del sitio.

Previo al inicio de cualquier actividad relacionada a la construcción del proyecto Casa Lote 23, se implementaran 4 programas y Acciones específicas para tortugas marinas cuyo objetivo serán salvaguardar la integridad del sitio y conservar los procesos ambientales que se desarrollan en el mismo, los programas y acciones serán:

1. Programa de Rescate de Vegetación.
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa de Manejo de Residuos.
4. Programa de Educación Ambiental.
5. Acciones para la Conservación de la Playa como Hábitat de Anidación de Tortugas Marinas.

Previo al inicio de las actividades de desmonte de vegetación, se implementarán los programas de Rescate de Vegetación y Fauna. Los programas completos se presentan en los Anexos Técnicos de la presente MIA-P. Las actividades de rescate de vegetación y fauna, darán prioridad a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin dejar de lado a otras cuyo valor histórico, cultural y ambiental lo amerite.

Todos los trabajos de rescate de vegetación y fauna, serán ejecutados por especialistas en la materia, lo anterior con el objetivo de garantizar la sobrevivencia de los ejemplares manipulados.

En cuanto a los Programa de Educación Ambiental y Manejo de Residuos, estos serán dirigidos a todos los colaboradores de obra, tanto personal administrativos como personal de campo.

El seguimiento y cumplimiento de los 4 programas y acciones antes referidos, serán supervisados por un Biólogo Supervisor de Obra.

Para evitar afectaciones mayores en el predio del proyecto, no se empleará el uso de maquinaria pesada para los trabajos de chapeo y desmonte. La única maquinaria pesada que ingresará al predio corresponderá a los vehículos de carga que trasladen los materiales de construcción al sitio así como las pipas para el abastecimiento de agua.

Todas las actividades relacionadas con la ejecución de los programas ambientales, serán proporcionadas a la autoridad correspondiente como parte de los informes de seguimiento de Términos y Condicionantes que le sean instaurados al proyecto.

El criterio MAE-20 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an aplicable al proyecto, autoriza el despalme de una

superficie de hasta 10 m perimetrales a la superficie de construcción. Únicamente se utilizará la superficie mínima indispensable para realizar las maniobras requeridas durante las etapas de preparación y construcción, y posteriormente serán reforestadas con plantas nativas producto del rescate que se efectuará previo a la construcción del proyecto, lo anterior de ser el caso, siempre respetando la superficie autorizada.

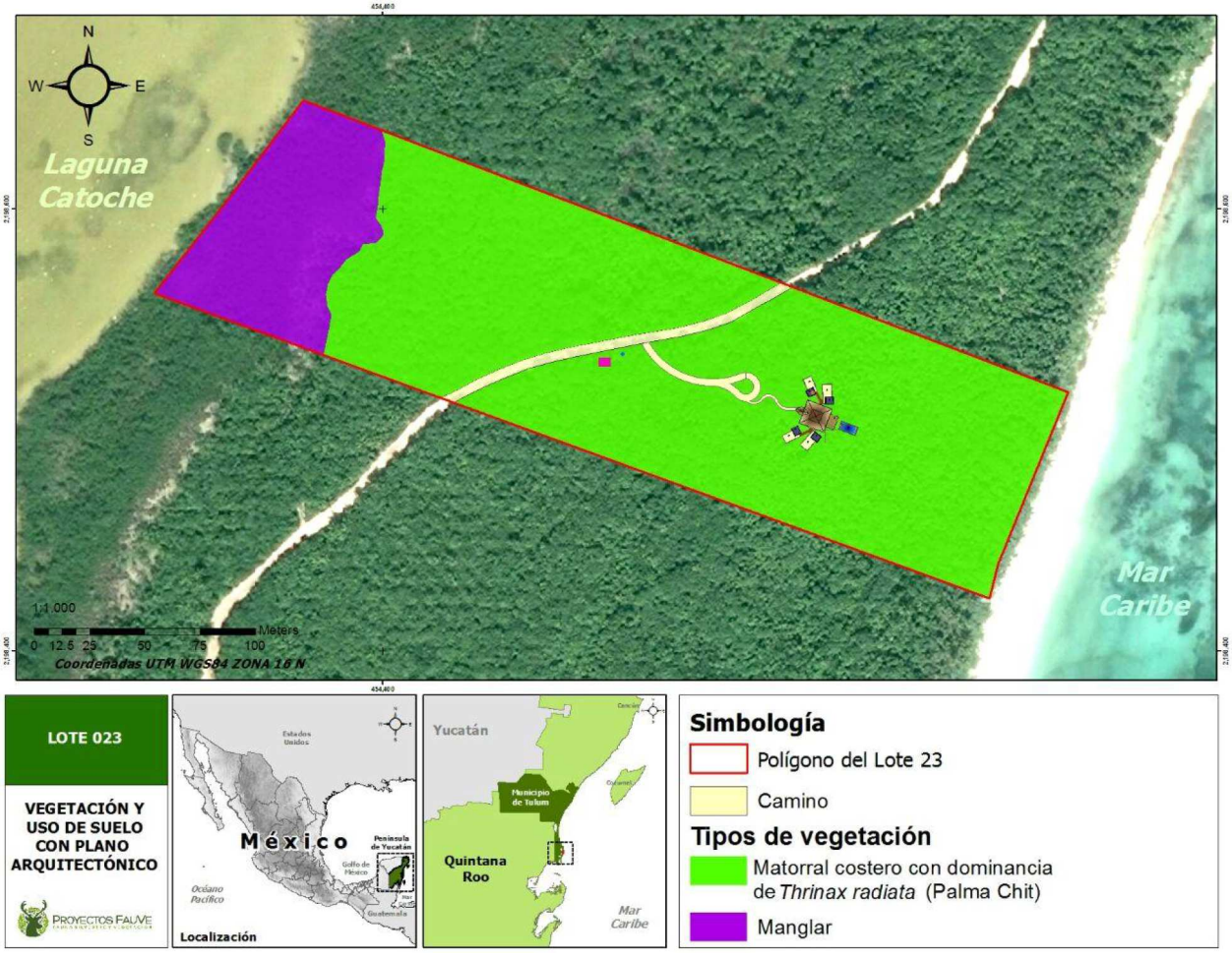


Figura 17. Vegetación afectada por el desplante del proyecto

2.2. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Para la construcción de las obras del proyecto, se requiere de la siguiente infraestructura provisional. Todas las obras provisionales, serán ubicadas dentro del área de desplante del proyecto con el fin de no aumentar la superficie de afectación. Cuando sea necesario las obras serán retiradas conforme al avance de obra (Figura 18).

Bodega.

Se requiere de una bodega provisional de obra con una superficie de 9 m^2 la cual se construirá a base de una estructura de madera y láminas de cartón, y con piso firme. Será destinada al almacenamiento de herramienta y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo (cemento, cal, pinturas, etc.).

La bodega se ubicará dentro del área de desplante de la obra, con el fin de no aumentar la superficie de afectación.

Área de acopio de cascajo y restos del desmonte.

Los residuos resultantes de la construcción como: material vegetal, restos de la construcción (Cascajo) serán colocados en un centro de acopio el cual contará con una superficie de 30 m^2 en este sitio, los residuos serán separados de acuerdo a su naturaleza para posteriormente ser retirados del sitio por empresas especializadas en la materia o en su caso por los servicios públicos urbanos del municipio de Tulum.

Área de acopio temporal de plantas rescatadas.

Este contará con una superficie de 20 m^2 para el acopio temporal de las plantas provenientes del rescate. De ser necesario será colocada una malla sombra para protección de los ejemplares hasta su adaptación. En el sitio serán colocados 2 tambos de 200 litros cada uno para el almacenamiento de agua para riego y mantenimiento de los ejemplares.

Comedor.

Los trabajadores de la obra, provendrán del municipio de Tulum y de manera diaria serán trasladados al predio del proyecto, sin embargo, requerirán de un espacio para tomar sus alimentos, por lo anterior, el proyecto, requerirá de un espacio de 16 m^2 en donde serán colocadas 2 mesas tipo tablón cada una con 10 sillas, un lavabo para el aseo personal y contenedores de residuos con tapa para la disposición adecuada de los residuos generados.

Sanitarios portátiles.

Para dar servicio durante la etapa de preparación, se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 5 trabajadores, posteriormente se usará un baño con biodigestor prefabricado y las aguas residuales se canalizarán hacia el humedal artificial que para entonces ya estará construido.

Contenedores de residuos.

Para evitar la dispersión de residuos, en el predio se colocarán contenedores para la disposición de residuos en 2 sitios estratégicos, los cuales serán etiquetados o rotulados según el código de coloración para la separación de los residuos sólidos de acuerdo con el Artículo 33 del Reglamento de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

VERDE; (Orgánicos) Restos de comida y cáscaras de frutas. BLANCO; Vidrio en sus diversas categorías. AZUL; Plásticos en sus diversas categorías. GRIS; Metales. ROJO; Residuos sanitarios y peligrosos. AMARILLO; Papel, cartón.

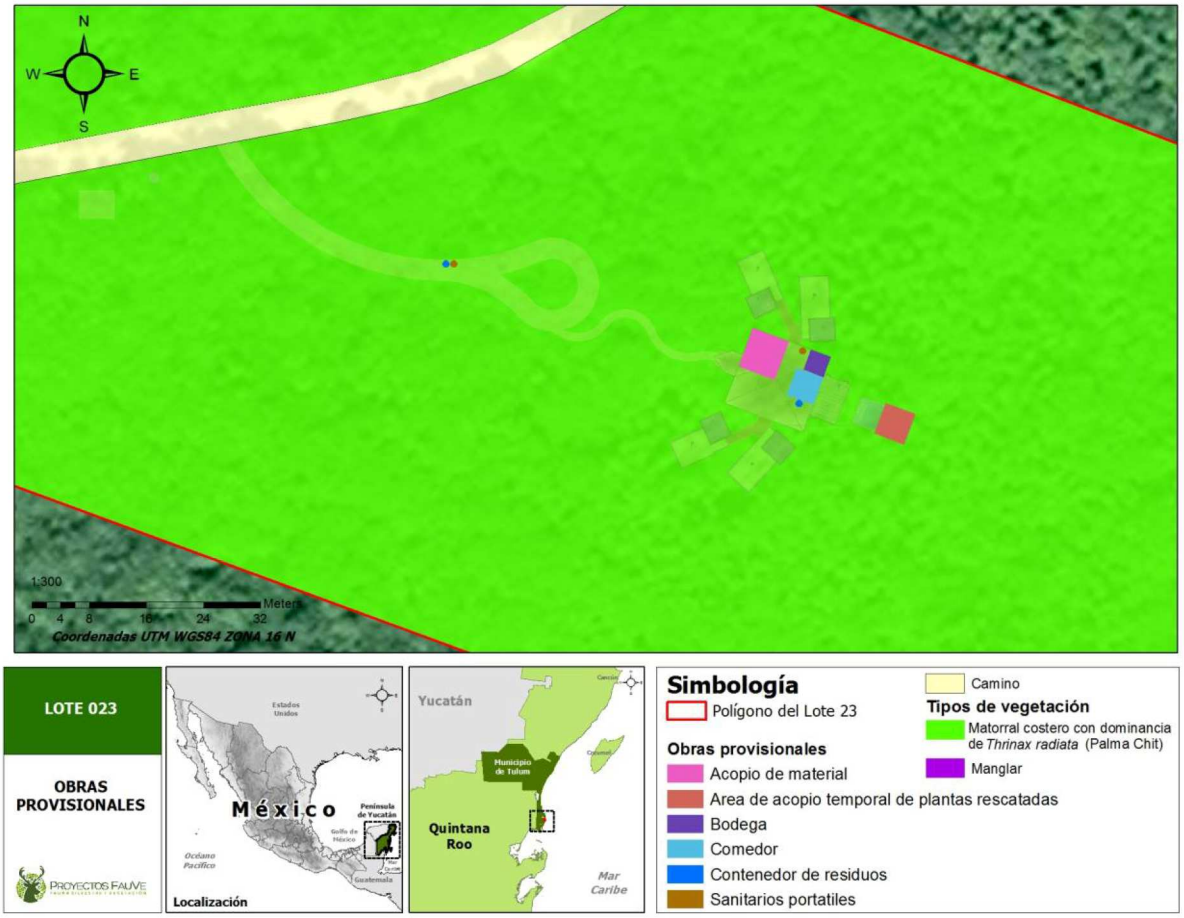


Figura 18. Ubicación de las obras provisionales del proyecto, todas ubicadas sobre las áreas de aprovechamiento del proyecto.

2.3. Etapa de construcción.

Cimentación:

La cimentación será realizada con pilotes de madera con sección de 10 pulgadas, enterrados hasta una profundidad recomendada con base en los resultados del estudio de mecánica de suelos que se llevará a cabo. Se utilizarán un total de 77 pilotes distribuidos por la construcción. Para la palapa principal se utilizarán 29 pilotes y serán 12 pilotes los que empleara cada habitación.

Estructura y albañilería:

El proceso constructivo se realizará con sistemas mixtos, las recámaras, al igual que el área común, se realizarán a base de pilotes de madera como medio de cimentación, el piso será hecho con deck de madera dura machihembrado, los muros serán de elementos de concreto prefabricado con acabado final en chukum. La cubierta de las recámaras se realizará con concreto. La palapa se construirá con madera dura de la región con especies permitidas para este tipo de aprovechamiento.

Acabados:

El piso será hecho con deck de madera dura machihembrado, los muros serán de elementos de concreto prefabricado con acabado final en chukum. Los acabados del plafón y los muros de la casa serán de repello, con macilla o pasta, a excepción de los que tengan algún tipo de recubrimiento.

Instalaciones:

Hidráulica. Será con tubería de CPVC de diferentes diámetros. El abasto de agua potable durante la etapa de preparación y construcción será a través de pipas que transportarán agua proveniente de Tulum. Durante la etapa de Operación y Mantenimiento el agua será suministrada por pipas pero almacenada en un tinaco rotoplas de 2,500 litros que será colocado sobre el techo de la recámara 4. El agua bajará al resto de las instalaciones por gravedad y solo en caso de ser necesario, será colocada una bomba presurizadora doméstica UPA 90 marca *Grundfos,* la cual arranca automáticamente cuando se abra alguna llave. Ésta bomba por su tamaño y bajo nivel de ruido puede ser colocada en la tubería por donde bajará el agua hacia las diferentes áreas de la casa. Esta bomba no requiere mantenimiento y es considerada la bomba más silenciosa del mercado.

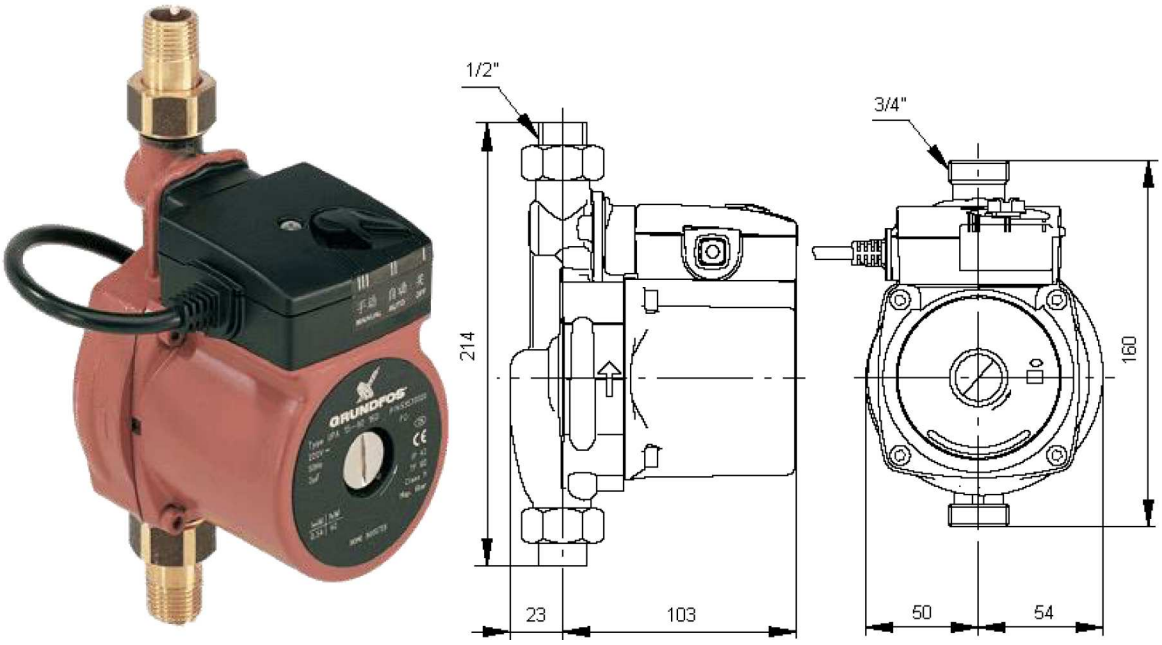


Figura 19. Electrobomba presurizadora UPA marca *Grundfos*, las medidas están expresadas en milímetros (http://www.climatecnica.com/bombas-presurizadoras-grundfos-upa.72.25.html).

Alberca: La alberca se realizará de forma monolítica con concreto armado. Las medidas interiores quedaran en 3.60 x 7.60 m con 1.20 de profundidad, dándole a la alberca una capacidad de 32.83 m^3 de agua. El llenado de la alberca se realizará por medio de pipas de agua potable. A su vez, esta contará con un sistema de filtración que le permitirá recircular el agua de la piscina durante un año. El armado de acero que se llevara a cabo en obra, se utilizaran varillas de 5/8" @15 cm en ambos lados para conformar el piso y los muros de la piscina. El espesor del vaciado en muros y piso quedara en 20cm. La cimbra para el colado se realizara con cimbraplay y puntales de madera. El espejo de agua quedara desplantado 0.20 m del nivel de terreno natural.

Sistema de purificación ECOsmarte

Para el mantenimiento de la alberca se utilizará el sistema de purificación ECOsmarte, el cual no utiliza sustancia químicas como el cloro para mantener el agua limpia, ya que su sistema de filtración utiliza una combinación de ionización de cobre y oxidación electrónica de titanio.

En las piezas de plomería del equipo se instala una cámara que contiene electrodos de titanio y cobre. Una vez que se activan, los circuitos del sistema transforman la energía en corriente directa de bajo voltaje y bajo amperaje, en sus electrodos, que cuentan con un recubrimiento especial de metales nobles. Una vez a la semana los electrodos de cobre entran en modalidad de ionización y generan iones cúpricos (Cu^2+), que se mantienen activos en el agua por un período de entre siete y diez días, cosa que asegura que se eliminen las bacterias, algas y hongos, y la mayoría de los virus. El resto del tiempo el sistema se

encuentra en modalidad de oxidación, y los electrodos de titanio concluyen la tarea. Este proceso de oxidación natural elimina las sustancias orgánicas, como células y grasas de la piel, los cabellos y los aceites de los bronceadores. Un medio de filtración de superior calidad cierra el ciclo, y permite que el agua de la alberca se mantenga limpia.

Es importante mencionar que nunca se produce una introducción constante de cobre, y el limpiador residual que queda en la alberca ha sido reconocido por la Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos (NSF) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) del mismo país (http://ecosmarte.com/sciencesummary.html).

El sistema consiste únicamente en la caja de control electrónico y la cámara de ionización/oxidación.

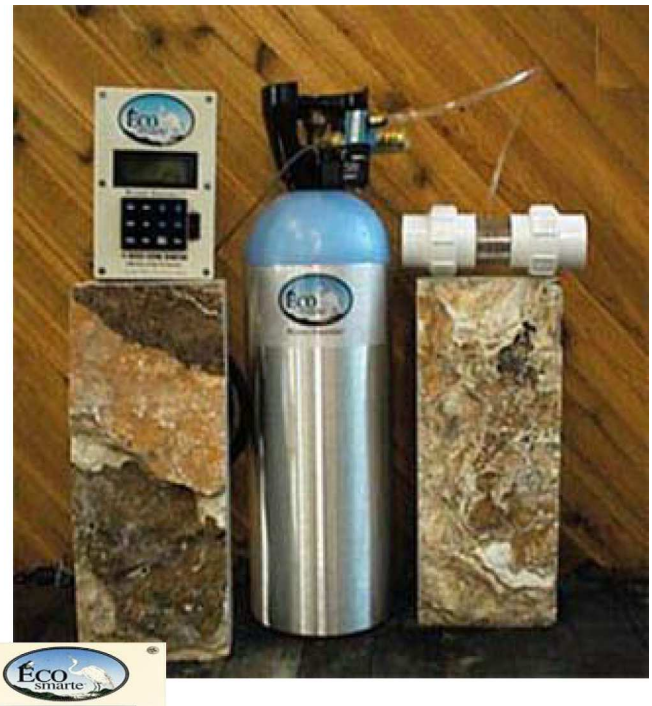


Figura 20. Equipo que se utiliza para la instalación del sistema ECOSmart.

Para que la eficiencia del sistema sea óptima, los niveles de balance de pH permanecerá en 6.8, los de cobre en 0.4 y deberá de haber ausencia de fosfatos, por lo que se realizarán pruebas de pH, cobre y de fosfatos siempre que se agregue más agua a la alberca.

Además de este sistema de purificación, el agua de la alberca deberá limpiarse retirando los residuos sólidos que se encuentren en ella, como puede ser el caso de hojas de árboles, para evitar que permanezcan mucho tiempo en ella. Además, cuando los propietarios no se encuentren en el sitio, mantendrán la alberca cubierta con una lona especial, para evitar que se ensucie, que el agua se evapore o bien que ocurran accidentes por la caída de algún ejemplar de fauna silvestre.

Figura 21. Ejemplos de las medidas a implementar para el mantenimiento de la alberca.

Sanitaria. Será de PVC en su mayoría con conexiones del mismo material, esta llegará a un colector general para después conectarse al biodigestor y de este al humedal artificial.

Eléctrica. El suministro de energía eléctrica durante la etapa de operación y mantenimiento, se realizará mediante un sistema de captación de energía solar a través de paneles solares. Los paneles de este sistema serán instalados en el techo de la casa.

La instalación de generación solar típica requiere de los siguientes componentes:

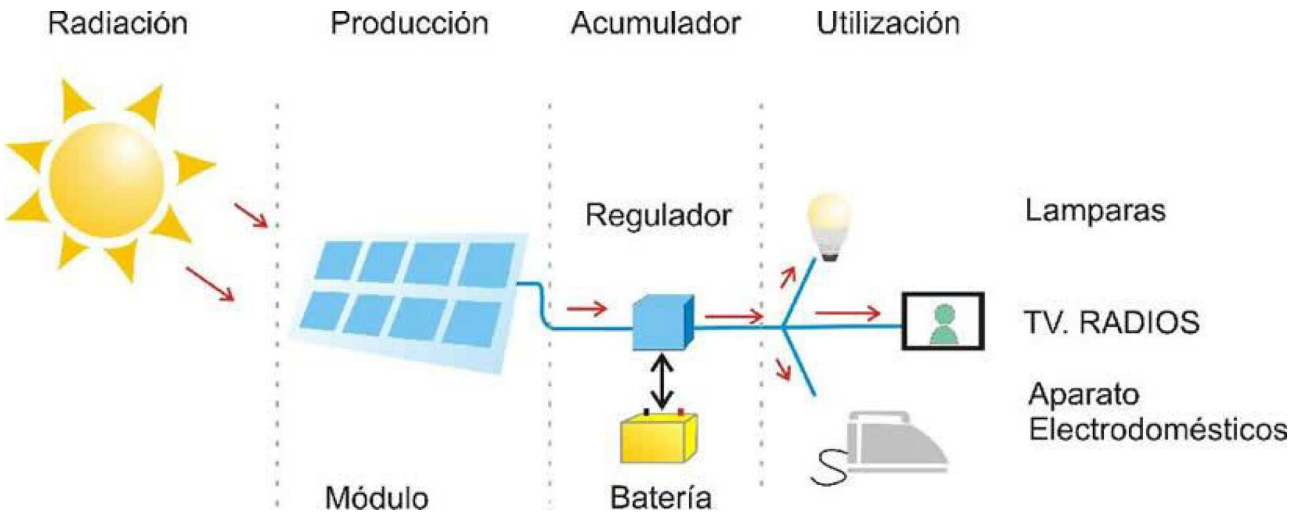


Figura 22. Ejemplo de la instalación de los paneles solares.

- Módulo de paneles solares. Captan la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión. Están encapsuladas con polímeros resistentes a la radiación ultravioleta y montadas tras una superficie de vidrio especial que brinda protección contra la polución ambiental y contra los cambios bruscos del clima (heladas, lluvias, granizo, etcétera). Generalmente, la cara posterior de los módulos está construida con un material de reconocida resistencia a las condiciones

climáticas más adversas, como por ejemplo aluminio anodizado, y se sella con silicona para trabajar adecuadamente a la intemperie.

- Reguladores de carga. Cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Batería: Cuya función es almacenar energía eléctrica en forma química (carga) cederla a un punto en forma de electricidad (descarga) y volverla a recuperar (carga). Generalmente son de tipo alcalino y las más usadas son de plomo-ácido debido a que se pueden recargar.

Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador hay dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación y utilizar lámparas y elementos de consumo de 12 ó 24 Vcc o bien transformar la corriente continua en alterna de 110 V a través de un inversor

Debido a que los accesorios para la instalación del sistema de energía solar (regulador, batería y el inversor) no requieren de grandes espacios debido a sus dimensiones, estos serán instalados en las azoteas junto con los paneles solares en módulos (Figura 22) los cuales no tienen más de 1 m de altura, razón por la que no será necesario contar con un cuarto de máquinas. Los paneles solares serán instalados en el techo de la Recámara 3 de la casa (Figura 15).

Figura 23. Ejemplo de equipo de energía solar de fácil instalación y ahorro de espacio. www.iluminacionsolar.com.mx

Mantenimiento de los elementos de los paneles solares

Las instalaciones de paneles solares, en su conjunto, son fáciles de mantener y requieren de un mantenimiento mínimo y sencillo. Sin embargo, una instalación que no tenga el mantenimiento adecuado fácilmente tendrá problemas en un plazo más o menos corto.

Para su mantenimiento se recomienda llevar a cabo las siguientes operaciones:

- Paneles: requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: no tienen partes móviles y las células y sus conexiones internas están encapsuladas en varias capas de material protector. Se realizará una inspección general 1 ó 2 veces al año para asegurarse de que las conexiones entre paneles y el regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente se utilizará agua y algún detergente no abrasivo.
- Regulador: la simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se realizarán como parte del mantenimiento serán la observación visual del estado y funcionamiento del regulador; comprobación del conexionado y cableado del equipo; observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro: dan un índice del comportamiento de la instalación.
- Acumulador: es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención; de su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Las operaciones usuales de mantenimiento que se realizarán son las siguientes:

- Se verificará que el lugar de ubicación de las baterías de acumulación esté bien ventilado.
- Se comprobará el nivel del electrolito (cada 6 meses aproximadamente) para que se mantenga en los límites adecuados. Se adicionará solamente agua destilada cuando sea necesario para reponer las pérdidas ocasionadas durante el gaseo.
- El electrolito siempre cubrirá totalmente las placas, entre 10 y 12 mm por encima del borde superior (Figura 24). En caso de que la caja exterior de la batería de acumulación sea transparente y posea límites de nivel del electrolito, este se situará entre los límites máximo y mínimo marcados por el fabricante.

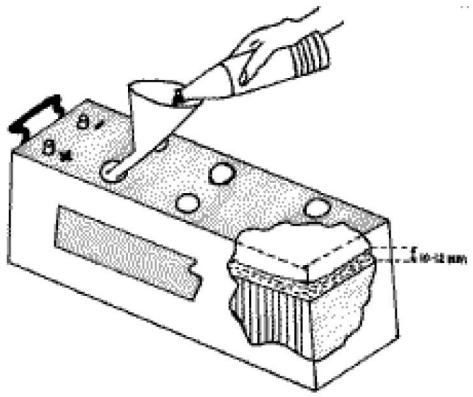


Figura 24. Para mantener el nivel del electrolito en los límites establecidos sólo se necesita añadir agua destilada utilizando un embudo plástico o de cristal.

Se revisará el estado de los terminales de la batería; en caso de requerirse, se limpiarán los posibles depósitos de sulfato y se cubrirán con vaselina neutra todas las conexiones. Además, se limpiará la cubierta superior de la batería y se protegerán los bordes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación (Figura 25).

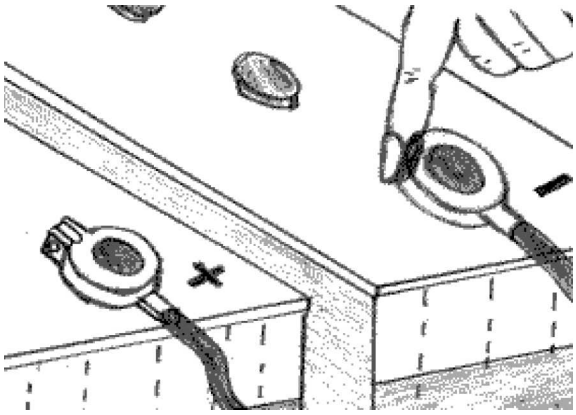


Figura 25. Todas las conexiones de las baterías deben estar protegidas con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.

Se medirá la densidad del electrolito, con el acumulador totalmente cargado, debe ser de 1,240 +/- 0,01 a 20 grados Celsius. Se verificará que las densidades sean similares en todos los vasos.

Adicionalmente se contará con una planta generadora de energía que funciona con gasolina. Debido a las dimensiones de la misma (47.00 X 29.80 X 41.90cm) y un peso de 31.8 kg aproximadamente, esta puede ser resguardada dentro de la misma casa y se empleará en caso de que los paneles solares fallen.

Figura 26. Ejemplo de planta de luz a base de gasolina. www.colemanmoreci.com.mx

2.4. Programa general de trabajo.

Una vez que se obtengan los permisos correspondientes se iniciarán las etapas de preparación y const siguiente calendario:

PROGRAMA DE OBRA										
	CUATRIMESTRES									
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Complementarios.										
Trámites Federales, Estatales y Municipales.										
PRELIMINARES										
Ejecución de los programas de: • Programa de Rescate de Vegetación. • Programa de Rescate de Fauna. • Programa de Manejo de Residuos. • Programa de Educación Ambiental. • Acciones para la Conservación de la Playa como Hábitat de Anidación de Tortugas Marinas.										
Instalaciones de obras provisionales.										
Limpieza, preparación y nivelación de terreno (área de desplante)										
Almacén de materiales y bodega de herramientas										
Instalación y construcción del biodigestor y construcción del humedal artificial										
OBRA CIVIL										

PROGRAMA DE OBRA

	CUATRIMESTRES									
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cimentación										
Estructura de concreto.										
Albañilería.										
Ferrocemento y palapa										
ACABADOS										
Pintura y recubrimientos										
Carpintería										
Obra exterior										
INSTALACIONES										
Instalación eléctrica.										
Instalación hidrosanitaria.										
Instalaciones especiales										
Limpieza										
Imprevistos										

2.5. Materiales de construcción a utilizar:

El origen de herramientas, accesorios, y materiales de construcción será de las casas de materiales en Tulum y de bancos de material cercanos que cuenten con la autorización necesaria para operar. A continuación, se presenta una estimación del material de construcción necesario para la obra propuesta.

Tabla 5. Material de construcción a utilizar.

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1-ARM10104-1	ARMEX 10-10-4 (PZA= 6 ML)	PZA	9
1-ARM12124-1	ARMEX 12-12-4 (PZA= 6 ML)	PZA	1
1-ARM15154-1	ARMEX 15-15-4 (PZA= 6 ML)	PZA	191
1-ARM152-1	ARMEX 15-2 (PZA= 6 ML)	PZA	4
1-ARM15204-1	ARMEX 15-20-4 (PZA= 6 ML)	PZA	3
1ACAC02	ACERO No.2 (1/4") ALAMBRON FY=4200 KG/CM2	KG	1124
1ACAC03	VARILLA DE ACERO DE #3 (3/8) (TIRA=12 M) (TON=150 TIRAS) (M=0.557 KG) FY=4200 KG/CM2	TIR	355
1ACAC04	VARILLA DE ACERO DE #4 (1/2) (TIRA=12 M) (TON=84 TIRAS) (M=0.996 KG) FY=4200 KG/CM2	TIR	181
1ACAC05	VARILLA DE ACERO DE #5 (5/8) (TIRA=12 M) (TON=53 TIRAS) (M=1.56 KG) FY=4200 KG/CM2	TIR	61
1ACAL16	ALAMBRE RECOCIDO #16 (64 M/KG)	KG	344
1ACERMA610	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6/10-10	M2	600
1AGAG01	AGUA PARA CONSTRUCCION	M3	226
1AGPH01	PIEDRA DE HILADA	M3	87
1AGPP01	POLVO DE PIEDRA	M3	198
1AGR01	GRAVA 3/4"	M3	80
1AGSA01	MATERIAL DE RELLENO SASCAB	M3	99
1AGÑ01	MATERIAL BASE GREÑA PARA RELLENO	M3	223
1BLOCK10	BLOCK DE 10X20X40 CMS	PZA	1075
1BLOCK15	BLOCK DE 15X20X40 CMS	PZA	11105
1BLOCK20	BLOCK DE 20X20X40 CMS	PZA	243
1BOV-30	BOVEDILLA VIBROCOMPRIMIDA DE 20X25X56 CMS	PZA	1782
1BOV1525	BOVEDILLA VIBROCOMPRIMIDA DE 15X25X56 CMS	PZA	965
1BREG40X60	REGISTRO PREFABRICADO 40X60X30	PZA	28
1BVIG-125	VIGUETA 12-5	ML	685
1CEB	CEMENTO BLANCO SACO 50 KG	SAC	24
1CEG	CEMENTO GRIS SACO 50KG	SAC	1111
1CH1	CAL HIDRATADA SACO 25 KG	SAC	950
1CMASP	MASILLA PERDURA SACO DE 20 KGS	SAC	270
1COM01	DIESEL	LT	257
1COM02	GASOLINA	LT	1097
1CONP150-R14	CONCRETO PREMEZCLADO CN 150 100% 28D TMA 20 RV 14	M3	19
1CONP150-R14-2	CONCRETO PREMEZCLADO CN 150 100% 28D TMA 10 REV 14 (GRAVILLA)	M3	6
1CP200-28D-REV14	CONCRETO PREMEZCLADO CN 200 100% 28D TMA 20 RV 14	M3	5
1CP200-3D- REV14	CONCRETO PREMEZCLADO CN 200 100% 3D TMA 20 RV 14	M3	54
1CP250-REV14	CONCRETO PREMEZCLADO CN 250 100% 3D TMA 20 RV 14	M3	9
1CPBOM	BOMBEO	M3	103

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1CPIMPER	IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL TD	M3	5
1CPRF-50	RELLENO FLUIDO RF 50 100% 28D TMA 4 RV 18 TD	M3	8
1FE12	CABLE TIPO POT #12	ML	5
1FE2X1	TUBULAR METALICO 2"X1" (6.00 ML) LA FERRE	PZA	33
1FE3	TUBERIA SANITARIA 3"	ML	60
1FE4	TUBERIA SANITARIA 4"	ML	40
1FEBOL	BOLSA PARA ESCOMBRO	PZA	20
1FEBOLG	BOLSA DE BASURA GRANDES	PAQ	3
1FECORD	CORDEL DE ALBAÑIL 0.25 MM X 100 MTS	ML	1406
1FECV2-12	CLAVO DE CONCRETO 21/2	KG	154
1FECV24	CLAVOS DE 2"-4" PARA MADERA	KG	300
1FEDC	DISCO DE CORTE ASTROMEX P/MADERA	PZA	3
1FEDC9	DISCO TIPO 27 CORTE PIEDRA 9" AUSTROMEX	PZA	7
1FEHAM	HAMAQUERO ECONOMICO CON DOS "S" INCLUIDA. HOME DEPOT.	PZA	16
1FEPLAST	PLASTICO DE POLIETILENO NEGRO 600	KG	66
1FESG01	FILOS DE SEGUETAS NICHOLSON	PZA	29
1FESILL	SILLETA PLASTICA	PZA	1944
1FETAM	TAMBOR DE 200 LTS.	PZA	5
1HE50X70	MARCO Y CONTRAMARCO DE 50 X 70 CON ANGULO DE 2 X 3/16, REFUERZO CON VARS. NO. 2 @ 10 CMS, 8 SOLERAS DE 1 1/2 X 3/16 PARA ANCLAJE A CADENA. APLICACION DE ANTICORROSIVO PRIMARIO.	PZA	28
1HE65X65	MARCO Y CONTRAMARCO DE 65 X 65 CON ANGULO DE 2 X 3/16, REFUERZO CON VARS. NO. 2 @ 10 CMS, 8 SOLERAS DE 1 1/2 X 3/16 PARA ANCLAJE A CADENA. APLICACION DE ANTICORROSIVO PRIMARIO.	PZA	1
1ILU-001	VENTILADOR DE TECHO MERWRY LED 52"	PZA	7
1ILU-002	MAGG MODELO L7101-11C	PZA	21
1ILU-003	TECNO LITE DENIA H-505/N, LUMINARIA PARA JARDIN DIRIGIBLE, BASE GX5.3	PZA	6
1ILU-004	DRIVER DE 100 W PARA LEDS	PZA	4
1ILU-005	DRIVER DE 150 W PARA LEDS	PZA	3
1ILU-006	TECNO LITE BACO H-780/CF, LUMINARIA PARA JARDIN DIRIGIBLE, BASE MEDIA	PZA	16
1ILU-007	LAMPARA LED PAR20 6W 3000K 100-240V E27	PZA	16
1ILU-008	TECNO LITE, YD1200/B NARBONA, TECHO SHOT CENTER LUMINARIO DE EMPOTRAR EN TECHO DE ALUMINIO INYECTADO COLOR BLANCO	PZA	94
1ILU-009	LAMPARA LED PAR20 6W 3000K 100-240V E27	PZA	118
1ILU-010	TECNO LITE FLC-28W/41 PIACENZA II	PZA	1
1ILU-011	LUMINARIO TECNOLITE TLF-1050/S	PZA	3
1ILU-012	TECNO LITE ESCALONA H-510/ACI, LUMINARIA PARA EMPOTRAR EN PISO, BASE GX5.3	PZA	21
1ILU-013	FOCO MR16 LED 5.5W 3000K 100-127V 36°	PZA	27
1ILU-014	WALK LIGHT DE EMPOTRAR EN MURO LED DE 0.7 W	PZA	10
1ILU-015	WALLPACK LED 38W 4000K 127-277V GRAF	PZA	4
1ILU-016	TIRA FLEX 5050 5MTS 960 LUMENS 12 V IP68 BCO CALIDO	PZA	12
1ILU-017	LUM. PARA PISCINA 25CM ACERO INOX. 300W INCANDESCENTE	PZA	3
1ILU-018	NICHO 25CM AMERLITE 300W o LEDS PVC	PZA	3
1ILU-019	CAJA DE REGISTRO P/AMERLITE	PZA	3
1ILU-020	MGA13751--TRANSF ALBERCA ELECTROMAG 300W/12V	PZA	3
1ILU-021	VENTILADOR DE TECHO MOTOR GRANDE SUPREME VEC VEC-961	PZA	1
1ILU-022	MAGG MODELO L6442-1I0 BL FLAT 900	PZA	7
1ILU-023	SOQUET	PZA	9
1MAD01	CIMBRAPLAY DE MADERA DE 15 MM 1.22X2.44 TERCERA	PZA	64

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1MAD02	TABLA DE PINO DE 1x10X8.25	PZA	194
1MAD03	TABLA DE PINO DE 1x12X8.25	PZA	87
1MAD05	DUELA DE MADERA 1x4x8.25	PZA	198
1MAD06	BARROTE 2X3.25X8.25	PZA	725
1MAD07	CHAFLAN 1x1x8.25	PZA	104
1MAD08	POLIN DE MADERA DE 3X3X8.25	PZA	305
1MSA-01	LLAVE INDIVIDUAL, PARA JARDÍN, CON MANERAL PLANO Y CHAPETÓN. ACABADO CROMO MCA URREA MOD. CH18	PZA	7
1MSA-02	LLAVE ANGULAR E- 13902000	PZA	13
1MSA-03	CONTRACANASTA ACABADO CROMO MCA HELVEX CVE H-8801	PZA	3
1MSA-04	PAQUETE JAZMIN REDONDO, MARCA CATO, COLOR BLANCO, INCLUYE- INODORO BLANC- LAVABO DE PEDESTAL	PZA	1
1MSA-05	PEDESTAL CATO JAZMIN BLANCO	PZA	1
1MSA-06	PAQUETE BASICO DE INSTALACION DE LAVABO ROSCADO, INCLUYE: CHUPON UNIVERSAL, CONECTORES FLEXIBLES, CONTRA LAVABO, TRAMPA PARA LAVABO Y EXTENSION 1 1/4"X20CM	PZA	1
1MSA-07	REGADERA CON BRAZO Y CHAPETON CROMO D4506BV DICA	PZA	1
1MSA-08	MANERALES QUEEN GRANDES URREA CROMO	PZA	3
1MSA-09	MEZCLADORA DICA D4038	PZA	1
1MSA-10	MONOMANDO PARA COCINA NIZA CUERPO DE LATÓN Y CARTUCHO CERÁMICO CON NARIZ GIRATORIA DE 360°. PRESIÁN MÍNIMA REQUERIDA 0,8 KG/CM2. ACABADO CROMADO MOD. 9427N MCA. URREA	PZA	1
1MSA-11	PARRILLA DE COCCIÓN A GAS EH70 5G AI TR H. FUND, MARCA TEKA, MATERIAL ACERO INOXIDABLE. DIMENSIONES EXTERIOR 83/680/500 mm. DIMENSIONES DE ENCASTRE 553/473 mm. (Alto/Ancho/Fondo)	PZA	1
1MSA-12	CAMPANA DECORATIVA PARA INSTALACIÓN EN PARED, DJE 70, MARCA TEKA. DIMENSIONES EXTERIOR 684-1,014/700/500 mm. (Alto/Ancho/Fondo)	PZA	1
1MSA-13	HORNO TEKA FGA-740 SS HORNO A GAS 2.1 ACERO INOXIDABLE REF:41597401, DIMENSIONES ALTO/ANCHO/PROFUNDO.595/595/562MM.	PZA	1
1MSA-14	INODORO ONE PIECE MODELO VENICE 4.8 LTS MARCA CAPIZZI, CON ASIENTO, COLOR BLANCO.	PZA	5
1MSA-15	LAVABO DE SOBREPONER MODELO BORGOÑA DE LA MARCA RIVA, COLOR BLANCO.	PZA	5
1MSA-16	CONTRACANASTA SISTEMA P&DOWN, SIN REBOSADERO, MODELO AL-01 MARCA PIZARRO.	PZA	5
1MSA-17	CÉSPOL PARA LAVABO DE ZINC, SIN CONTRA INCLUÍDA, MODELO CS-01, MARCA PIZARRO.	PZA	5
1MSA-18	MEZCLADORA MONOMANDO PARA LAVABO. ARCO CORTO , MODELO L84733 LÍNEA DANIKA DE LA MARCA MOEN. ACABADO CROMO. INCLUYE DESAUE AUTOMÁTICO CARTUCHO DURALAST.	PZA	5
1MSA-19	KIT DE ACCESORIOS DANIKA YB2934CH	PZA	5
1MSA-20	CESPOL MCA HELVEX MOD. TV-030	PZA	5
1MSA-21	CONEXION MCA HELVEX MOD. TV-031	PZA	3
1MSA-22	LLAVE DE BRONCE 1/2" LAVADORA Y BATEA MCA RUGO	PZA	6
1MSA-24	SIFA 4 PULG. DE BRONCE	PZA	1
1MSA-29	TARJA SUBMONTAR TEKA BE 2C 94	PZA	1
1MSA-30	COLADERA DE UNA BOCA. REJILLA CUADRADA. SELLO HIDRÁULICO MCA HELVEX MOD. 24-CH	PZA	7
1MSA-31	TINA MODELO HANA II CON SISTEMA DE HIDROMASAJE ACCESORIOS CROMADOS	PZA	1
1PINT002	BROCHA DE 4" HOME DEPOT	PZA	11
1PINT003	RODILLO	PZA	21

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1PINT004	SELLOTEX GRIS SACO DE 25 KGS	KGS	457
1PINT006	SIKA-GUARD-70 CUBETA 19 LTS	LT	456
1PINT008	BITUCON BASE SOLVENTE	LT	159
1PINT009	FESTERGRAL IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL PARA CONCRETO Y MORTEROS.	KG	21
1PINT011	FESTER GROUT NM800 SACO 30 KGS	SAC	6
1PINT012	COLORANTE KIMICOLOR NEGRO KKM-46 (9%)	KGS	15
1PIS0001	PIEDRA CHAPA FORMATO 20 X LARGOS LIBRES	M2	45
1PIS0002	PISO ANTIDERRAPANTE DE LA LÍNEA DESERT, MODELO DUBAI, TAMAÑO 0.50M X 0.50M MARCA INTERCERAMIC	M2	52
1PIS0003	PISO VITROMEX DUAL NEGRO DE 33X33 CMS	M2	88
1PIS0004	BOQUILLA SIN ARENA COLOR CHARCOAL MCA INTERCERAMCI SACO DE 5KS	SAC	8
1PIS0005	BOQUILLA SIN ARENA COLOR PERL WHITE MCA INTERCERAMIC SACO DE 5KS	SAC	4
1PIS0006	CEMIX PEGAMIX PISOS Y MARMOL BCO SACO 20 KGS	SAC	12
1PIS0007	PEGAZULEJO PORCELANICO GRIS PERDURA SACO DE 20 KGS	SAC	81
1PIS0008	PIEDRA RAJUELA	SAC	69
1PIS0009	SACO DE PIEDRA DE RIO	SAC	12
1PIS0010	ZOCLO DE MÁRMOL FIORITO TRAVERTINO ACABADO AL ÁCIDO, EN PLACAS DE 0.10M X LARGOS LIBRES, ESPESOR 1/2	ML	216
1Z12MM	CANALETA DE ALUMINIO TIPO U DE 1/2"	ML	127

2.6. Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción:

La mano de obra se divide por frente de obra y por especialidades, el volumen a utilizar será incrementado gradualmente conforme al programa de obra, llegando a un tope máximo de 37 trabajadores, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 6. Personal Requerido para la preparación y construcción del proyecto.

Categoría	Obra Civil-Exterior	Instalación Eléctrica	Instalación Hidrosanitaria	Total
Contratistas	1	1	1	3
Cabo	2	1	1	4
Oficial	5	2	2	9
Ayudante	8	3	2	13
Peón	6		2	8
Total	22	7	8	37

La totalidad de la mano de obra será contratada en el poblado de Tulum.

2.7. Requerimientos de equipo.

El equipo requerido durante la construcción, es la siguiente:

Tabla 7. Equipo requerido para la construcción.

EQUIPO
CAMION PIPA DE 10,000 LTS.
CAMIONES DE VOLTEO CAPACIDAD 1.5 y 3 TON

Manejo de maquinaria y equipo

Para la ejecución de un proyecto de este tipo no es necesaria la utilización de maquinaria pesada. Únicamente cuando el material de construcción sea llevado al predio del proyecto.

Para los camiones que ingresen al predio, se verificará e implementará lo siguiente:

Objetivo.

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

Estrategias.

✓ Mantener en óptimas condiciones mecánicas el equipo durante todas las etapas del proyecto.

✓ Promover entre los trabajadores y empleados de la obra una actitud más responsable respecto de las actividades, en particular lo que se refiere a las maniobras cercanas a la vegetación.

✓ Es necesario verificar que el equipo se encuentre en buenas condiciones, para evitar derrames de aceites y combustible, ya sea por negligencia o por accidente.

ETAPA: Preparación y construcción.

En esta etapa se encuentra la mayor incidencia de impactos adversos al medio ambiente por desmontes y despalmes. 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 en las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo.

Acciones.

✓ Instrumentar un programa continuo de mantenimiento preventivo y correctivo.

✓ Por las dimensiones del proyecto se realizará el desmonte selectivo manual, para evitar el uso de maquinaria pesada.

✓ Se colocarán 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 la cubierta vegetal o los atropellamientos de fauna de lento desplazamiento.

✓ Evitar el uso en la medida de lo posible de la maquinaria fuera de las horas estipuladas para evitar la contaminación por ruido y humos provenientes de las maquinas, y así abatir el riesgo de accidentes por fallas en operación.

2.8. Descripción de obras asociadas al proyecto.

El proyecto sólo requerirá de una bodega y sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 5 trabajadores, los cuales ya han sido descritos. No se requerirá de campamento ya que los trabajadores serán trasladados diariamente del poblado de Tulum al predio donde se desarrollaría el proyecto y viceversa.

2.9. Etapa de abandono del sitio.

En caso de decidir abandonar la propiedad se presentará un programa de abandono del sitio y restauración para validación de la autoridad competente, bajo los lineamientos ambientales vigentes en el momento del abandono. No obstante, se prevé un tiempo de vida útil de 100 años.

2.10. Utilización de explosivos.

No se tiene contemplado el uso de explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.

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

Si bien es cierto que el desarrollo de la infraestructura conlleva un buen número de beneficios a corto plazo, como son la generación de empleos, también es cierto que se generan otro tipo de problemas, como es la generación de residuos sólidos y líquidos, así como su disposición final.

Por tal motivo, será necesario llevar a cabo un adecuado manejo de los mismos que ayude a disminuir tanto la producción de residuos como a implementar una cultura ecológica para el manejo de ellos, sin embargo el tamaño del proyecto, facilitará el control y manejo de residuos

Objetivo.

- Instrumentar prácticas para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos durante la construcción y operación del proyecto.

Estrategias.

✓ Equipar la zona del proyecto con suficientes contenedores para el adecuado depósito de residuos sólidos.

✓ Promover, 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.

RESIDUOS SÓLIDOS.

ETAPA: Preparación del sitio y construcción

DISPOSICION DE RESIDUOS

Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza (orgánica e inorgánica, reciclable y no reciclable).

Estrategias.

✓ Desechos orgánicos (Restos de comida, material vegetal). Los residuos vegetales generados por el despalme y el desmonte, se triturarán para facilitar su integración al suelo, colocándolos en un sitio específico para ello dentro del área del proyecto. En tanto los residuos de alimentos serán colocados en contenedores con tapa y bolsas de plástico a los costados de las áreas de trabajo, evitando así la afectación hacia la flora y la fauna.

✓ 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.

Destino final de los residuos sólidos.

✓ 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.

Señalización.

✓ Es importante llevar a cabo un programa de señalización durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, para lo cual se colocarán letreros alusivos para la correcta disposición de los diferentes tipos de residuos generados en la obra. Dichos letreros serán del tipo informativo y en los cuales se destacarán los siguientes aspectos:

- No disponer materiales o residuos, en las áreas de conservación ni en las zonas cercanas a la vegetación de manglar.
- No depositar residuos de ninguna clase en el mar.
- No dejar en el sitio del proyecto los residuos sólidos generados durante la obra.
- Los recipientes permanecerán siempre identificados con letreros para contribuir a la correcta disposición de los desechos de acuerdo con su naturaleza.
- Se colocarán letreros educativos en el área de la bodega temporal indicando cuáles serán las actividades que deberán de seguir los trabajadores que hagan uso de sustancias que podrían ser peligrosas para el ambiente como gasolina, diésel en caso de requerirse en alguna de las etapas de desarrollo del proyecto.

AGUAS RESIDUALES

Estrategias.

Sanitarios portátiles.

✓ Se instalarán sanitarios portátiles para todo el personal que labore en la obra, en cantidad suficiente respecto al número de empleados preferentemente a razón de 1 por cada 5 colaboradores, los sanitarios, tendrán contenedores herméticos para evitar derrames. Por el tamaño de la obra, los sanitarios se colocarán en un mismo sitio y estos serán señalizados.

Limpieza de los sanitarios.

✓ A los sanitarios, se les dará mantenimiento y disposición adecuada de los residuos sanitarios. La limpieza de los sanitarios portátiles se realizará por lo menos cada tercer día. Para llevar un adecuado control de la limpieza de los sanitarios portátiles, se llevará una bitácora durante el tiempo que se utilicen los mismos donde se anotarán los días en que se realice la limpieza de los mismos y el retiro de los desechos sanitarios.

GRASAS, ACEITES, COMBUSTIBLES E HIDROCARBUROS.

Estrategias.

Almacenamiento.

✓ En caso de emplearse será almacenado en la bodega temporal y la superficie donde se coloquen será impermeable para prevenir filtración en caso de algún derrame accidental.

Contendores.

✓ Durante el desarrollo de la obra se minimizará el uso de sustancias, sin embargo para la que se emplee éstas serán colocadas en contenedores cerrados herméticamente y cubiertos para evitar que cualquier organismo de fauna silvestre caiga a ellos y corra el riesgo de ahogarse o intoxicarse.

Manejo.

✓ Se implementarán medidas de seguridad para evitar la contaminación provocada por derrames accidentales de grasas, aceites e hidrocarburos que pudieran ser utilizados en algún momento en el proyecto.

ETAPA: Operación y Mantenimiento

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

RESIDUOS SÓLIDOS.

Durante la etapa de operación, se pondrán en marcha 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 asumirá 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.

Estrategias.

Recolección.

✓ Además del manejo de los residuos sólidos generados por las actividades propias del proyecto, también se procederá a la recolección de los residuos que se acumulen en la playa.

Aprovechamiento.

✓ Los desechos serán separados, clasificándolos en orgánicos e inorgánicos, de acuerdo a su naturaleza. Los residuos orgánicos serán colocados en bolsas de plásticos para evitar la propagación de fauna nociva, así como los residuos inorgánicos, mismos que serán entregados al camión municipal.

Disposición.

✓ Los desechos orgánicos e inorgánicos que no sean viables de ser reciclados, serán almacenados en bolsas de plástico para posteriormente ser retirados del área hacia el poblado de Tulum donde se entregarán al camión de la basura del municipio.

RESIDUOS LÍQUIDOS.

El tratamiento de aguas negras, grises y jabonosas generadas en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, será mediante el biodigestor y el humedal artificial que serán colocados en el predio.

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

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y hasta que se encuentre listo el sanitario y humedal artificial, 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 1 por cada 5 trabajadores.

Figura 27. Baño portátil tipo.

La empresa con la que se contratará el servicio de baños portátiles se encargará de:

- ✓ Acondicionamiento del tanque del W.C con productos aromatizantes y desinfectantes.
- ✓ Dotación de papel sanitario en cada servicio de limpieza.
- ✓ Lavado de caseta por dentro y por fuera.
- ✓ Disposición final de los desechos sanitarios.

Aguas negras en etapa de operación y mantenimiento

Como se ha referido en apartados anteriores, para el manejo de aguas negras y grises generados por la obra, durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, será colocado un biodigestor de la marca rotoplas y las aguas ahí tratadas serán enviadas a un humedal artificial.

El sistema biodigestor autolimpiante Rotoplas es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. El agua que en éste es filtrada se envía a un humedal artificial para finalizar con el tratamiento.

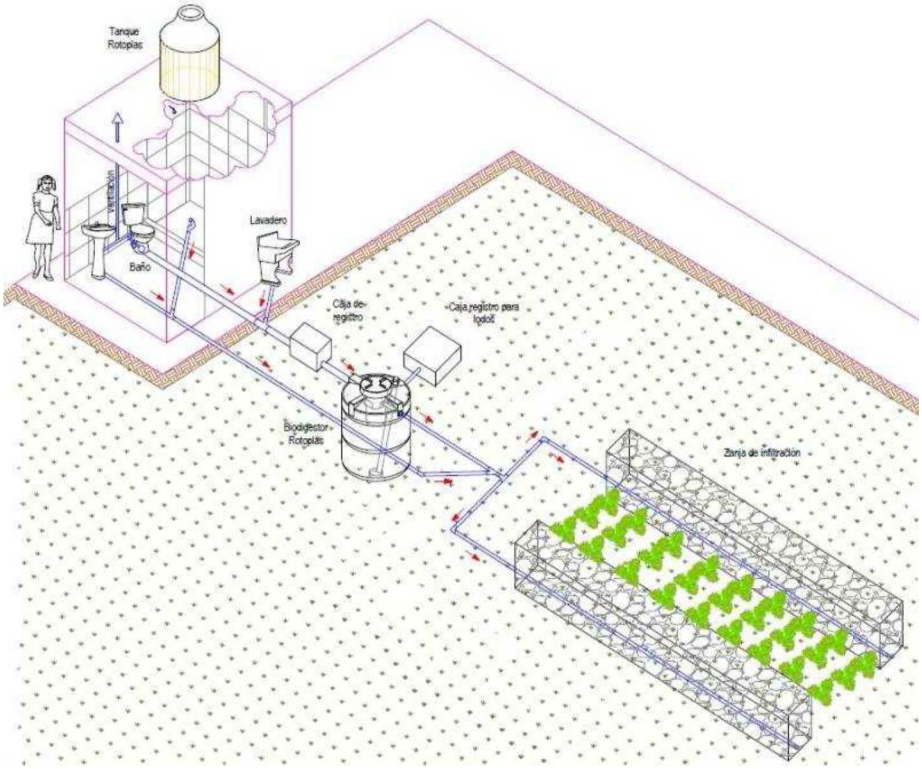


Figura 28. Imagen que esquematiza el funcionamiento del biodigestor y su conexión con el humedal artificial.

Medidas y especificaciones

1. Tubería de PVC de 4 pulgadas para la entrada de aguas negras.
2. Filtro biológico con aros de plástico (Pets).
3. Tubería de PVC de 2 pulgadas para salidas de aguas tratadas al humedal artificial.
4. Válvula esférica para extracción de lodos tratados.
5. Tubería de 2 pulgadas para evacuación de lodos.
6. Tapa clic de 18 pulgadas para cierre hermético.
7. Base cónica para acumulación de lodos.
8. Tubería de PVC de 4 pulgadas de acceso directo a sistema interno de limpieza y/o desobstrucción con la finalidad de facilitar el mantenimiento del sistema.

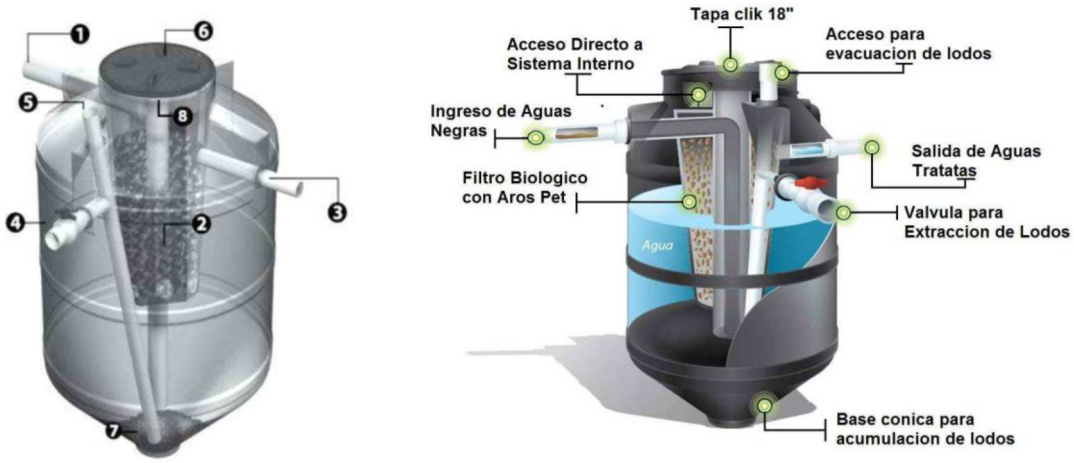


Figura 29. Esquema general del biodigestor a utilizar.

El humedal que será colocado para el proyecto, tendrá una capacidad de 1,300 litros aproximadamente para el uso de 9 personas.

Dentro de las ventajas con las que cuenta este biodigestor, destaca que no requiere de bombas ni de medios mecánicos para la extracción de los lodos, ya que por su diseño con sólo abrir una válvula se extraen los lodos por gravedad. No genera olores, lo que permite instalarlo cerca de las casas habitación. No se agrieta ni fisura como los sistemas tradicionales de concreto, confinando las aguas residuales domésticas de una forma segura, con lo que se evita la contaminación del manto freático. Se estima que el retiro de los lodos se puede realizar una vez cada año y tiene una vida útil de 35 años.

El sistema cuenta con las certificaciones internacionales ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OSHAS 18001:2007.

Funcionamiento

1. El agua residual doméstica ingresa por el tubo número 1 hasta el fondo del biodigestor, donde las bacterias comienzan la descomposición.

2. Luego sube y pasa por el filtro número 2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los aros de plástico del filtro.

3. El agua tratada sale por el tubo número 3 hacia el humedal artificial.

Las aguas provenientes del biodigestor, se canalizarán a un humedal artificial de tipo agua superficial libre (ASL) de una sola cámara. El cuerpo del humedal consistirá en una tina rectangular de concreto de 4 m de ancho por 5 m de largo y 0.8 m de profundidad cubierta por una geomembrana impermeable para prevenir percolaciones al suelo en caso de cualquier grieta en la estructura. El fondo del humedal tendrá una pendiente de 0.7%. El medio de soporte del humedal será una capa de gravilla de 0.5 m, con un valor de

conductividad hidráulica (K_s) aproximado de 5,000 m^3/m^2/día. Sobre esta capa correrá un flujo de agua de 0.3 m de alto. El humedal se cubrirá en un 60 % con plantas nativas de las especies *Typha sp* y *Cladium jamaicense,* distribuidas en forma de franjas paralelas al eje más corto del humedal.

La superficie restante del humedal permanecerá sin cubierta vegetal para facilitar la aireación del sustrato y del agua.

Se ha visto que los humedales pueden tratar con efectividad altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos (SS) y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, compuestos orgánicos traza y patógenos. En la siguiente figura se pueden ver los principales procesos que se llevan a cabo en un humedal y que permiten la depuración del agua residual (Lara, 1999).

La eliminación del DBO_5, en los humedales ocurre por la sedimentación y filtración de las partículas en los espacios entre la grava y las raíces. El DBO_5 soluble es eliminado por los microorganismos que crecen en la superficie de la grava, raíces y rizomas de las plantas. La reducción de los sólidos suspendidos totales (SST) es muy efectiva, produciendo efluentes con concentraciones inferiores a 20 mg/l (Lara, 1999). El nitrógeno en los humedales se encuentra básicamente como nitrógeno orgánico o amoniacal, con escasas cantidades de nitratos. La remoción de nitrógeno en los humedales puede alcanzar valores por encima del 80% (Lara, 1999).

Los humedales también garantizan el control de malos olores y se obtienen eficacias de remoción de materia orgánica y coliformes respectivamente por arriba del 95% y del 99% (Badkoubi et. al., 1998).

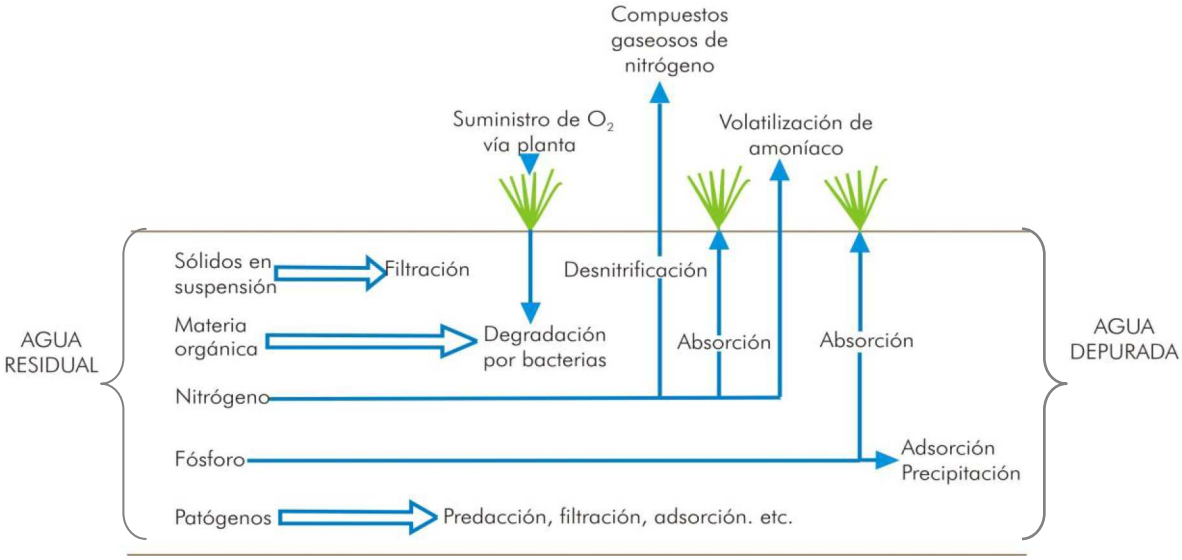


Figura 30. Proceso de depuración de los humedales artificiales. Fuente: Lara y Salgot, 1999.

CAPÍTULO III

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

ÍNDICE

1. Ubicación del proyecto. 3
1.1. Ubicación regional 3
2. Análisis del proyecto dentro del marco normativo. 4
2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 4
2.2. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. 5
2.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. 5
2.4. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 8
2.5. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas. 11
2.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 11
2.7. Ley General de Vida Silvestre. 11
2.8. Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y su Programa de Manejo 13
2.9. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC). 46
2.10. Planes o programas de desarrollo urbano 75
2.11. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, ... 75
2.12. Normas Oficiales Mexicanas. 111
2.13. Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y NOM-022-SEMARNAT-2003. 112
2.14. NOM-162-SEMARNAT-2012. 146

1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

1.1. Ubicación regional:

El Lote 23 se ubica en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 39,515.837 m^2 (3.95 ha) según consta en la escritura pública número P. A. 84,400 firmada ante el notario público Luis Miguel Cámara Patrón en la ciudad de Cancún, Quintana Roo el 10 de diciembre de 2015. Colinda al norte, en 370.044 m con lote 053-24; al sur, en 401.789 con lote 053-22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Tabla 1. Colindancias del lote del proyecto.

Dirección	Medidas (m)	Colindancias
Al Norte	370.044	Lote 053-24
Al Sur	401.789	Lote 053-22
Al Este	100.00	ZOFEMAT del Mar Caribe
Al Oeste	110.39	ZOFEMAT de Laguna Catoche
Superficie total : 39,515.837 m^2		

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en marzo de 2017, la superficie del predio es de 39,515.837 m^2.

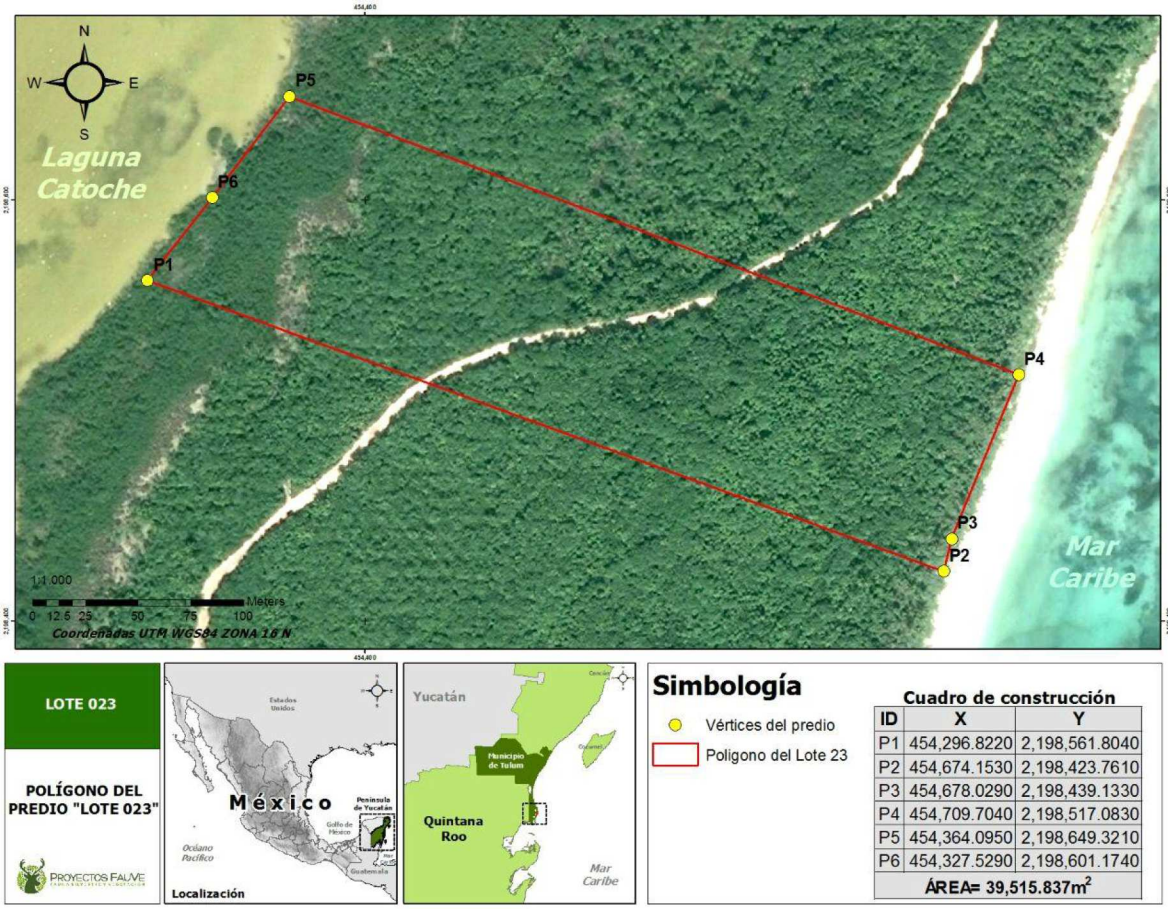


Figura 1. Localización nacional, regional y local del proyecto.

2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.

2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 4° que: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley".

En ese sentido el proyecto Casa Lote 23, consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar que garantiza un ambiente sano para el desarrollo y bienestar de sus ocupantes.

Asimismo el primer párrafo del artículo 25 constitucional, establece que: "Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

En ese orden de ideas el proyecto Casa Lote 23, contribuye al desarrollo local con la utilización de materiales y trabajadores de la región, creando una construcción ecológicamente sustentable, económicamente viable y socialmente justa.

2.2. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo.

"Artículo 31.- ....

Toda persona tiene derecho a gozar individual y colectivamente de un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como el deber de conservarlo en beneficio de las generaciones presentes y futuras."

En el supuesto, el proyecto Casa Lote 23 se basa en una concepción de desarrollo sustentable y viable para los recursos ecológicos de la zona, lo que permite garantizar no únicamente la conservación ecológica actual, sino a través de los años.

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

Como se desprende de la información vertida en los Capítulos I y II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, el proyecto será edificado sobre un 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 Lote 23 (preparación, construcción, operación y mantenimiento), diversos preceptos legales contenidos tanto en la LGEEPA como en su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

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, X y XI y en el artículo 5° incisos O), Q), R) y S) 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 y obras y actividades en áreas naturales

protegidas de competencia de la Federación, deberán ser sometidos al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental competente.

Es por lo anterior, que en cumplimiento a lo dispuesto por los Artículos 28 de la LGEEPA y 5 incisos O), Q), R) y S) del Reglamento, se somete ante esta H. Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto Casa Lote 23 para que sea evaluado 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.

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…"

"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";

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

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

…XI.- Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

En el caso particular del proyecto Casa Lote 23, cabe señalar que las obras de éste no pretenden la afectación de la zona de manglar registrada en la colindancia oeste del predio. Tanto el camino de acceso como la casa habitación se encuentran a una distancia del manglar de 126.93 m y 205.93 m respectivamente.

"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.

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.

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."

2.4. 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, acuícola 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 de una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos o un régimen de protección especial de conformidad con la normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al 5 por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del 2 por ciento de la superficie total y ésta no rebase dos hectáreas en zonas templadas y cinco en zonas áridas, y

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros:

R) Obras 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 las obras de este proyecto no afectan humedales, ni interrumpen el flujo hídrico o de nutrientes que estos necesitan.

S) Obras en áreas naturales protegidas:

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

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

b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas de conformidad con la normatividad correspondiente.

c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas y aplicables, y

d) Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales.

"Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaria deberá considerar:

I.- Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, **tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación.**

II.- La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos, y

III.- En su caso, la Secretaria podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación **y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente".**

"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.

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".

Con base en lo anterior, la Manifestación del proyecto Casa Lote 23 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 y

- Tampoco se pretende afectar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales.

2.5. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas.

"Artículo 88.- Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:

VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;"

El proyecto que se pretende llevar a cabo no desea causar afectación dañina en el Área Natural Protegida en que se encuentra, durante ninguna de sus etapas, por lo que se somete al estudio conducente con la finalidad de cumplir con lo establecido en las leyes ambientales aplicables.

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

"Artículo 1.- La presente Ley 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 sano 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 el inicio y ejecución del proyecto Casa Lote 23, se implementará un Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos, con la finalidad de dar cumplimiento en todo momento a leyes federales, estatales y municipales, en materia de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos respectivamente.

2.7. Ley General de Vida Silvestre.

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

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

Lo anterior permite a los propietarios donde pretende desarrollarse el proyecto Casa Lote 23 aprovechar una superficie igual o menor a la permitida por el Programa de

Ordenamiento Ecológico aplicable, respetando las disposiciones de la presente ley con respecto a la conservación y manejo de la vida silvestre.

"Artículo 18º. 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.

El propietario y legítimo poseedor del predio, 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 proyecto se apegará a lo establecido en este artículo.

"Artículo 27.- El manejo de ejemplares y poblaciones exóticos sólo se podrá llevar a cabo en condiciones de confinamiento, de acuerdo con un plan de manejo que deberá ser previamente aprobado por la Secretaría y en el que se establecerán las condiciones de seguridad y de contingencia, para evitar los efectos negativos que los ejemplares y poblaciones exóticos pudieran tener para la conservación de los ejemplares y poblaciones nativos de la vida silvestre y su hábitat".

El proyecto no considera la introducción de ejemplares de flora o fauna exótica.

"Artículo 108.- La reparación del daño para el caso de la acción de responsabilidad por daño a la vida silvestre y su hábitat, consistirá en el restablecimiento de las condiciones anteriores a la comisión de dicho daño y, en el caso de que el restablecimiento sea imposible, en el pago de una indemnización la cual se destinará, de conformidad con lo establecido en el reglamento, al desarrollo de programas, proyectos y actividades vinculados con la restauración, conservación y recuperación de especies y poblaciones, así como a la difusión, capacitación y vigilancia".

El desarrollo del proyecto requerirá del desmonte de 663.88 m^2 de vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit), lo que equivale al 1.68 % de la superficie total del predio y al 2.05 % de este tipo de vegetación en el mismo. Dicha superficie incluye la superficie requerida para la construcción de la obra habitacional (371.90 m^2), la superficie para el humedal artificial (20 m^2), y la superficie del acceso principal (271.98 m^2).

Como parte de las medidas de prevención, mitigación y compensación, la promovente contempla dentro de sus actividades el rescate de vegetación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como es el caso de la especie *Thrinax radiata* (Palma chit), y de aquellas que tengan algún valor comercial, histórico, ecológico y cultural. El proyecto no realizará ninguna actividad fuera de las áreas de aprovechamiento descritas en el Capítulo 2, ni requerirá de áreas de amortiguamiento, ya que las razones para invertir en la zona precisamente estuvieron basadas en los aspectos ambientales y naturales del lugar.

Las superficies de aprovechamiento así como los criterios establecidos para el establecimiento en cuanto ubicación, orientación y demás parámetros ambientales se encuentran en apego a lo que dicta el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

2.8. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y su Programa de Manejo

El 20 de Enero de 1986 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Decreto Presidencial que crea el Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, con una superficie de 528,147.6 ha, ubicada en los Municipios de Felipe Carrillo Puerto y Cozumel (actualmente Tulum) en el Estado de Quintana Roo.

De acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva (SEMARNAP-INE. 1993), las normas de uso y la zonificación básica de Sian Ka´an (INE, 1996), la reserva se dividió en dos grandes áreas: las **zonas de amortiguamiento** y **las zonas núcleo**. El área de estudio se ubica en la ***zona de amortiguamiento***.

Debido a que la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an mantiene características en común con otras dos Áreas Naturales Protegidas que fueron decretadas de manera independiente, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) integra en un sólo Programa de Manejo a éstas con el nombre: **Complejo Sian Ka'an.**

El **Complejo Sian Ka'an** abarca los polígonos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian ka'an.

El Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an define con claridad las estrategias de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y los ecosistemas. El Programa de Manejo es un instrumento complementario al decreto del Área Natural Protegida y a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). El Programa considera en su estructura tanto las necesidades de conservación como las necesidades de uso de los actores que inciden en el Complejo. Además, contempla acciones y reglas administrativas orientadas a la protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura, educación y gestión.

El proyecto Casa Lote 23 se localiza como lo hemos comentado en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an mismo que se incluye en el **Complejo Sian ka'an**, por tal motivo es obligación de la promovente vincular a su proyecto con el Programa de Manejo y cumplir con todos los preceptos que éste dicte.

A continuación se presenta la vinculación del Proyecto Casa Lote 23 con el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.

Zonificación

La zonificación propuesta para el Complejo Sian Ka'an se fundamenta en lo establecido en los decretos de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. De este modo, la Reserva de

la Biosfera de Sian ka'an se zonifica en Zonas Núcleo y Zonas de Amortiguamiento y subzonifica en otras áreas.

El predio del proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**, misma que abarca una superficie de 1,459. 2296 ha y está constituida por 14 polígonos.

Las Subzonas de aprovechamiento especial costera corresponden a aquellas superficies que se caracterizan por contener vegetación de duna costera típica de la Península de Yucatán, manglares de franja y manglar chaparro, también, se ubican zonas alteradas donde existían grandes plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*). En ella se ubica el campamento conocido como María Elena, fundado por pescadores provenientes de Cozumel, localizado en la porción central de la costa de Sian Ka'an; este campamento es el más alejado y no cuenta con caminos de acceso, además contiene predios de propiedad privada, en donde se permite la realización de actividades turísticas de bajo impacto ambiental y la instalación de infraestructura habitacional y de servicios, congruentes con políticas ambientales que permiten la permanencia de los recursos naturales, generando beneficio público, sin provocar un desequilibrio ecológico grave y sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales que se establecen en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.

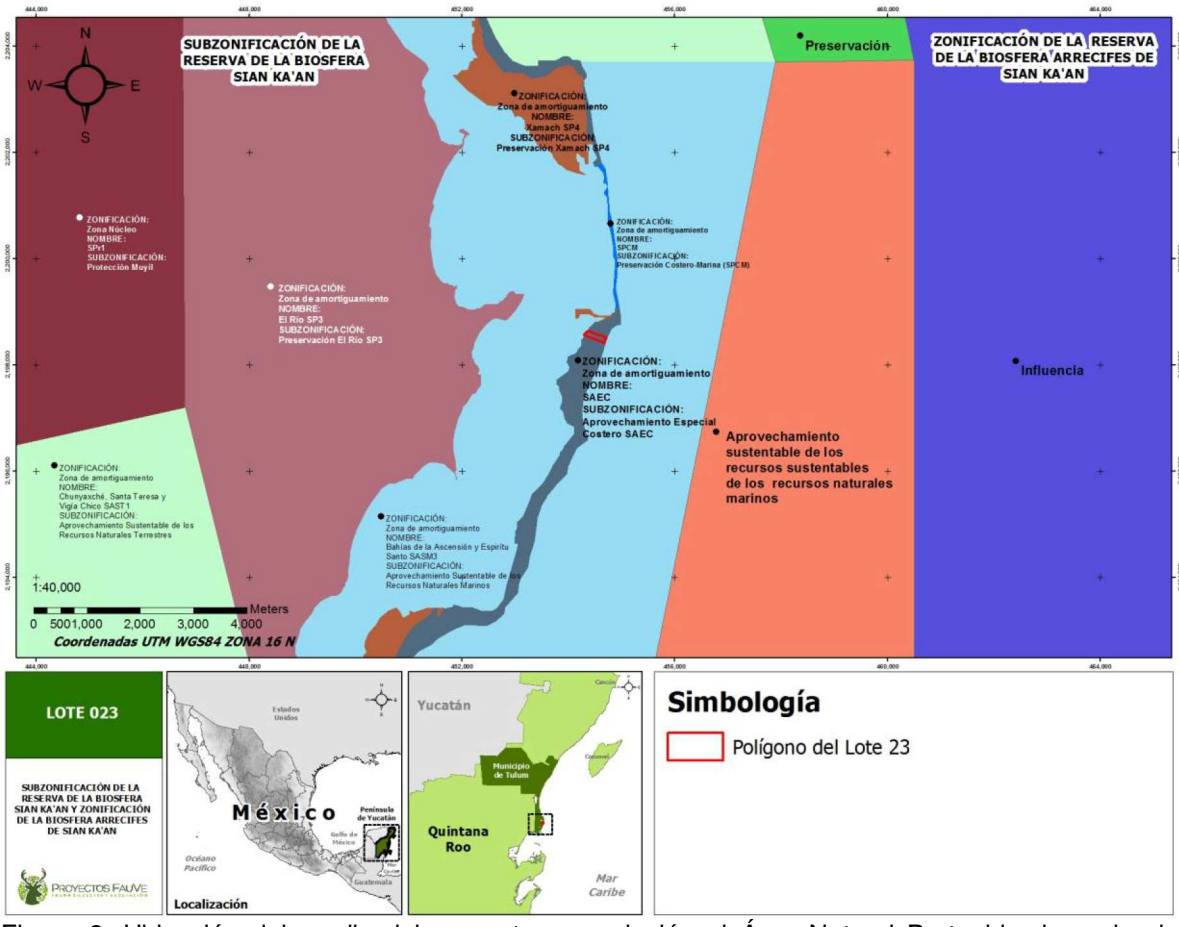


Figura 2. Ubicación del predio del proyecto con relación al Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

Tabla 2. Cumplimiento con los objetivos específicos del Programa de Manejo.

Objetivos	Cumplimiento
Protección.- Favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.	Durante la planificación del proyecto, en el predio se realizaron dos estudios ambientales a. Caracterización de vegetación y b. Caracterización de fauna. Ambos fueron desarrollados por personal capacitado y con amplia experiencia en la materia. Parte de los objetivos, de dichos estudios se centraron en conocer la riqueza del lugar. Con los resultados, se permitió diseñar un proyecto acorde con la naturaleza del sitio y poder implementar acciones de protección a través de la puesta en marcha de dos programas: El Programa de Rescate de Vegetación (Anexo técnico 1) y El Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2). Con los cuales se pretende minimizar el impacto

Objetivos	Cumplimiento
	por el desarrollo del proyecto y a su vez, coadyuvar en las acciones de protección de la reserva, asegurando la protección y conservación de la diversidad biológica.
Manejo.- Establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación y educación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, a través de proyectos sustentables.	Como estrategias de manejo, el proyecto implementará 4 programas orientados a la conservación y protección del predio y sus alrededores tales como: El Programa de Rescate de Vegetación (Anexo técnico 1), el Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2), Programa de Manejo de Residuos (Anexo técnico 3) y el Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 4), además de Acciones específicas para la protección de tortugas marinas. Con lo anterior, se espera sumar acciones en beneficio del cumplimiento de los objetivos de la Reserva.
Restauración.- Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales en los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.	Con base en los estudios ambientales desarrollados para el predio del proyecto, se determinó, que éste se encuentra en buen estado de conservación. Por lo que en términos ambientales, no requiere acciones de restauración, toda vez que se estaría interfiriendo en la dinámica natural del sitio. Exclusivamente, se realizaran actividades de rescate de las áreas de aprovechamiento y se pretende que el mismo material rescatado sea reubicado en el predio. La reubicación de los ejemplares, se llevará a cabo en la periferia del área de aprovechamiento.
Conocimiento.- Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación, la toma de decisiones y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.	El promovente, integra en sus anexos técnicos (5 y 6) los resultados completos de los estudios ambientales de flora y fauna, en espera de que puedan ser de utilidad para los responsables de la Reserva para sus análisis y toma de decisiones.
Cultura.- Difundir acciones de conservación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, propiciando la valoración de los servicios ambientales, mediante la difusión y educación para la conservación de la biodiversidad que contiene.	El proyecto pondrá en marcha el Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 4) que estará dirigido principalmente a los trabajadores que participen en la construcción del mismo, pero también a los propietarios y amigos y familiares que visiten la zona. Con la puesta en marcha de este programa, se pretende difundir información que promueva la conservación de la diversidad de la zona.
Gestión.- Establecer las formas en que se organizará la administración de la Reserva	El proyecto durante sus diferentes etapas de desarrollo se apegará a los esquemas de

Objetivos	Cumplimiento
de la Biosfera Sian Ka'an y los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades aledañas a la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su conservación y aprovechamiento sustentable.	administración que establezca la Reserva para cumplir con las acciones de conservación y aprovechamiento sustentable del sitio.

Tabla 3. Cumplimiento con las actividades permitidas en el marco del Programa de Manejo del predio en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**.

Actividades permitidas	Cumplimiento de las actividades permitidas
1. Acuacultura[1].	El proyecto no pretende el desarrollo de dichas actividades.
2. Apertura de senderos, brechas o caminos.	El proyecto requerirá realizar el desmonte de 271.98 m^2 para la conformación de un camino de acceso el cual no será pavimentado. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con el criterio EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que dicta: "**Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m"**.
3. Colecta científica[2].	El proyecto no pretende el desarrollo de dichas actividades.
4. Colecta científica[3].	El proyecto no pretende el desarrollo de dichas actividades.
5. Construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica, monitoreo del ambiente y administración de la Reserva[4].	El proyecto no construirá este tipo de instalaciones toda vez que éste consiste en el desarrollo de una casa habitación unifamiliar de uso particular.
6. Construir infraestructura temporal en las playas arenosas[5].	El proyecto no contempla la construcción de infraestructura temporal en el frente del predio. Además, como se ha referido en anteriores apartados, actualmente el sitio carece de una playa arenosa ya que se encuentra fuertemente erosionada consecuencia de los fenómenos meteorológicos que han ocurrido en el paso del tiempo.
7. Construir rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar[6].	El proyecto no considera la construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar.
8. Construcción, instalación y operación de	El proyecto consiste en el desarrollo de una

Actividades permitidas	Cumplimiento de las actividades permitidas
establecimientos de servicios recreativos y de hospedaje.	casa habitación unifamiliar de uso particular, por lo que no se ofrecerán servicios recreativos ni de hospedaje.
9. Construcción, instalación y operación de vivienda rural.	El proyecto consiste en el desarrollo de una casa habitación unifamiliar de uso particular, la cual pretende ser ocupada únicamente por periodos vacacionales.
10. Desembarco.	No se realizará este tipo de actividad.
11. Educación ambiental.	El proyecto pondrá en marcha el Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 4) que estará dirigido principalmente a los trabajadores que participen en la construcción y también a los propietarios, amigos y familiares que visiten la zona, con lo que se pretende difundir información que promueva la conservación de la diversidad de la reserva.
12. Establecimiento de UMA.	No se realizará este tipo de actividad.
13. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos.	El proyecto como parte de sus actividades cotidianas pretende la toma de fotografías a modo de recreación.
14. Instalar infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación de aves.	No se instalará infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación de aves.
15. Investigación científica y monitoreo ambiental.	No se realizará este tipo de actividad.
16. Turismo de bajo impacto ambiental[7].	No se realizará este tipo de actividad.

Tabla 4. Cumplimiento con las actividades no permitidas en el marco del Programa de Manejo del predio en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**.

Actividades no permitidas	Cumplimiento de las actividades no permitidas
1. Actividades que impliquen la fragmentación del hábitat.	Se cumple con lo establecido ya que no se fragmentarán los hábitats. Para el desarrollo del proyecto, este se apega a los diversos criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, en cuanto a: ubicación, superficies de aprovechamiento, alturas y demás preceptos urbanísticos. Así como de los objetivos y diversas Reglas Administrativas del Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.

Actividades no permitidas	Cumplimiento de las actividades no permitidas
2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres.	Se cumple con lo establecido, ya que no se realizará esta actividad. Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio, el proyecto pondrá en marcha el Programa de Rescate de Fauna, el cual permitirá la protección de las zonas de alimentación, anidación y reproducción de especies silvestres.
3. Apertura de bancos de material.	Se cumple con lo establecido, ya que no se realizará esta actividad.
4. Aprovechamiento forestal, salvo colecta científica.	El proyecto no pretende el desarrollo de dichas actividades.
5. Agricultura.	Se cumple con lo establecido, ya que no se realizará esta actividad.
6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje[8].	El proyecto no pretende el desarrollo de dichas actividades.
7. Hacer marcas permanentes en árboles plantas.	El proyecto no pretende el desarrollo de dichas actividades.
8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, así como remover, rellenar, trasplantar, podar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su Zona de Influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	Se cumple con lo establecido en el presente criterio, ya que el proyecto no pretende ninguna actividad que afecte la hidrología superficial o subterránea del predio así como tampoco tiene contemplado el desarrollo de actividades en la zona de manglar. Para el desarrollo del proyecto únicamente se aprovecharan zonas de vegetación de Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit). En el predio, la vegetación de manglar se ubica en la parte oeste del mismo a una distancia de 126.93 m del camino de acceso y a 205.93 de la casa que son las zonas de aprovechamiento designadas por el ordenamiento de Sian Ka'an, por lo que en ningún momento se afectará dicha vegetación y sus elementos se mantendrán intactos.
9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras[9].	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades.
10. Limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras.	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de actividades pesqueras.
11. Molestar capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta científica.	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades.
12. Pesca en cenotes.	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades. En el predio del proyecto no existen estos cuerpos de agua.

Actividades no permitidas	Cumplimiento de las actividades no permitidas
13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua.	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades.
14. Utilizar artes de pesca no selectivas[10].	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades.
15. Utilizar vehículos todo terreno o tipo Jeep® en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora.	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades. El proyecto pondrá en marcha el Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 4) que estará dirigido principalmente a los trabajadores que participen en la construcción y también a los propietarios, amigos y familiares que visiten la zona, con lo que se pretende difundir información que promueva la conservación de la diversidad de la reserva.
16. La construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados.	A simple vista en el predio no se aprecian dunas consolidadas, lo anterior posiblemente por los problemas erosivos del lugar, por ello, y para cumplir con el presente criterio, se realizó un estudio topográfico en donde se pudieron verificar las curvas de nivel. Con base en dicho estudio, se observó la presencia de 2 zonas que presentaron las crestas con las máximas elevaciones la primera con 11.30 m y la segunda con 12.30 m respecto del nivel del mar. En el predio no se registra la zona de playa arenosa y con base en el estudio topográfico se observa que la pleamar incluso se registra al interior del límite Este de la propiedad. Tomando en consideración lo anterior, lo descrito en la presente Actividad No Permitida así como lo descrito por el criterio Ah-18 del Programa de Ordenamiento de la Zona Costera de Sian Ka'an, se estableció que el proyecto Casa Lote 23 será desplantado detrás de las máximas elevaciones de las crestas que correspondería al parteaguas de la duna a una distancia de 61 m de la pleamar (Figura 3). Considerando que las máximas elevaciones de las crestas podrían corresponder al primer y segundo cordón de dunas apenas en formación. Cumpliendo con lo que dista el criterio ya que no se construirá

Actividades no permitidas	Cumplimiento de las actividades no permitidas
	infraestructura permanente en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna. Al desplantarse sobre sobre este sitio la promovente pretende no solo la conservación de la duna costera también de su propiedad ya que esta franja funcionará como una barrera protectora ante cualquier fenómeno meteorológico lo que le permitirá al sitio mantener la dinámica natural de consolidación de dunas costeras.
17. No se permite la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes.	Se cumple con lo establecido, ya que no se realizará actividad alguna en el camino comunal Tulum – Punta Allen.
18. Remover la vegetación natural en el cordón de la duna, con excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados.	Como se mencionó en la Actividad No Permitida 16, el proyecto no se construirá en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna, por lo que no se removerá vegetación de estos sitios. Además, el proyecto, no requiere de la apertura de senderos hacia la zona de playa.
19. Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua.	Se cumple con lo establecido, ya que no se tiene contemplado el desarrollo de estas actividades.

[1] Únicamente con especies nativas y que no requieran instalaciones, que no alteren flujos hídricos y que no impliquen la remoción o afectación del manglar.
[2] Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VI, del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.
[3] Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
[4] Siempre que no implique remoción de manglar.
[5] De un poste y hoja de palma o pasto, y exclusivamente en las playas arenosas y fuera de los sitios de anidaciónde tortugas.
[6] Exclusivamente una en la Laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel-Xamach, una enLaguna Pájaros y dos en el Río Temporal, con una distancia promedio de ocho kilómetros entre ellas, y que noafecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar o su remoción.
[7] Tales como acampar, ciclismo, observación de flora y fauna y senderismo interpretativo.
[8] Incluida la recolección de aquello que se deposita en la arena por efecto del oleaje.
[9] Conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del Artículo 3°, de la Ley General de Vida Silvestre.
[10] De conformidad con la Reglas Administrativas 82 y 84.

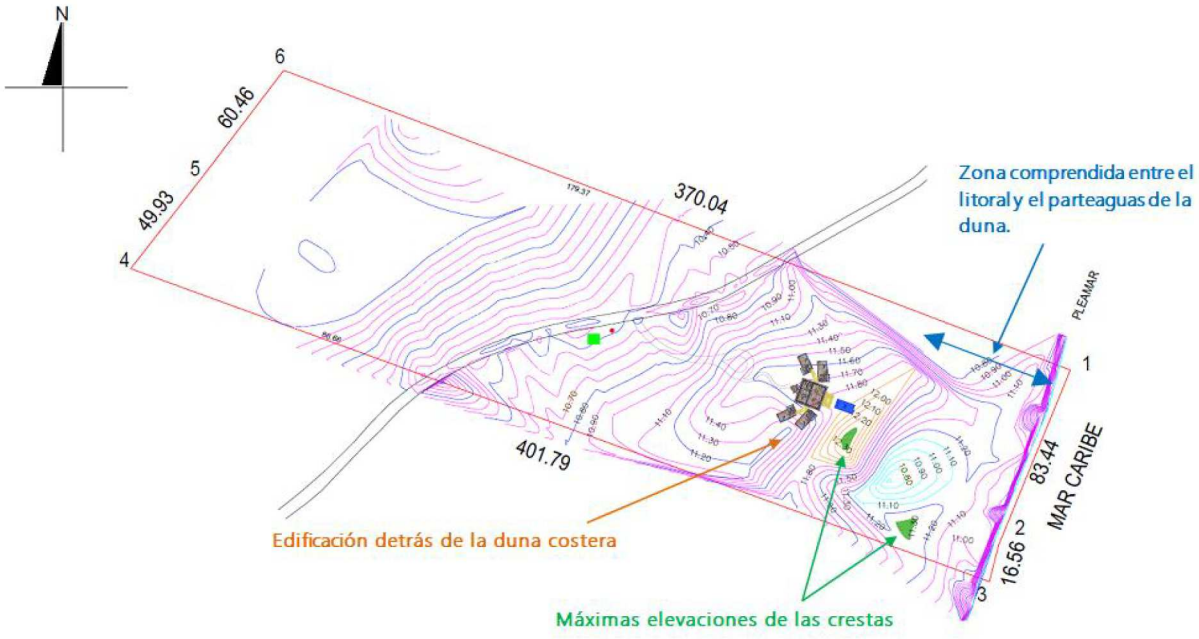


Figura 3. Ubicación del proyecto con respecto al litoral y parte aguas de la duna.

Tabla 5. Cumplimiento con las Reglas Administrativas del Programa de Manejo.

Contenido reglas	Cumplimiento
Regla 1. Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528 mil 147-66-80 hectáreas.	El promovente del proyecto Casa Lote 23 es una persona física, y se da por enterado del cumplimiento obligatorio de las presentes Reglas Administrativas. Por lo anterior, su proyecto se ajusta a lo indicado por el presente Plan de Manejo, Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y demás instrumentos normativos en la materia.
Regla 2. La aplicación de las presentes Reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la Conanp, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	El promovente del proyecto Casa Lote 23, se da por enterado de la aplicación de las presentes Reglas. Así mismo, se compromete a trabajar en conjunto con la CONANP cuando ésta requiera información relativa a su proyecto.
Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, así como a las pertinentes.	La promovente del proyecto, se da por enterado de que las definiciones contenidas en las presentes Reglas, se utilizaran las referencias de la LGEEPA y su Reglamento.

Contenido reglas	Cumplimiento
Regla 4. Las y los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, de la Reserva deberán cumplir con las presentes Reglas Administrativas y tendrán las siguientes obligaciones: I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; II. Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos para recorrer la Reserva; III. Respetar las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la sub zonificación de la Reserva; IV. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma; V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.	La promovente del proyecto Casa Lote 23, se compromete a respetar y cumplir cada una de las obligaciones contenidas en la presente Regla. La promovente como parte del Programa de Educación Ambiental, instalará en su propiedad un señalamiento en donde se describan las presentes obligaciones para que amigos, familiares o visitantes de la zona tengan conocimiento del tema. La promovente, se compromete a colaborar en conjunto con los responsables de la reserva de la CONANP y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), cuando éstas así lo requieran.
Regla 5. La Dirección de la Reserva podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe, con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos; prevención de incendios forestales y protección de los elementos naturales existentes en el área; así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista: ▪ Descripción de las actividades a realizar; ▪ Tiempo de estancia; ▪ Lugares a visitar, y ▪ Origen del visitante.	La promovente, se da por enterado de la información que la Dirección de la Reserva podría solicitar a sus familiares, amigos o visitantes en general a su proyecto. La promovente dará aviso a sus visitantes para que colaboren con el personal de la reserva a fin de contribuir con la ejecución de las presentes reglas y cumplir con los objetivos del Plan de Manejo en materia de protección y conservación del sitio.
Regla 6. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an estará abierta para los turistas y visitantes en un horario de las 07:00 hrs. a las 18:00 hrs. todos los días.	La promovente del proyecto, se da por enterado de las restricciones en cuanto a los horarios de la reserva. La promovente informará oportunamente a familiares, amigos y visitantes sobre los horarios impuestos por la reserva para evitar

Contenido reglas	Cumplimiento
	que éstos realicen alguna actividad fuera el tiempo indicado.
Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo jeep sólo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de diez minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 km/h.	La promovente se da por enterado de las restricciones contenidas en la presente Regla. La promovente informará oportunamente a familiares, amigos o visitantes sobre los límites de velocidad que deberán respetar al interior de la reserva. Asimismo, se destaca que la promovente no pretende realizar recorridos en grupo a través de la reserva, ya que el proyecto se trata de una casa habitación unifamiliar por lo que descartan el desarrollo de estas actividades.
Regla 8. Todos los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.	La promovente del proyecto se da por enterado de la presente Regla. La promovente destaca que durante todas las etapas de desarrollo del proyecto implementará un Programa de Manejo de Residuos (Anexo técnico 3) con el objetivo de dar un manejo y disposición final adecuada de los mismos.
Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva, que requieran autorización, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, en la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.	La promovente se da por enterado del cumplimiento de la presente Regla. Cuando la promovente requiera de alguna autorización por actividades a realizar al interior de la reserva, presentará las solicitudes correspondientes ante las instancias que han sido indicadas cuentas veces sea necesario.
Regla 10. En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la PROFEPA y de otras dependencias de la administración pública federal competentes, así como en situaciones de emergencia y/o contingencia ambiental.	La promovente del proyecto, no considera dentro de ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto el uso de los vehículos indicados en la presente regla.
Regla 11. En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y realizar actividades	El promovente se da por enterado del cumplimiento de la presente Regla. El promovente destaca que durante los

Contenido reglas	Cumplimiento
que causen alteraciones o perturbación a los mismos, excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.	estudios de Caracterización de vegetación y fauna, no fueron observados en el sitio grupos de aves o reptiles, pero si individuos aislados de algunos de ellos. La promovente, se compromete a respetar y cumplir con lo indicado en la presente Regla. Se destaca que la promovente adquirió la propiedad en dicha zona precisamente por el valor y riqueza ambiental del sitio, por lo que en ningún momento es de su interés realizar alguna acción que altere su dinámica natural.
Regla 12. En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.	La promovente destaca que durante todas las etapas de desarrollo del proyecto no hará uso de fogatas.
Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.	La promovente se compromete a dar cumplimiento a lo descrito en la presente Regla. La promovente implementará un Programa de Manejo de Residuos (Anexo técnico 3) en donde se incluyen actividades de manejo para este tipo de materiales.
Regla 14. En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.	La promovente con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (Criterio EI-15) cuenta con la autorización para desarrollar un camino de acceso, el cual no será pavimentado ni rellenado con ningún tipo de material, por lo que este se mantendrá de manera rústica.
Regla 15. En la Reserva queda prohibido el uso de bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables.	La promovente dará aviso a trabajadores de obra, familiares, amigos y visitantes de su proyecto sobre la restricción contenida en la presente regla.
Regla 16. Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.	El proyecto no empleará durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto aparatos sónicos que alteren el comportamiento de la vida silvestre del predio y sus alrededores.
Regla 17. Queda prohibido utilizar dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañe a los organismos de la flora y fauna silvestre, terrestre o acuática, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, así como hacer marcas permanentes en árboles o plantas.	El proyecto no pretende la realización de ninguna de las actividades contenidas en la presente Regla. Las acciones de rescate de fauna silvestre en caso de ser necesario se realizarán por medios mecánicos. Se destaca que durante la caracterización de vegetación, los vértices de los cuadrantes establecidos fueron señalizados con cinta color amarillo / negro para ubicar físicamente las áreas de estudio. Dichas señalizaciones

Contenido reglas	Cumplimiento
	se mantendrán hasta que la secretaria realice recorrido de inspección ya que estos funcionan como comprobante de los trabajos realizados en campo y posteriormente serán retirados. Las cintas de manera natural no tienen una durabilidad mayor a un año por lo que no se prevé la afectación de organismos arbóreos.
Regla 18. Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización.	La promovente como parte de sus medidas de mitigación propone la ejecución de un Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2), principalmente durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Dichas actividades serán ejecutadas por personal capacitado en la materia. Y se pondrá en marcha siempre y cuando en el sitio de aprovechamiento se encuentra algún ejemplar que pudiera correar algún riesgo. En caso de captura, esta sería por métodos manuales y la liberación del ejemplar sería de manera automática en áreas cercanas donde no corra ningún riesgo.
Regla 19. La edificación en predios particulares de menos de 50 metros de frente al Mar Caribe, que no tengan frente a éste o con menos de media hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 75 m^2 de superficie construida.	Las presentes Reglas no son aplicables al predio ya que el Lote 23 cuenta con un frente de playa de 100 m y una superficie de 39,515.837 m^2 (3.95 ha).
Regla 20. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 50 m o mayor de media hectárea sólo se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 100 m^2 de superficie construida.	
Regla 21. La edificación en predios particulares con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m^2 de superficie construida.	
Regla 22. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y con menos de una hectárea se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m^2 de superficie construida.	
Regla 23. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y entre una a dos hectáreas podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m^2 de superficie construida.	
Regla 24. La edificación en predios	El predio del proyecto Lote 23 cuenta con un

Contenido reglas	Cumplimiento
particulares con un frente de playa de 100 metros o más y con más de 2 hectáreas , sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m^2 de superficie construida.	frente de playa de 100 m y una superficie de 39,515.837 m^2 (3.95 ha). La superficie de construcción del proyecto implica el aprovechamiento de 371.90 m^2 de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit) para el desplante habitacional, alberca y biodigestor que forman parte de obras exteriores y decks de madera y terraza consideradas como obras rústicas lo que equivale al 0.94 % de la superficie total del predio. Así mismo, se requiere 20 m^2 para la construcción del humedal artificial que, de acuerdo con el criterio EI-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an especifica que: "**La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en el criterio Ah**". Por otro lado se requiere realizar el desmonte de 271.98 m^2 para la conformación del camino de acceso, superficie que no llevará ninguna obra. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con el criterio EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que dicta: **"Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m".**
Regla 25. Las edificaciones no excederán los dos niveles y los 8 metros de altura.	Con relación a las alturas del proyecto, se destaca que el nivel de piso terminado en azoteas de las recamaras será de 3.60 m. En la zona de sala - comedor se colocará una palapa que será **el punto más alto de la casa con 7.85 m de altura**. Sobre el techo de la recamara 4 será colocado un tinaco Rotoplas cuya altura alcanzará los 2 m por lo que considerando esta última más el terminado en azoteas para esta zona la altura máxima será de 5.60 m.

Contenido reglas	Cumplimiento
Regla 26. En la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costera se podrá construir infraestructura turística o de vivienda rural, la cual solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren.	Con base en lo establecido en la presente Regla y en el criterio MAE-19 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, aplicable al proyecto, el cual establece: **"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 se desplanta en dicha zona como se puede apreciar en la figura 4.

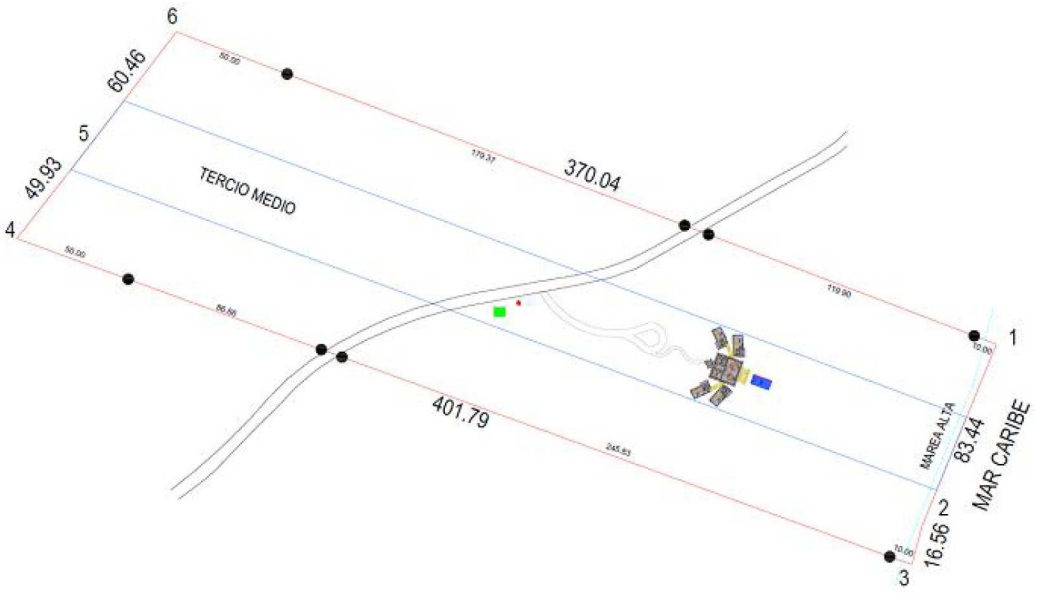


Figura 4. Plano de conjunto del proyecto Casa Lote 23, en donde se aprecia que el proyecto se desplanta en el tercio medio de la propiedad.

Regla 27. En la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) sólo se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 metros, a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 metros.	Con base en lo establecido en la presente Regla así como en el criterio EI-15 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, el cual establece: "**Se permite la construcción de un camino**

Contenido reglas	Cumplimiento
	de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m". Por lo que el proyecto contempla la construcción de un acceso que será de forma sinuosa. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con la presente Regla.

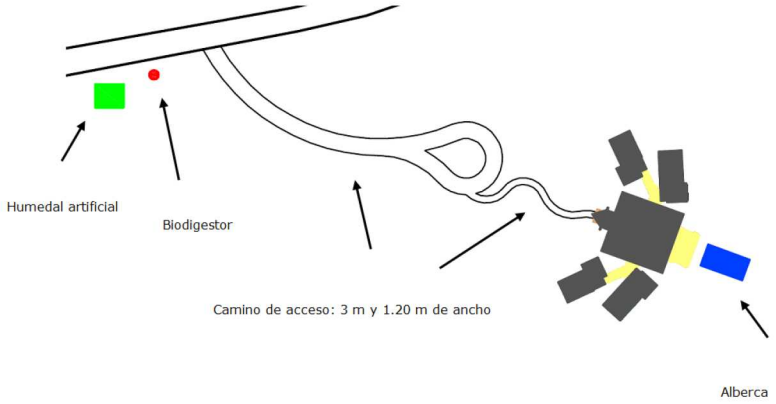
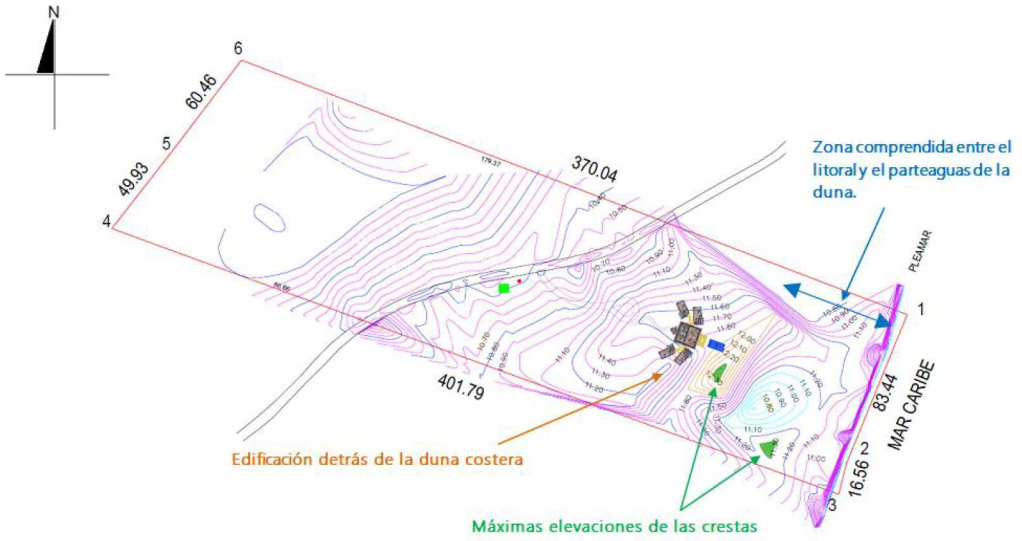


Figura 5. Plano de conjunto del proyecto Casa Lote 23, en donde se aprecia el camino de acceso.

Regla 28. En la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se prohíbe contar con más de un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	Se destaca que el proyecto no contempla la construcción de un pozo toda vez que el abastecimiento de agua será por medio de pipas.
Regla 29. En la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrá instalar y ofrecer servicios públicos de playa o de campamento en lotes menores de 350 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.	Se destaca que el proyecto Casa Lote 23 consiste en una casa habitación unifamiliar y no contempla el desarrollo de las actividades descritas en la presente regla.
Regla 30. En la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrá instalar y ofrecer servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en lotes menores de 600 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.	Se destaca que el proyecto Casa Lote 23 consiste en una casa habitación unifamiliar y no contempla el desarrollo de las actividades descritas en la presente regla.
Regla 31. En la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costero (SAEC) los servicios de hospedaje y otros complementarios para la recreación y turismo sólo podrán ser instalados en los predios de propiedad privada que cuenten	Se destaca que el proyecto Casa Lote 23 consiste en una casa habitación unifamiliar y no contempla el desarrollo de las actividades descritas en la presente regla.

Contenido reglas	Cumplimiento
con una longitud de frente de playa igual o mayor a 600 m. En dichos predios se podrán instalar un máximo de 20 cuartos tipo hotelero. En el caso de que la longitud de frente de playa sea mayor, se podrán instalar cuartos adicionales en función de un máximo de 4 cuartos por cada 100 m o su equivalencia si la longitud es intermedia.	
Regla 32. En las sub zonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP), no se podrá subdividir con fines de construcción de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 metros de frente al Mar Caribe, para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto no considera la subdivisión de la propiedad, por lo que cumple con lo establecido en la presente regla.
Regla 33. En las sub zonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRNCMBP): a) No se podrá construir viviendas e infraestructura permanente de cuartos tipo hotelero o de vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna y entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares. b) No se podrán realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas. c) No se podrá remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de andadores elevados o la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 metros de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa. d) No se podrá usar plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva. e) La superficie de los predios libre de construcción, será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio. f) Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de	Como se mencionó anteriormente, el proyecto Casa Lote 23, se localiza en la subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y este consiste en una casa habitación unifamiliar y cumple con lo establecido por la presente Regla como se indica a continuación: A simple vista en el predio no se aprecian dunas consolidadas lo anterior posiblemente por los problemas erosivos del lugar, por ello, y para cumplir con el presente criterio, se realizó un estudio topográfico en donde se pudieron verificar las curvas de nivel. Con base en dicho estudio, se observó la presencia de 2 zonas que presentaron las crestas con las máximas elevaciones la primera con 11.30 m y la segunda con 12.30 m respecto del nivel del mar. En el predio no se registra la zona de playa arenosa y con base en el estudio topográfico se observa que la pleamar incluso se registra al interior del límite Este de la propiedad. Tomando en consideración lo anterior, lo descrito en la presente Actividad No Permitida número 16, así como lo descrito por el criterio Ah-18 del Programa de Ordenamiento de la Zona Costera de Sian Ka'an, se estableció que el proyecto Casa Lote 23 será desplantado detrás de las máximas elevaciones de las crestas que correspondería al parteaguas de la duna a

Contenido reglas	Cumplimiento
reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva. g) Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje, servicios y en general cualquier edificación que genere aguas residuales, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales. h) Las aguas residuales deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y deberá cumplir con NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. i) Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m3 de agua tratada. Además deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva. j) En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, ésta deberá estar articulada a los sistemas de tratamiento de aguas residuales. k) No se deberán depositar residuos en cualquier cuerpo de agua natural. l) Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, con el fin de evitar su contaminación. m) Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. n) No se podrán instalar ni construir pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de	una distancia de 61 m de la pleamar (Figura 6). Considerando que las máximas elevaciones de las crestas podrían corresponder al primer y segundo cordón de dunas apenas en formación. Cumpliendo con lo que dista el criterio ya que no se construirá infraestructura permanente en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna. Al desplantarse sobre sobre este sitio la promovente pretende no solo la conservación de la duna costera también de su propiedad ya que esta franja funcionará como una barrera protectora ante cualquier fenómeno meteorológico lo que le permitirá al sitio mantener la dinámica natural de consolidación de dunas costeras. Cabe mencionar, que el proyecto cuenta con un Programa de manejo de residuos, mismo que será implementado en todas las etapas del desarrollo y a través del cual se garantiza el manejo y destino final adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos que se pudieran generar derivado de las actividades. Así mismo, las aguas residuales generadas durante la etapa de operación y mantenimiento, serán tratadas a través de un biodigestor y posteriormente dirigidas hacia un humedal artificial, por lo que no se pretende verterlas en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas o cualquier depósito o corriente de agua, incluyendo el subsuelo, toda vez que la superficie es impermeable. Sin embargo, la promovente se compromete a realizar análisis de calidad del agua de forma anual, para dar cumplimiento a la NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales, mismos que serán reportados en los informes de cumplimiento a los que quedará sujeto el proyecto en caso de ser autorizado.

Contenido reglas	Cumplimiento
aquellas clausuradas o en desuso.	
 Figura 6. Ubicación del proyecto con respecto al litoral y parte aguas de la duna.	
Regla 34. Se requerirá autorización de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades: 1. Actividades comerciales dentro de superficie en metros cuadrados naturales protegidas; 2. Actividades turístico recreativas dentro de superficie en metros cuadrados naturales protegidas, en todas sus modalidades, y 3. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en superficie en metros cuadrados naturales protegidas.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en una casa habitación unifamiliar y no contempla el desarrollo de las actividades descritas en la presente regla.
Regla 35. El período de recepción de solicitudes a que se refiere la fracción II de la Regla anterior, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año. La vigencia de las autorizaciones será: 1. Para las actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías) por un año; 2. Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas dentro de la Reserva, y 3. Por el período que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requieran más de un técnico especializado.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en una casa habitación unifamiliar y no contempla el desarrollo de las actividades descritas en la presente regla.
Regla 36. Para realizar las siguientes	El proyecto como parte de las medidas de

Contenido reglas	Cumplimiento
actividades se deberá presentar previamente un aviso acompañado con el proyecto correspondiente, a la Dirección de la Reserva: 1. Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo; 2. Educación ambiental que no implica ninguna actividad extractiva dentro del Área Natural Protegida; 3. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo, y 4. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal. 5. Previo a la realización actividades de investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre, el interesado deberá, además de contar con la autorización correspondiente, presentar un aviso ante la Dirección.	mitigación, contempla la ejecución de un Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 4) que estará dirigido a trabajadores de la obra, familiares y visitantes, además de un Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2) durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, siempre y cuando sea necesario. En ambos casos, en la presente MIA-P se presentan ambos documentos, por lo que previo a su ejecución se dará aviso a la Dirección de la Reserva y se presentará copia de los mismos.
Regla 37. Se requerirá de autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables: 1. Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades; 2. Colecta de recursos biológicos forestales, en todas sus modalidades; 3. Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre; 4. Aprovechamiento para fines de subsistencia; 5. Obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental, en todas sus modalidades; 6. Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y	La promovente se da por enterada de la presente Regla y se compromete a solicitar las autorizaciones correspondientes en caso de realizar alguna de las actividades aquí descritas. 1. La promovente no contempla en ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto la colecta de ejemplares, partes o derivados de vida silvestre con fines de investigación. 2. El promovente como parte de sus medidas de mitigación y compensación, ejecutará un Programa de Rescate de Vegetación que incluirá rescate de ejemplares de 20 a 40 cm de altura de la especie de Palma Chit (*Thrinax radiata*), estacas de flor de mayo (*Pouteria sp*) y colecta de semillas de *T. radiata* y Guamuchil (*Pithecellobium keyense)* con esta medida se pretende minimizar el impacto por las acciones de desmonte de vegetación. Todo el material vegetal que sea rescatado, será mantenido en el predio para posteriormente reubicarlo dentro del mismo predio en los alrededores

Contenido reglas	Cumplimiento
poblaciones que se tornen perjudiciales, y 7. Registro de Unidades de Manejo para la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre (UMA).	de las áreas de aprovechamiento. O bien, donde la autoridad correspondiente lo indique. Si la autoridad no está de acuerdo en las acciones de rescate de vegetación, la promovente acatará lo que ésta indique. 3. La promovente no pretende el aprovechamiento extractivo de ejemplares de vida silvestre. 4. La promovente no pretende el aprovechamiento de vida silvestre con fines de subsistencia. 5. El proyecto aquí presentado, corresponde a una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para solicitar a la autoridad competente el permiso en materia ambiental para el desarrollo de una casa habitación unifamiliar, por lo anterior, el promovente está cumpliendo con los trámites solicitados. 6. El promovente no pretende actividades de control de especies que se tornan perjudiciales. 7. El proyecto corresponde a la construcción de una casa habitación unifamiliar y no de ningún otro tipo de proyecto.
Regla 38. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades: 1. Aprovechamiento de aguas superficiales, y 2. Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales.	El proyecto en ninguna de sus etapas tiene contemplado el aprovechamiento de aguas superficiales o subterráneas. Toda el agua que éste ocupe durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto será abastecida por medio de pipas y almacenada en tinacos de obra y el de operación.
Regla 39. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la SEMARNAT para el uso aprovechamiento o explotación de una superficie de playa y/o zona federal marítima terrestre y/o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.	El proyecto actualmente carece de playa ya que por efectos naturales ésta se ha erosionado. Actualmente la Zona Federal Marítimo Terrestre se encuentra dentro de la propiedad, por lo que la promovente tiene terrenos cedidos al mar. De ser aprobada la presente MIA-P la promovente realizará los trámites correspondientes para la obtención de las concesiones en caso de que fuera necesario ya que ésta sólo pretende el aprovechamiento de playa para fines recreativos de sus familiares, amigos y visitantes de la zona sin que ésta obtenga algún beneficio económico.

Contenido reglas	Cumplimiento
Regla 40. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere en el presente capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y para brindar transparencia y certeza jurídica a los particulares se podrá consultar el Registro Federal de Trámites y Servicios a cargo de la Secretaría de Economía, en la página www.cofemer.gob.mx.	La promovente se da por enterado y se compromete a cumplir con lo indicado por la presente Regla.
Regla 41. Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en la presentes Reglas y, en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables. La Dirección de la Reserva no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de sus actividades dentro del mismo.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar actividades turísticas que le retribuyan algún beneficio económico.
Regla 42. Los prestadores de servicios que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán observar lo siguiente: 1. Informar a los usuarios que están ingresando a un Área Natural Protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y en general de los recursos naturales y la protección del entorno natural, y hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia, pudiendo apoyar esa información con material gráfico y escrito; 2. Observar un intervalo entre salidas de embarcaciones de al menos 20 minutos, tanto para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil como del sistema lagunar Boca Paila, quienes registrarán su salida en la caseta de vigilancia Muyil y centro de visitantes Caapechén, respectivamente; 3. Para las embarcaciones que realizan flotación recreativa en el tramo del canal que	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar actividades turísticas que le retribuyan algún beneficio económico.

Contenido reglas	Cumplimiento
une la laguna Chunyaxché en la SUP1 con el sistema lagunar Boca Paila en la SUP2, respetar la capacidad de carga máxima de 4 embarcaciones motorizadas en el muelle del sitio arqueológico Xlapak, así como 4 embarcaciones en el Chan Muelle, para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil y del sistema lagunar Boca Paila, respectivamente, con el objeto de reducir el riesgo de erosión en los bordes y lecho del canal, así como daños a la vegetación, además de evitar la aglomeración de visitantes en el sitio arqueológico, los muelles y el canal; 4. A efecto de reducir la erosión en los canales y lagunas, las embarcaciones que naveguen en la SUP1 y SUP2, deberán usar motores de hasta 40 caballos de fuerza; 5. Durante la flotación recreativa las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil deberán permanecer en el muelle del sitio arqueológico, mientras sus pasajeros inician la actividad y retornan a las embarcaciones a través del sendero Ximbal-Ha, y las embarcaciones provenientes del sistema lagunar Boca Paila deberán permanecer en el Chan Muelle mientras sus pasajeros acceden al sitio arqueológico a través del mismo sendero para realizar la actividad, y 6. Para las embarcaciones que realizan actividades turísticas en las inmediaciones de Punta Allen en la SASM3 deberán respetar la capacidad de carga consistente en 30 buzos por día como máximo en cada unidad arrecifal, entendiendo como éstas a las 14 formaciones principales ubicadas frente a la Colonia Javier Rojo Gómez, que comprenden colonias de corales duros de forma irregular, que estarán señaladas con boyas de amarre especiales para esta actividad. Estas estructuras arrecifales sirven de sustrato a varios grupos de organismos marinos como corales, gorgonáceos y algas, así como son hábitat de peces y langostas.	
Regla 43. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los turistas, así como de los	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar actividades turísticas que le retribuyan algún beneficio económico.

Contenido reglas	Cumplimiento
que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades dentro de la Reserva. Asimismo, deberá designar un guía por cada grupo de turistas, que será responsable del comportamiento del grupo y deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y la conservación de la Reserva.	
Regla 44. Los guías que presenten sus servicios en la Reserva deberán cumplir, según corresponda, con lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: NOM-05-TUR-2003, requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para garantizar la prestación del servicio; NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural; NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas, y NOM-011-TUR-2011, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios de Turismo de Aventura.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular y la promovente no desarrollara las actividades descritas en la presente Regla.
Regla 45. Los visitantes deberán observar las siguientes disposiciones durante su estancia en la Reserva: 1. No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva; 2. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, colectar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural); 3. Las actividades de campismo se podrán realizar únicamente dentro de las sub zonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC y SAS-CMBP, conforme a la sub zonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe; 4. Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y	El proyecto Casa Lote 23 considera un Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 4), que estará dirigido principalmente a los trabajadores que participen en la construcción del mismo, pero también a los propietarios, amigos y familiares que visiten la zona. En el Programa se ofrecerá información sobre las disposiciones que se deben cumplir al interior de la Reserva, incluyendo las mencionadas en la presente regla.

Contenido reglas	Cumplimiento
5. El embarque y desembarque deberá efectuarse exclusivamente en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y sub zonificación del presente instrumento.	
Regla 46. Dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.	La promovente informará a sus trabajadores de obra, familiares, amigos y visitantes del sitio sobre los límites de velocidad máximos establecidos al interior de la Reserva y lugares establecidos para estacionamiento, por lo que se compromete a dar cabal cumplimiento a lo indicado en la presente Regla.
Regla 47. Las actividades de buceo libre y autónomo estarán sujetas a lo siguiente: 1. El tamaño máximo de los grupos es de 6 visitantes acompañados por un guía; 2. Mantener una distancia no menor de 2.5 metros de las formaciones coralinas; 3. Únicamente el instructor de buceo podrá portar cuchillo; 4. Queda prohibido el uso de guantes; 5. En las actividades buceo libre será obligatorio la utilización de chalecos salvavidas para todos los usuarios y guías, y 6. En las actividades buceo autónomo es obligatoria la supervisión de un instructor de buceo acreditado, y las embarcaciones deberán estar sujetas a las boyas de amarre.	El promovente no pretende realizar este tipo de actividades en ninguna de las etapas del proyecto, en caso contrario será a través de las prestadoras de servicios ya establecidas solo para fines recreativos.
Regla 48. Todo investigador que ingrese a la Reserva con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección de la Reserva sobre el inicio de sus actividades, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente; asimismo, deberá informar al mismo del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección de la Reserva una copia de los informes exigidos en dicha autorización.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 49. Quienes realicen actividades de colecta científica dentro de la Reserva, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 50. La colecta científica a que hace referencia el artículo 2o., fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, deberá realizarse respetando el hábitat de las especies de flora o fauna silvestres en riesgo y deberá hacerse de tal manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia,	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.

Contenido reglas	Cumplimiento
desarrollo y evolución de dichas especies.	
Regla 51. Para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas sub zonas que comprende la Reserva de la Biosfera, y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los investigadores, estos últimos deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la NOM-126-SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de creación de la Reserva, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 52. Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la región ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia, con el objeto de evitar la fragmentación de los ecosistemas.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 53. La colecta científica, tanto de vida silvestre como de recursos biológicos forestales se llevará a cabo con el consentimiento previo, expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del sitio donde ésta se realice, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 54. En el caso de organismos capturados accidentalmente, éstos deberán ser liberados en el sitio de la captura.	La promovente como parte de sus acciones de mitigación, pretende el desarrollo de un Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2), únicamente cuando por las actividades de preparación y construcción del proyecto así lo amerite. Los ejemplares rescatados serán reubicados en sitios cercanos pero fuera de las áreas que pudieran ser de riesgo para los mismos. Si la autoridad no está de acuerdo en que la promovente ejecute dicho programa, ésta se apagará a lo que le indique.
Regla 55. El establecimiento de campamentos para actividades de investigación científica se podrá realizar sólo en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y sub zonificación del presente instrumento quedando sujeto a los términos especificados en la autorización, así como a lo previsto en la fracción III de la Regla 45.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.

Contenido reglas	Cumplimiento
Regla 56. Todas las embarcaciones que ingresen a la Reserva deberán cumplir con las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 57. En los canales, superficie en metros cuadrados de anidación de aves acuáticas y superficie en metros cuadrados de buceo de las sub zonas SUR2, SP2, SP3, SP5, SASM1, SASM2, SASM3, SUP1, SUP2, SUP3 y SAS-CMBP, la velocidad máxima será de 4 nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 58. Dentro de la Reserva no podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones y abastecimiento de combustible, o cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área Natural Protegida.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 59. Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección de la Reserva, PROFEPA o SEMAR, para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular y la promovente no pretende el uso de embarcaciones. Sin embargo, en caso de utilizar alguna embarcación en el tiempo a modo de recreación particular o bien observar algún incidente como el mencionado en la presente Regla, se dará cumplimiento a lo establecido en la misma.
Regla 60. En caso de emergencia, la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua de la Reserva, a fin de evitar daño a los ecosistemas.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 61. Dentro de la Reserva sólo se permitirá el anclaje zonas de fondo arenoso, libres de arrecifes, la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 62. Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono de la Reserva, instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.

Contenido reglas	Cumplimiento
grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el área.	
Regla 63. Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de los prestadores de servicios descargar las aguas residuales y desperdicios orgánicos de comida fuera de la Reserva, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 64. Para el aprovechamiento de leña para uso doméstico en la Reserva deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.	El proyecto Casa Lote 23 no considera el uso de leña para uso doméstico, toda vez que usará estufa eléctrica, para la preparación de sus alimentos.
Regla 65. El aprovechamiento de subsistencia en la Reserva se podrá llevar a cabo por los pobladores de la Reserva, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los ecosistemas de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	El proyecto Casa Lote 23 no considera el aprovechamiento de subsistencia en ninguna de sus etapas. Por lo que dará cumplimiento a lo establecido en la presente regla.
Regla 66. Sólo se podrán realizar actividades de reforestación con variedades de coco (Cocos nucífera) en las sub zonas SPCM, SAEC y SAS-CMBP, hasta un 50% del frente al mar de cada predio, de modo que la vegetación de duna pueda regenerarse en el 50% restante.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular. El promovente pretende el rescate de vegetación de las áreas de aprovechamiento y los ejemplares rescatados los reforestará en el mismo predio. No se contempla el rescate y reforestación con palma de coco.
Regla 67. Sólo se permitirá la instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras que se ubican en la SAEC debiendo guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 metros en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y sin afectar el manglar.	El proyecto Casa Lote 23 no considera la instalación de muelles o embarcaderos rústicos.
Regla 68. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse en las sub zonas que así lo establezcan mediante líneas manuales, y estará sujeta a lo previsto por la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.

Contenido reglas	Cumplimiento
Regla 69. Los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa dentro de la Reserva deben contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y para la pesca comercial con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en su caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promoverte y no considera la realización de actividades productivas vinculadas a la pesca comercial o deportivo-recreativa dentro de la Reserva.
Regla 70. Durante las actividades pesqueras no se deberá dañar, contaminar o alterar el medio marino de la Reserva, así como remover, destruir y arrastrar el fondo marino. Asimismo, los aprovechamientos pesqueros no deberán implicar la captura incidental de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, ni el volumen de captura incidental deberá ser mayor que el volumen de la especie objeto de aprovechamiento, salvo que la Secretaría, conjuntamente con la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, establezcan tasas, proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga, así como las condiciones, para un volumen superior de captura incidental en relación con la especie objetivo, mediante acuerdo que deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación cada tres años. En su defecto, el último acuerdo publicado mantendrá su vigencia.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 71. Las especies de sábalo, palometa, macabí y róbalo podrán utilizarse preferentemente para la pesca deportivo-recreativa de captura y liberación.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 72. En las actividades de pesca no se permite utilizar artes de pesca no selectivas como almadraba, trampas de corazón, trampas de atajo, redes de enmalle y de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente, por lo que en ningún momento pretende desarrollar este tipo de actividades.
Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado, deberá cumplir con los lineamientos de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en	Las aguas grises y negras generadas serán enviadas a un biodigestor de la marca Rotoplas dentro del cual se realizará el primer tratamiento, posteriormente, estas serán canalizadas a un humedal artificial. Lo anterior, ya que en la zona no existen sistemas de alcantarillado, ni drenaje. En el

Contenido reglas	Cumplimiento
Aguas y Bienes Nacionales, la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y sólo podrá llevarse a cabo en la Sub zona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Sub zona de Asentamientos Humanos.	humedal artificial las aguas serán absorbidas por diversas especies de plantas. La promovente no pretende el vertimiento de este tipo de aguas a ningún otro sitio.
Regla 74. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico de cuerpos de agua ubicados en las zonas de amortiguamiento de la Reserva requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la NOM-003-CNA-1996, requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	La promovente no pretende el aprovechamiento ni construcción de ningún pozo de agua. Toda el agua utilizada durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto será abastecida por medio de pipas.
Regla 75. En la Sub zona de Uso Público Chunyaxché (SUP1) solo podrán autorizarse un máximo de 30 embarcaciones motorizadas para realizar actividades turísticas recreativas. Las cuales estarán distribuidas de la siguiente manera: a) 15 embarcaciones en la ruta de navegación de Laguna Muyil al Muelle de Xlapac, y b) 15 embarcaciones en la ruta de navegación de la Laguna Caapechén-Boca Paila al sitio conocido como Chan Muelle.	El proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**, por lo que no es aplicable la presente Regla.
Regla 76. En la Sub zona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2), sólo podrán autorizarse un máximo de 32 embarcaciones, para realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas.	El proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**, por lo que no es aplicable la presente Regla.
Regla 77. En la Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM3) Bahías de la Ascensión polígonos 3 y 4, Sub zona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR 1) polígonos 1 y 2, y en la Sub zona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2), sólo se podrán realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas, sin rebasar la capacidad de carga de 140 embarcaciones para las sub zonas y los polígonos señalados.	El proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**, por lo que no es aplicable la presente Regla.
Regla 78. La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general, requieren previo a su realización de la autorización en materia de impacto ambiental a que hace	La presente MIA-P corresponde al trámite de autorización en materia de impacto ambiental para una casa habitación unifamiliar. Dicho estudio cumple con lo establecido en las diversas leyes y sus

Contenido reglas	Cumplimiento
referencia el artículo 28, fracciones I y XI de la LGEEPA, así como la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad a lo dispuesto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	reglamentos, planes de manejo así como ordenamientos en la materia. Adicional a la solicitud en materia de impacto ambiental, la promovente, solicitará los permisos correspondientes en **materia de cambio de uso de suelo con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**
Regla 79. Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en Reserva, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro del mismo, se establecen las siguientes sub zonas: Zona Núcleo Muyil: 1. Sub zona de Protección Muyil (SPr1). Abarca una superficie de 33,418.5 hectáreas, constituida por un polígono. Zona Núcleo Cayo Culebras: 2. Sub zona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2). Abarca una superficie de 6,105.0000 hectáreas, constituida por un polígono. Zona Núcleo Uaimil: 3. Sub zona de Protección Uaimil (SPr2). Abarca una superficie de 225,926.7310 hectáreas, constituida por un polígono. 4. Sub zona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1). Abarca una superficie de 14,253.7690 hectáreas, constituida por cuatro polígonos. Zona de Amortiguamiento 5. Sub zona de Preservación Tzigual (SP1). Abarca una superficie de 22,476.0971 hectáreas, constituida por un polígono. 6. Sub zona de Preservación Punta Nilut, Cayo Culebras, Lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2). Abarca una superficie Total de 12,671.0169 hectáreas, constituida por siete polígonos. 7. Sub zona de Preservación El Río (SP3). Abarca una superficie de 7,757.6637 hectáreas, constituida por un polígono. 8. Sub zona de Preservación Xamach (SP4). Abarca una superficie de 979.3170 hectáreas, constituida por 10 polígonos. 9. Sub zona de Preservación Marina Yuyum Mario Lara, Moox Kaanab y Tantaman	El proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**, la promovente se apega en todo momento a los lineamientos establecidos para esta subzona con el objetivo de colaborar con la conservación de la biodiversidad aquí presente.

Contenido reglas	Cumplimiento
(SP5). Abarca una superficie de 10,011.0219 hectáreas, constituida por tres polígonos. 10. Sub zona de Preservación Refugios Pesqueros (SP6). Abarca una superficie de 1,032.1984 hectáreas, constituida por ocho polígonos. 11. Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM1), (SASM2), (SASM3). Constituida por diez polígonos marinos con una superficie total de 123,143.1804 hectáreas. 12. Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono. 13. Sub zona de Uso Público Chunyaxché (SUP1). Constituida por un polígono con una superficie total de 2,158.0602 hectáreas. 14. Sub zona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2) - Mosquitero (SUP3), abarca una superficie total de 4,360.8986 hectáreas constituida por dos polígonos. 15. Sub zona de Asentamientos Humanos Colonias de Pescadores Javier Rojo Gómez y Punta Herrero (SAH). Abarca una superficie de 34.3812 hectáreas, constituida por dos polígonos. 16. Sub zona de Recuperación El Playón (SR). Abarca un superficie de 116.5249 hectáreas, constituida por un polígono. Sub zonas definidas para la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an: 17. Sub zona de Preservación Costero-Marina. (SPCM) Abarca una superficie de 1,073.3907 hectáreas, comprende 17 polígonos. 18. Sub zona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC). Abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos. 19. Sub zona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAS-CMBP). Abarca una superficie de 22.7376 hectáreas, constituida por un polígono.	
Regla 80. El desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las sub zonas a que se refiere la regla anterior, se	El proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera**

Contenido reglas	Cumplimiento
estará a lo previsto en el apartado denominado Zonificación y sub zonificación del presente programa de manejo.	**(SAEC)**, la promovente se apega en todo momento a los lineamientos establecidos para esta subzona.
Regla 81. Dentro de la Reserva, queda expresamente prohibido: I. Ejecutar de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo. II. Colectar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de las zonas núcleo. III. Cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las zonas núcleo. IV. Cazar y capturar las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, saraguato, tapir, manatí, temasate, jabalí y oso hormiguero.	El proyecto Casa Lote 23 se localiza en la **Zona de Amortiguamiento** en la **Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)**, la promovente se apega en todo momento a los lineamientos establecidos para la subzona.
Regla 82. La inspección y vigilancia del cumplimiento de las presentes Reglas, corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal.	La promovente se da por enterada de las competencias establecidas en la presente Regla.
Regla 83. Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas de la Reserva deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o de la Dirección de la Reserva, con el objeto de realizar las gestiones correspondientes.	La promovente se da por enterada de la presente Regla y se compromete a colaborar con las instituciones correspondientes en caso de observar y detectar algún ilícito que ocurra dentro de la Reserva, lo anterior, ya que la promovente adquirió la propiedad en dicha zona por el valor ambiental que ésta presenta por lo que es de su interés que es sitio se mantenga o bien mejore sus condiciones.

2.9. 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, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012 regula 203 Unidades de Gestión Ambiental clasificadas en Áreas Marinas y Áreas Regionales.

Este Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos, unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones generales, específicas y criterios ecológicos de acuerdo a la UGA correspondiente.

El programa tiene como objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El proyecto Casa Lote 23 se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 147 de dicho ordenamiento, por lo cual, a continuación se vincula con las acciones generales y particulares, además de los criterios específicos para Islas.

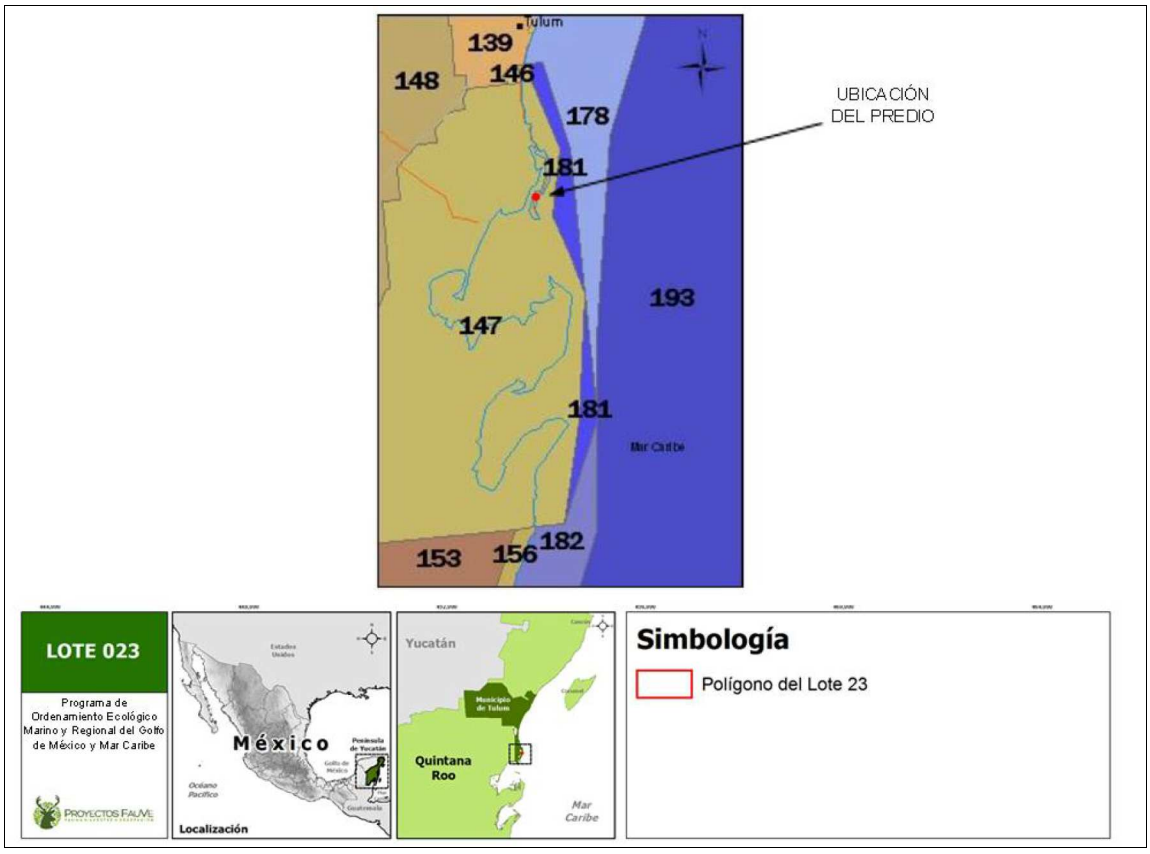


Figura 7. Ubicación del predio del proyecto Casa Lote 23 con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Tabla 6. Concordancia con el articulado del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**.**

Artículo	Cumplimiento
Artículo Primero.- Se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a la superficie en metros cuadrados o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.	El proyecto, se incorpora desde sus respectivas obligaciones a los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), ya que este se ubica en la superficie en metros cuadrados o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.
Artículo Segundo.- Se da a conocer la parte	El proyecto, se da por enterado de la parte

Artículo	Cumplimiento
Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.	Regional del POEMyRGMyMC, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.
Artículo Tercero.- Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	El proyecto, estará atento a que en los términos del Convenio en el presente descrito del POEMyRGMyMC, por el Gobierno del Estado de Quintana Roo, que expida, mediante sus órganos de difusión oficial.

Tabla 7. Concordancia con las acciones generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**.**

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Por las condiciones naturales del sitio, el proyecto tiene la necesidad de que su abasto de agua no sea por pozos de extracción por lo que esta será por medio de pipas en las diversas etapas del mismo. Debido a las condiciones en el abasto de agua, el proyecto se ve en la necesidad de utilizar sistemas de ahorro de agua, por lo que tanto en el área de cocina, como sanitarios, se contempla el uso de válvulas dosificadoras de agua, válvula de selección de volumen de agua en cajas del inodoro y regaderas.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	En el proyecto está de acuerdo y apoya a que se promuevan el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con las autoridades competentes.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Aunque el proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar y la promoverte apoya la creación de Unidades de Manejo Ambiental (UMA), ya que esto puede mejorar las condiciones ambientales de la zona costera de Quintana Roo, actualmente no se tiene contemplado la consolidación de una. Sin embargo, en caso de tener la intención de

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
		registrar una UMA, se dará cumplimiento a lo establecido por la autoridad.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	En el proyecto se verificará constantemente la existencia de las campañas de vigilancia y control descritas en la presente acción. Asimismo, la promovente destaca que como parte de las medidas de prevención y mitigación, pondrá en marcha el Programa de Rescate de Vegetación y el de Rescate de Fauna, anexos en el presente documento, haciendo hincapié en las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto como hemos venido refiriendo, consiste en una casa habitación unifamiliar. Dentro de sus actividades no pretende el establecimiento de bancos de germoplasma. Sin embargo, dado que el predio se encuentra en una Reserva de la Biosfera, sería posible que personal responsable de la misma requiera hacer colectas científicas, por lo que la promovente se da por enterado del presente criterio y se compromete a colaborar en el desarrollo de dichas actividades.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Para contribuir con lo que dicta la acción, la promovente, ha considerado la implementación de acciones como: • Colocación de paneles solares que no utilizan ningún químico que promueva la combustión. • Uso de equipos ahorradores de luz como focos LED. • La parrilla será eléctrica. • No se contara con boiler. • No serán colocados aires acondicionados. • No se contará con equipo de refrigeración, la casa habitación solo será utilizada para periodos vacacionales cortos. • No se utilizarán pesticidas o fertilizantes. Por mencionar los más importantes.
G007	Fortalecer los programas económicos	El promovente se da por enterado de lo

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
	de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	descrito en la acción y se compromete a colaborar con las instancias correspondientes en pro de cumplir con las metas establecidas.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto Casa Lote 23 consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar de uso particular de la promovente. En ninguna de las etapas de desarrollo la promovente pretende el uso de OGM.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	En el proyecto como parte de sus actividades, se realizó una planificación del mismo. Como hemos indicado se trata de una casa habitación unifamiliar, en cuyo diseño fueron considerados criterios urbanísticos como: superficies de aprovechamiento, altura de la infraestructura, número de cuartos, número de baños, ubicación de la infraestructura entre otros según lo dictado por los diversos instrumentos ambientales aplicables al mismo. Con lo anterior y aunque no se trata de una vía de comunicación terrestre, la promovente quiere mantener las características naturales del sitio sin que este se vea afectado o fragmentado por el desarrollo de su obra.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El promovente se da por enterado de lo descrito en el presente criterio y se compromete a colaborar con las instancias correspondientes para coadyuvar al cumplimiento del presente. En el predio del proyecto, no existen áreas agropecuarias o indicios de que el sitio en el pasado fue utilizado como tal.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto se pretende desarrollar en una zona costera, previo a su diseño se realizó una planificación del mismo en cuanto a cumplir con los parámetros urbanísticos permitidos en el sitio de tal forma que no genere impactos significativos en la zona y minimizar posibles afectaciones actuales o futuras en el lugar. El proyecto también ha considerado dentro de su planificación, la aplicación de medidas de prevención y mitigación para contrarrestar los impactos derivados de la construcción y operación

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
		del proyecto por lo que se da cumplimiento a la presente acción.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	En la zona donde pretende desarrollarse el proyecto, no existen parques industriales.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Durante la caracterización de vegetación y fauna realizada en el predio del proyecto, no fueron detectadas especies invasoras. Sin embargo, la promovente estará pendiente en caso de ocurrir lo contrario para dar reporte a las autoridades correspondientes y en su caso tramitar los permisos correspondientes para control de las mismas. Se aclara que el proyecto en ninguna de sus etapas tiene contemplado la introducción de especies invasoras.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	En el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, no existen ríos.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	En el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, no existen ríos.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	En el lote donde pretende desarrollarse el proyecto no existen formaciones como las descritas en la presente acción.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	En el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, no existe el desarrollo de actividades como las descritas en la presente acción.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, no existen cauces naturales de agua. El proyecto pretende el rescate de vegetación característica del sitio enfocada en las áreas de aprovechamiento como medidas de mitigación y compensación por el desarrollo de sus actividades.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Por su ubicación, el proyecto Casa Lote 23 a considerado los criterios y parámetros establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de Sian Ka'an así como por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Golfo de México y Mar Caribe, además de otras leyes Federales y Normas aplicables en la materia.
G020	Recuperar y mantener la vegetación	En el predio del proyecto no existen los

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
	natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	cuerpos de agua descritos en la presente acción. Existe una franja de manglar en la porción oeste del polígono, sin embargo, esta no será aprovechada en ningún momento por lo que este tipo de vegetación se mantendrá en estado natural.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto no contempla el uso de tecnologías productivas ni extractivas; por lo tanto sólo se da por enterado del presente criterio.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto no contempla el uso de tecnologías productivas intensivas ni extractivas; por lo tanto sólo se da por enterado de la presente acción.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	La presente acción, consideramos es competencia de las autoridades correspondientes mediante la implementación de dichas campañas dentro de la normatividad aplicable. Así mismo, cabe mencionar que en el sitio del proyecto no se identificaron especies que se consideren como plagas o que pudieran convertirse en tales; en ese sentido, sólo la promovente se da por enterada del presente criterio.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Como parte de las medidas de mitigación y compensación, la promovente pretende la realización de actividades de rescate de vegetación de las áreas de desmonte, los ejemplares rescatados serán mantenidos dentro del predio del proyecto y al concluir la obra, estos ejemplares serán reubicados dentro del mismo predio o bien en donde la autoridad competente lo indique.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto contempla dentro de sus actividades el rescate de vegetación solo a especies nativas mismas que son ampliamente representativas en el sitio como la Palma chit (*Thrinax radiata*)
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación)	El predio del proyecto cuenta con una superficie de 39.515,837 m^2, de los cuales se mantendrán como conservación 38.119,09 m^2 que equivalen al 96,47 %, dichas zonas mantienen la conectividad con la vegetación de predios vecinos, por lo que se promueve la conservación del sitio.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Durante la etapa de operación del proyecto, se utilizarán paneles solares

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
		para la generación de energía. En la cocina, la parrilla será eléctrica.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El proyecto contempla la instalación de paneles solares para la generación de energía que será utilizada por el proyecto durante la etapa de operación.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto contempla la instalación de equipos con garantía Energy Star así como focos ahorradores Led y cualquier otro equipo que promueva el ahorro de energía. Cabe recordar que en la reserva no existen líneas de conducción eléctrica por lo que el proyecto requiere la instalación de paneles solares, en consecuencia, se requiere hacer un uso óptimo de la energía.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Como se mencionó en la acción anterior, el proyecto contempla la instalación de equipos con garantía Energy Star, cuya función es el ahorro de energía.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El proyecto contempla la instalación de paneles solares con las cuales se generará la luz suficiente para sus instalaciones, además harán uso de parrilla eléctrica. No serán utilizados combustibles.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	La generación y uso de energía a partir de hidrógeno, rebasa los objetivos planteados para el presente proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El objeto y alcance del proyecto, no incluye actividades de investigación o desarrollo de tecnologías limpias, por lo tanto la promovente sólo se da por enterada del presente criterio.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El proyecto está diseñado teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona y aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, vientos), con la finalidad de disminuir los impactos ambientales y el consumo de energía. El proyecto contempla el uso de hieleras en sustitución de refrigeradores. Contempla también el uso de focos ahorradores Led y aparatos eléctricos con la garantía Energy Star.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	Entre las medidas que el proyecto contempla son las que hemos venido destacando como: Equipos con garantía Energy Star, uso de focos ahorradores Led, uso de hieleras en lugar de refrigerador por mencionar las más

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
		importantes.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	En la zona donde pretende desarrollarse el proyecto, no existen instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El alcance de esta acción rebasa los objetivos planteados del proyecto que se somete a evaluación. El sitio del proyecto se ubica fuera de zonas agro-ecológicas o de producción de cultivos.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no tiene contempladas actividades relacionadas con la presente acción, sin embargo, si la autoridad competente así lo solicita, realizará los estudios correspondientes.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Es competencia de las autoridades correspondientes el cumplimiento de la presente acción.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El proyecto corresponde a una casa habitación unifamiliar, por lo que se da por enterado de la presente acción.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Es competencia de las autoridades correspondientes el cumplimiento de la presente acción.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	Es competencia de las autoridades correspondientes el cumplimiento de la presente acción.
G043	La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No aplica.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y	No aplica.

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
	mejore el servicio de transporte.	
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No aplica.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Ante la eventualidad de desastres naturales se suspenderá toda actividad relacionada con el proyecto y se adoptarán las medidas dictadas por la dirección de protección civil de la localidad, quienes son los responsables de instrumentar y apoyar campañas de prevención.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de la presente acción.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El diseño arquitectónico del proyecto, ha considerado como parte de su estructura que la casa habitación sea resistente a eventos hidrometeorológicos.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	En el proyecto a través de los programas de Manejo de Residuos y de Educación Ambiental se fomentará el manejo adecuado de los residuos urbanos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Se tiene contemplado llevar a cabo campañas de limpieza dentro de todo el predio del proyecto, con el objeto de mantenerlo en condiciones adecuadas de higiene y limpieza.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios móviles, sin embargo, el manejo y disposición final de las aguas residuales que se generen en los mismos, correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio. Mientras que en la etapa de operación y mantenimiento las aguas serán dirigidas a un biodigestor y posteriormente a un humedal artificial.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no pertenece al sector industrial, por lo tanto sólo la promovente se da por enterada de la presente acción.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones	El promovente posterior al permiso en materia de impacto ambiental, presentará el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables, para dar cumplimiento con la presente acción.

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
	jurídicas aplicables.	
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El proyecto no pretende llevar a cabo la construcción u operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, por lo tanto se da por enterado de la presente acción.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Esta acción rebasa los objetivos y alcances del proyecto que se somete a evaluación.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos que sean generados por el desarrollo del proyecto serán manejados conforme a la Ley. La promovente implementará un Programa de Residuos en donde se especifican las medidas a ejecutar para cada uno de ellos.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	Dado que el proyecto se encuentra en un ANP se ha puesto un gran énfasis para que sea consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto no considera la construcción en zonas marinas, por lo que la vegetación acuática no será impactada.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no contempla obras en la zona marina, toda vez que la casa habitación se desarrollará en la franja de matorral costero atrás del parte aguas de la duna. Sin embargo, el promovente implementará las medidas necesarias para evitar la contaminación del ambiente marino. Todas las medidas se presentan en el Capítulo 6 de la presente MIA-P.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no se relaciona con obras o actividades agropecuarias, por lo que esta acción no es vinculante.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Compete a las autoridades correspondientes el cumplimiento de la presente acción.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no contempla la construcción de carreteras, puentes o vías férreas, por lo que esta acción sólo se considera de observancia para estos conceptos. Sin embargo, el proyecto si considera la construcción de un camino de acceso que está permitido de acuerdo con la autoridad y se ubica dentro del tercio medio tal cual lo refiere el Programa de

Clave	Acciones generales	Vinculación con el proyecto
		Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an en su criterio EI-15. Dicho camino se mantendrá de forma rústica por lo que no se usará ningún material de construcción, tampoco será nivelado ni se requerirá de dragar material, por lo que no se verán afectados los flujos hidrológicos del sitio.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	Compete a esta autoridad solicitar la opinión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con respecto al proyecto, toda vez que este se ubica dentro del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Tabla 8. Concordancia con las acciones específicas del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no contempla la comercialización o uso de agroquímicos y pesticidas, pues no se realizarán actividades agrícolas u otras relacionadas a estas.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto no contempla la realización de actividades agropecuarias o forestales.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Previo a la operación del proyecto, se realizarán pruebas de funcionamiento en el sistema hidráulico de las instalaciones, a fin de corroborar su perfecto funcionamiento o en su caso, detectar posibles anomalías y corregirlas adecuadamente. Durante la operación del proyecto, se continuarán ejecutando medidas preventivas y correctivas sobre las instalaciones hidráulicas, a fin de evitar la pérdida de agua durante su distribución hacia las distintas instalaciones.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEDESOL, SECTUR, los Estados y los Municipios. Sin embargo, en las etapas de preparación del sitio y construcción se espera generar aguas residuales, pero éstas quedarán contenidas dentro de

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
		los sanitarios móviles que se instalarán al servicio de los trabajadores, y su retiro y disposición final correrá a cuenta y cargo de la empresa arrendadora del servicio. Mientras que en la etapa de operación, las aguas grises serán conducidas al biodigestor y posteriormente enviadas al humedal artificial.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios. El predio del proyecto se encuentra ubicado dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Con relación a la anidación de tortugas marinas, se destaca que durante la caracterización de fauna no fue registrada ninguna actividad, la razón es que el frente de playa actualmente presenta un fuerte problema de erosión por lo que el frente del predio carece de playas arenosas aptas para la anidación de tortugas. Sin embargo, el promovente considera la implementación de Acciones para la conservación de la playa como hábitat de tortugas marinas (Anexo técnico 7) ya que de manera natural la zona podría tener una recuperación de playas y en consecuencia registrar anidaciones en el sitio. Si bien el promovente no considera implementar un campamento tortuguero frente a la playa que da a su predio, las acciones de conservación de tortugas marinas que apliquen y que no consideran el manejo de las especies de tortugas marinas estarán basadas en la NOM-162-SEMARNAT -2012. Se destaca además, que en la zona de playa se mantendrá completamente libre de obras o instalaciones en cualquiera de las etapas del proyecto. No se tienen contemplado la instalación de luminarias.

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMAR, SEMARNAT, Estados y Municipios. Tal como se señaló la acción que antecede, la zona donde se ubicará el proyecto no está registrada como zona de anidación de tortugas marinas.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios. El predio no se ubica en una zona agropecuaria.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas	La construcción del proyecto Casa Lote 23, estará situada detrás de la cresta de la duna, fuera del área que se presenta entre el límite de distribución del manglar y el borde del sistema acuático (Figura 8). El manglar se encuentra a 126.93 m del acceso al predio y a 205.93 m de la casa (Figura 9). La pleamar se encuentra a 61 m de la zona de la alberca que sería la obra más cercana al litoral. El proyecto como se aprecia en la figura 8 se desplanta detrás del segundo cordón de duna pasando el parte aguas de la misma. Por lo anterior, el proyecto cumple con lo dicho en la presente acción

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto

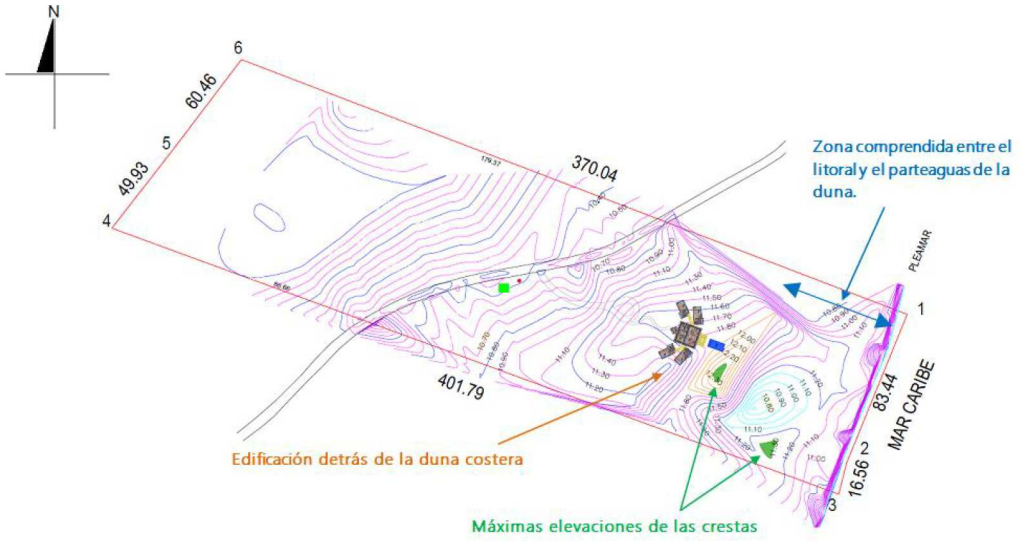


Figura 8. Ubicación del proyecto con respecto al litoral y parte aguas de la duna.

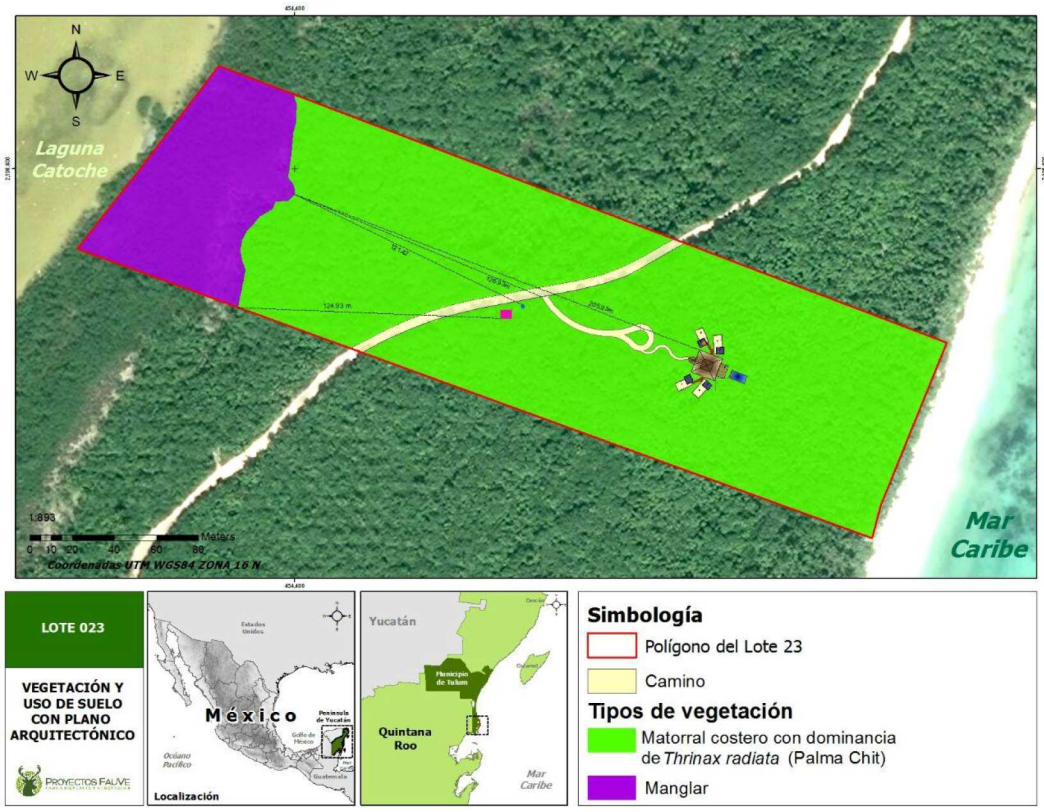


Figura 9. Imagen del proyecto sobre el mapa de vegetación en donde se aprecia la distancia a la que será construida y donde se observa que no será afectada la vegetación de manglar.

A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
	potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	a la SEMARNAT, SEMAR, SCT y Estados. El proyecto no contempla la introducción de especies de ningún tipo, ni la ejecución de actividades marítimas.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados, Municipios. El proyecto no contempla afectación de las zonas de manglar. Tampoco contempla acciones de restauración o reforestación ya que este se encuentra en óptimas condiciones.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El presente corresponde a una obra nueva. Por lo anterior, y con base en lo dictado en esta acción, la construcción del proyecto Casa Lote 23, estará situada detrás de la cresta de la duna, fuera del área que se presenta entre el límite de distribución del manglar y el borde del sistema acuático (Figura 8). El manglar se encuentra a 126.93 m del acceso al predio y a 205.93 m de la casa (Figura 9). La pleamar se encuentra a 61 m de la zona de la alberca que sería la obra más cercana al litoral. El proyecto como se aprecia en la figura 8 se desplanta detrás del segundo cordón de duna pasando el parte aguas de la misma. Por lo anterior, el proyecto cumple con lo dicho en la presente acción.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios. El predio del proyecto se ubica dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, SEMARNAT, Estados y Municipios. El proyecto contempla dentro de sus actividades acciones de rescate de vegetación enfocado en las áreas de aprovechamiento, el material vegetal

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
		rescatado permanecerá al interior del predio y al finalizar la construcción se empleara para enriquecer sitios dentro del mismo polígono.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA y los Estados. El proyecto contempla dentro de sus actividades acciones de rescate de vegetación enfocado en las áreas de aprovechamiento y dando prioridad a especies listadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 como es el caso de la Palma chit (*Thrinax radiata*).
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA y los Estados. El proyecto no contempla la ejecución de medidas o programas de remediación relacionadas con residuos.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto no contempla realizar actividades de manejo de caña verde.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA y los Estados. El predio del proyecto no se ubica dentro de zonas industriales o urbanas.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMAR, SEMARNAT, PEMEX y los Estados. El sitio del proyecto no se ubica en zonas o aguas afectadas por hidrocarburos.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El predio del proyecto no se ubica en zonas con suelos contaminados; ni se relaciona con actividades que impliquen riesgo ambiental. No obstante, se ejecutarán medidas preventivas para evitar la contaminación del medio, las cuales se encuentran descritas en el capítulo 6 del presente estudio.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto no se relaciona con industrias o el uso de automotores.

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto no se relaciona con industrias.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	Con base en el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y Municipios. El proyecto no se relaciona con industrias.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios. La pequeña fracción de playa colindante con el sitio del proyecto, no será aprovechada para el desplante de las obras toda vez que la infraestructura se ubica posterior a lo que sería el parteaguas de la duna pasando las elevaciones más altas de la duna misma que se definió con base en el estudio topográfico.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	La construcción del proyecto Casa Lote 23, estará situada detrás de la cresta de la duna, fuera del área que se presenta entre el límite de distribución del manglar y el borde del sistema acuático (Figura 8). El manglar se encuentra a 126.93 m del acceso al predio y a 205.93 m de la casa (Figura 9). La pleamar se encuentra a 61 m de la zona de la alberca que sería la obra más cercana al litoral. El proyecto como se aprecia en la figura 8 se desplanta detrás del segundo cordón de duna pasando el parte aguas de la misma. Por la ubicación de la casa, se considera el proyecto contribuirá a la conservación de la zona de duna costera, además, se destaca que el proyecto no contempla la instalación de ninguna obra secundaria como palapas o camastros en la zona de duna.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	
A032	Promover el mantenimiento de las	

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
	características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Por lo anterior, el proyecto cumple con lo dicho en la presente acción.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Con base en el criterio Tu-24 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, que a la letra se cita: *Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles u 8 m de altura*. En el predio del proyecto no puede instalarse este tipo de infraestructura ya que ésta tendría necesariamente que rebasar dicha altura y contravendría lo indicado en el ordenamiento. Para la generación de energía en el predio se hará uso de paneles solares.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	La energía eléctrica que será suministrada al proyecto, provendrá de paneles solares.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	La energía eléctrica que será suministrada al proyecto, provendrá de paneles solares.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SENER, CFE, Estados y Municipios. El proyecto no se relaciona con actividades agrícolas.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Como parte de las actividades de rescate de vegetación, se contempla únicamente es uso de enraizadores el cual se trata de un producto orgánico.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto, no contempla el desarrollo de estas acciones.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El proyecto, no contempla el desarrollo de estas acciones.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de	El proyecto, no contempla el desarrollo de estas acciones.

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
	explotación.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto, no contempla el desarrollo de estas acciones.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	El proyecto, no contempla el desarrollo de estas acciones.
A048	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.	El proyecto, no contempla el desarrollo de estas acciones.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y el Estado.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejor la comunicación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y el Estado.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensiva por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR y los Estados.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios. El proyecto no implica la realización de actividades agropecuarias.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto no implica la realización de cultivos.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial,	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
	zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado. No se pretende establecer zonas urbanas.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y Estado.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto contempla la ejecución de un Programa de Manejo de Residuos, en cuyo contenido se incluyen acciones para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y líquidos, así como residuos peligrosos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios. El proyecto contempla la instalación de un biodigestor y un humedal artificial para el manejo de sus aguas negras y grises.
A064	Completar la conexión de todas las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios. El presente criterio no es aplicable al proyecto toda vez que este se encuentra en un Área Natural Protegida y no dentro de una zona urbana. Además de que la zona no cuenta con un sistema de colección de aguas residuales municipales
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMRNAT y los Municipios, pues

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
	las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	se refiere al uso de lodos inactivados provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SEMAR, SEMARNAT, SEDESOL y los Municipios. El proyecto contempla la ejecución de un Programa de Manejo de Residuos, en cuyo contenido se incluyen acciones para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos, líquidos, así como de manejo especial.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.	
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SEDESOL y los Municipios. El proyecto contempla la ejecución de un Programa de Manejo de Residuos, en cuyo contenido se incluyen acciones para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos de distinta naturaleza.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SECTUR, SEMARNAT y los Estados.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SECTUR, SEMARNAT y los Estados.

Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas Al Mar Caribe

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

que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

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

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

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

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la zona del Mar Caribe es un espacio que presenta una intensidad de uso turístico mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento un conjunto extra de criterios que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

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

Tabla 9. Clave, Criterio de Regulación Ecológica y Cumplimiento como Zona Costera Inmediata del Mar Caribe.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar, y dentro de sus obras no considera la construcción de infraestructura en la zona marina.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las	El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar, y dentro de sus obras no considera la construcción de infraestructura en la zona marina. Por lo anterior, no se considera la afectación de los pastos marinos.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
	demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídica aplicables.	En proyecto se da por enterado. Y destaca que dentro de sus actividades no tiene contemplado lo descrito en el presente criterio.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar, y dentro de sus actividades no considera el uso de embarcaciones y por ende la no realización de lo descrito por el presente criterio.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto no realizará recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto no considera el desarrollo de las actividades descritas en el presente criterio.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	El proyecto no considera ninguna actividad en la zona marina que pudiera desencadenar en algún accidente por vertimiento de hidrocarburos.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	Con relación a la anidación de tortugas marinas, se destaca que durante la caracterización de fauna no fue registrada ninguna actividad, la razón es que el frente de playa actualmente presenta un fuerte problema de erosión por lo que el frente de predio carece de playas arenosas aptas para la anidación de tortugas. Sin embargo, el promovente considera la implementación de Acciones para la conservación de la playa como hábitat de tortugas marinas (Anexo técnico 7) ya que de manera natural la zona podría tener una recuperación de playas y en

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
		consecuencia registrar anidaciones en el sitio. Si bien el promovente no considera implementar un campamento tortuguero frente a la playa que da a su predio, las acciones de conservación de tortugas marinas que apliquen y que no consideran el manejo de las especies de tortugas marinas, estarán basadas en la NOM-162-SEMARNAT -2012. Se destaca además, que en la zona de playa se mantendrá completamente libre de obras o instalaciones en cualquiera de las etapas del proyecto. Tampoco se tiene contemplado la instalación de luminarias.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El proyecto no considera ninguna actividad en la zona marina.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El proyecto no contempla realizar actividades náuticas.
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El proyecto no contempla realizar actividades de canalización o dragado.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua	El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar, y dentro de sus obras no considera la construcción de infraestructura en la zona marina.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
	marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar, y dentro de sus obras no considera la construcción de infraestructura en la zona marina.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	El predio del proyecto se ubica dentro de la UGA Regional 147, por lo que no aplica dicho criterio.

Cumplimiento con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Caribe (POEMRGMYC) UGA 147, en cuanto a ISLA.

La Reserva de Sian Ka‘an y el proyecto Casa Lote 23 se encuentra en la UGA 147 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Caribe (POEMyRGMyC) y a continuación se demuestra el cumplimiento con todos los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) correspondientes a Islas.

Criterios de Regulación Ecológica para Islas y Zonas Costeras Inmediatas

Criterios de Regulación Ecológica para Islas

La Conferencia para la Codificación de Derecho Internacional de La Haya de 1930, definió el concepto de isla como una extensión natural de tierra rodeada de agua, que se encuentra sobre el nivel de ésta, en pleamar. La definición fue recomendada por la Comisión de Derecho Internacional en el informe final que en 1956 elevó a la Asamblea General de las Naciones Unidas y que sirvió de base para la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre el derecho del Mar, durante 1958 en Ginebra. La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el derecho del Mar, que concluyó en diciembre de 1982, ratificó el citado concepto de isla, que México ha incorporado a su derecho positivo en la Ley Federal del Mar. El concepto legal de isla excluye a los bajíos emergentes sólo con la marea baja y a las instalaciones técnicas levantadas sobre el lecho del mar.

Además del valor intrínseco que las islas mexicanas puedan representar para la nación, su sentido jurídico y económico es notable debido a que a las aguas que las rodean se aplican los regímenes del mar territorial, la zona contigua, la zona económica exclusiva y la plataforma continental de manera semejante a otras extensiones terrestres.

Una isla es equiparada totalmente al territorio continental por lo que se refiere a la proyección sobre el mar de la Soberanía, derechos del Estado y regímenes mencionados.

Por lo anterior el POEMyRGMyMC establece una serie de criterios de regulación para la conservación de los recursos naturales de estas extensiones del territorio nacional en el Golfo de México y Mar Caribe, dada la naturaleza diferente de las Islas que hay en la región, para el caso específico de las Islas en el Golfo de México y Mar Caribe se tienen dos condiciones distintas desde el punto de vista del manejo, que se presentan en este documento.

Tabla 10. Clave, Criterio de Regulación Ecológica y Cumplimiento.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
IS-01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.	La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en donde se ubica el predio del proyecto no es una Isla. Sin embargo, se destaca que el proyecto consiste en la construcción de una casa habitacional unifamiliar, de uso particular que solo será empleada por periodos vacacionales y no para uso permanente, se estima que en el sitio podrían estar entre 8 a 10 personas, por temporada.
IS-02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla.	El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar. Si protección civil lo considera viable, la promovente está en la mejor disposición de establecer su propiedad como refugio anticiclónico.
IS-03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de	Por su ubicación, el proyecto contempla que el abastecimiento de

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
	agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar.	agua durante todas las etapas de desarrollo será mediante pipas.
IS-04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto no realizará este tipo de obras ni ninguna otra en la zona marina.
IS-05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	La promovente se da por enterada del presente criterio y se apegara a lo que establezcan las autoridades correspondientes en materia de reglamentación en el manejo de productos químicos.
IS-06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no contempla actividades en la zona marina.
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar, por lo que no le aplica el presente criterio.
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar y no considera actividades de buceo autónomo o libre.
IS-09	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.	El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar, por lo que no le aplica el presente criterio.
IS-10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.	En el sitio donde pretende ubicarse el presente proyecto no fueron detectadas colonias reproductivas de aves. En caso de que durante alguna etapa de desarrollo del proyecto estas sean detectadas, la promovente establecerá medidas para garantizar la conservación.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
		Dichas medidas se encuentran descritas en el Capítulo 6 del presente documento.
IS-11	La construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar y no realizará ninguna actividad descrita en el presente criterio.
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar. En ninguna etapa de desarrollo de su proyecto tiene contemplado la introducción de especies.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	El predio del proyecto cuenta con una superficie de 39.515,837 m^2, de los cuales se mantendrán como conservación 38.119,09 m^2 que equivalen al 96,47 %, dichas zonas mantienen la conectividad con la vegetación de predios vecinos, por lo que se promueve la conservación del sitio.
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	No aplica. El proyecto se encuentra en un entorno en donde la población es mayor de 50 habitantes.
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	La zona en donde se ubica el predio del proyecto se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, por lo que el proyecto se planifico partiendo desde los criterios establecidos en el mencionado ordenamiento. Asimismo, dando cumplimiento a toda la normatividad ambiental en la materia. Como parte de la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental, la Secretaría solicita opiniones técnicas de diversos actores entre ellos la Dirección de la ANP y actualmente SEMAR, si la Secretaría requiere que la promovente haga la solicitud

Clave	Criterio de regulación ecológica	Cumplimiento
		directamente, estaríamos en espera de obtener la evaluación de la presente MIA-P.
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	No aplica al proyecto ya que este no corresponde a una institución gubernamental. Sin embargo, se da por enterado de lo descrito en el presente.

2.10. Planes o Programas de Desarrollo Urbano

De acuerdo con la delimitación oficial de los diferentes instrumentos de planeación urbana que rigen al municipio de Tulum en el Estado de Quintana Roo, se determina que el predio del proyecto se ubica fuera de toda regulación urbana vigente.

2.11. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an.

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 Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 14 de mayo de 2002. El predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental Tu7 de dicho ordenamiento, 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 (Figura 10, Tabla 8).

El proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar cuya planificación se basó en los criterios establecidos por el presente ordenamiento. El proyecto,no considera en ninguna de sus etapas de desarrollo, actividades de aprovechamiento, ya sea comercial o de subsistencia de especies de flora y fauna silvestres, con excepción del desmonte necesario para el desplante de la obra siempre y cuando esto sea aprobado por la autoridad.

Tabla 11. Política y usos de suelo de las UGAS Tu7.

Clave UGA política	Uso predominant	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles	Criterios
Tu7 Conservación	Turismo de bajo impacto	Flora y fauna	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuario.	Industria Centro de población Minería Agricultura	AC 2,3, AG 2,3 Ah 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 C 4,5,6,7,8,9,10,11 EI 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,29,31,33,34,35,36,37,38 Ff 1,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18,19,20,21,22 FO 1,2,3,4,5,

Clave UGA política	Uso predominante	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles	Criterios
					I 1,2 MAE 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,24,26 P 1,2,3,4 Tu 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,20,21,22, 23,24,26,27,28,29,30

La política predominante en el predio es de turismo de bajo impacto, cuyo uso es compatible con la cons
fauna (Figura 10).

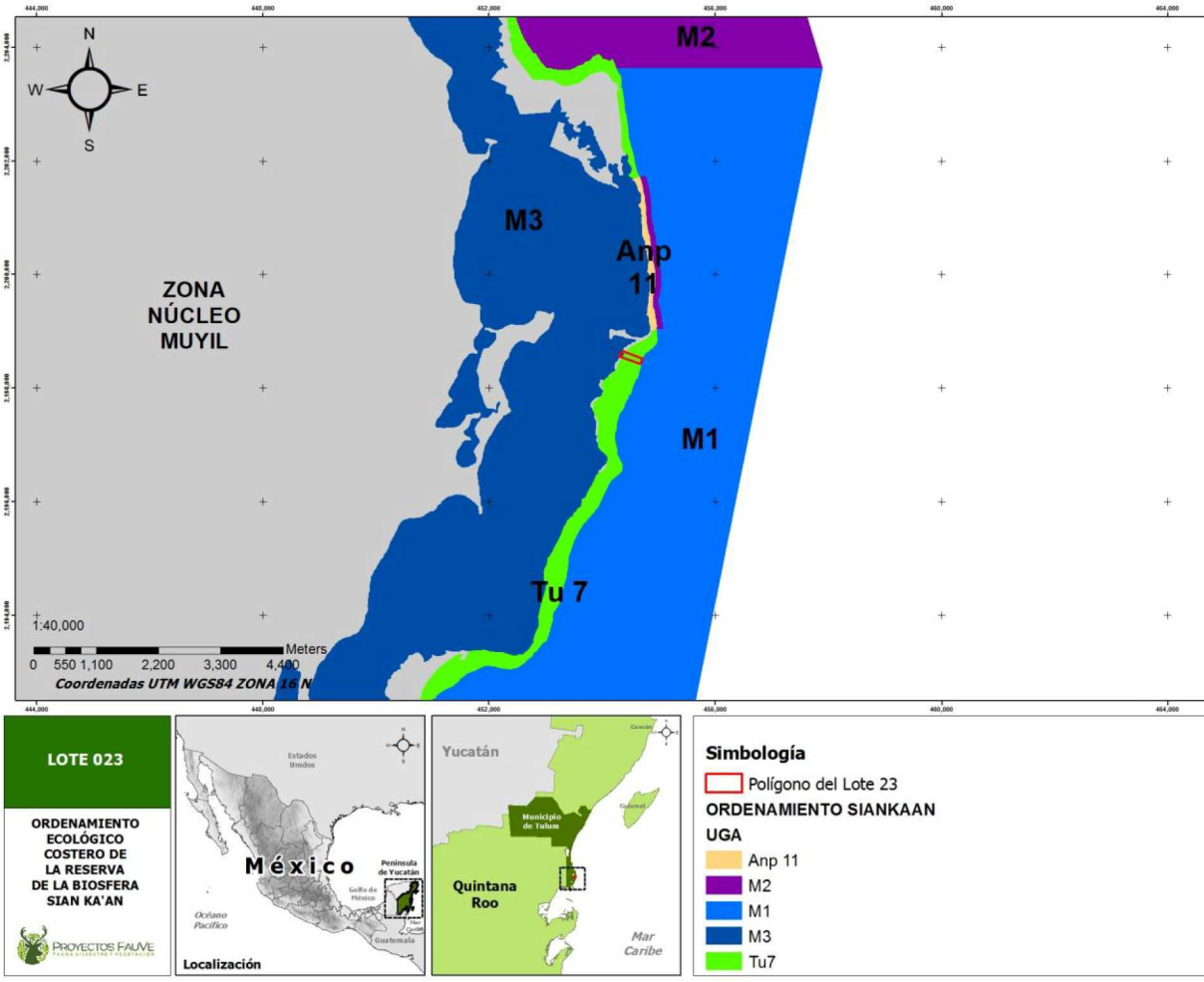


Figura 10. Ubicación del predio del proyecto Casa Lote 23 según el Programa de Ordenamiento Ecológico (DOF 14 I

CRITERIOS DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO PARA LA REGION COSTERA DE LA RESERVA DE LA KA'AN.

UGA Tu7. TURISMO DE BAJO IMPACTO.

Tabla 12. Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva dela Biósfera de Sian proyecto Lote 23.

Descripción de criterio		Propuesta de cumplimi
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.	Los criterios no aplican al proyecto, ya actividades de acuacultura.
AC-3	La superficie de aguas nacionales utilizada para acuacultura por el promovente no podrá superar la superficie de su(s) predio(s). En caso que se opte por este uso, los predios no podrán usar servidumbres voluntarias para ejercer densidades de construcción en tanto ocupen la superficie acuática en acuacultura.	
Criterios para agricultura		
AG-2	Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio.	El proyecto no pretende llevar a agricultura.
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.	El proyecto no contempla el uso fertilizantes, sin embargo, en caso d durante las etapas de construcción y o se utilizarán sólo aquellos que estén tanto en las Normas Oficiales Mexi 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.	Estos criterios no aplican al proyec dimensiones le aplica el criterio Ah-10.

	Descripción de criterio	Propuesta de cumplimi
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.	
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.	
Ah-8	Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con menos de 1 ha podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m^2 de superficie construida y un máximo de 3.5 baños y una cocina.	
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.	

	Descripción de criterio	Propuesta de cumplimi
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.	El desarrollo del proyecto se apega a l criterio, ya que el predio tiene 100 m de de 39,515.837 m^2. La superficie de construcción de la casa lo que se apega estrictamente a este crit El proyecto contará con (Tabla 13): • Un pasillo de entrada. • Un cuarto de servicios en donde s maquinaria de paneles solares y u • Una cocina. • Una sala – comedor. • 4 recámaras cada una con un bañ • Decks de madera que comunican • Una terraza con vista a la alberca • Una alberca que se encuentra se un camino rústico sin pavimentar. • Y un biodigestor. Se entiende por superficie construida, predio que puede ser ocupado por la edi a la proyección horizontal de la mis Desarrollo Urbano Del Centro de la Publicado en el Periódico Oficial del G Quintana Roo, el 12 de enero de 1993, 176). Esta definición ha sido usada por la Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) pa similares en la Zona de amortiguamient Biósfera de Sian Ka'an.

Descripción de criterio	Propuesta de cumplimi

Tabla 13. Superficie de construcción del proyecto.

CONCEPTO	Superficie (m^2)
PASILLO DE ENTRADA	18.83
CUARTO DE SERVICIOS	24.34
COCINA	24.34
SALA - COMEDOR	72.41
RECÁMARA 1	40.74
RECÁMARA 2	40.74
RECÁMARA 3	36.21
RECÁMARA 4	36.21
DESPLANTE HABITACIONAL	**293.82**
ALBERCA	32.00
BIODIGESTOR	2.10
DESPLANTE OBRAS EXTERIORES	**34.10**
TERRAZA	23.88
DECK DE MADERA	20.10
DESPLANTE OBRAS RUSTICAS	**43.98**
TOTAL DE DESPLANTE	**371.90**

	Descripción de criterio	Propuesta de cumplimi
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 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 promovente se manifiesta dispuesta antes de la autorización del proyecto. solicita de la manera más atenta nos indi seguir para firmar dicho documento y facultada por parte de la autoridad para f
Ah-13	Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.	El proyecto no contempla la subdivisión d
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.	
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.	
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.	El proyecto no contempla la donación d la Reserva. El proyecto mantendrá una superficie d área de conservación que equivale al predio.
Ah-17	Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.	No se tiene contemplado realizar ninguna

	Descripción de criterio	Propuesta de cumplimi
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 parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.	A simple vista en el predio no se aprecia lo anterior posiblemente por los problem por ello y para cumplir con el presente estudio topográfico en donde se pudier de nivel. Con base en dicho estudio, se de 2 zonas que presentaron las cres elevaciones la primera con 11.30 m y la respecto del nivel del mar. En el predio no se registra la zona de pla en el estudio topográfico se observa que registra al interior del límite Este de la pro Tomando en consideración lo anterior presente criterio, se estableció que el p será desplantado detrás de las máxima crestas que correspondería al parteagu distancia de 61 m de la pleamar (Figura las máximas elevaciones de las crestas al primer y segundo cordón de dunas Cumpliendo con lo que dista el criterio y infraestructura permanente en la zona litoral y el parteaguas de la duna. Al desplantarse sobre sobre este sitio la no solo la conservación de la duna co protección de su propiedad ya que esta una barrera ante cualquier fenómeno m permitirá al sitio mantener la dinámica na de dunas costeras.

Con relación al manglar, como se puede apreciar en la Figura 11, éste se ubica al oeste del lote posterior al camino co Allen, tanto el manglar como la totalidad de la porción oeste de la propiedad será mantenida como área de conservac apreciar en la Figura 12, la infraestructura más cercana a la zona de manglar corresponde al humedal artificial y al bi m y 121.42 m respectivamente. Por lo anterior, se cumple con el presente criterio ya que no se construirá entre acuático y el límite de distribución de la vegetación de manglar registrada en el predio del proyecto.

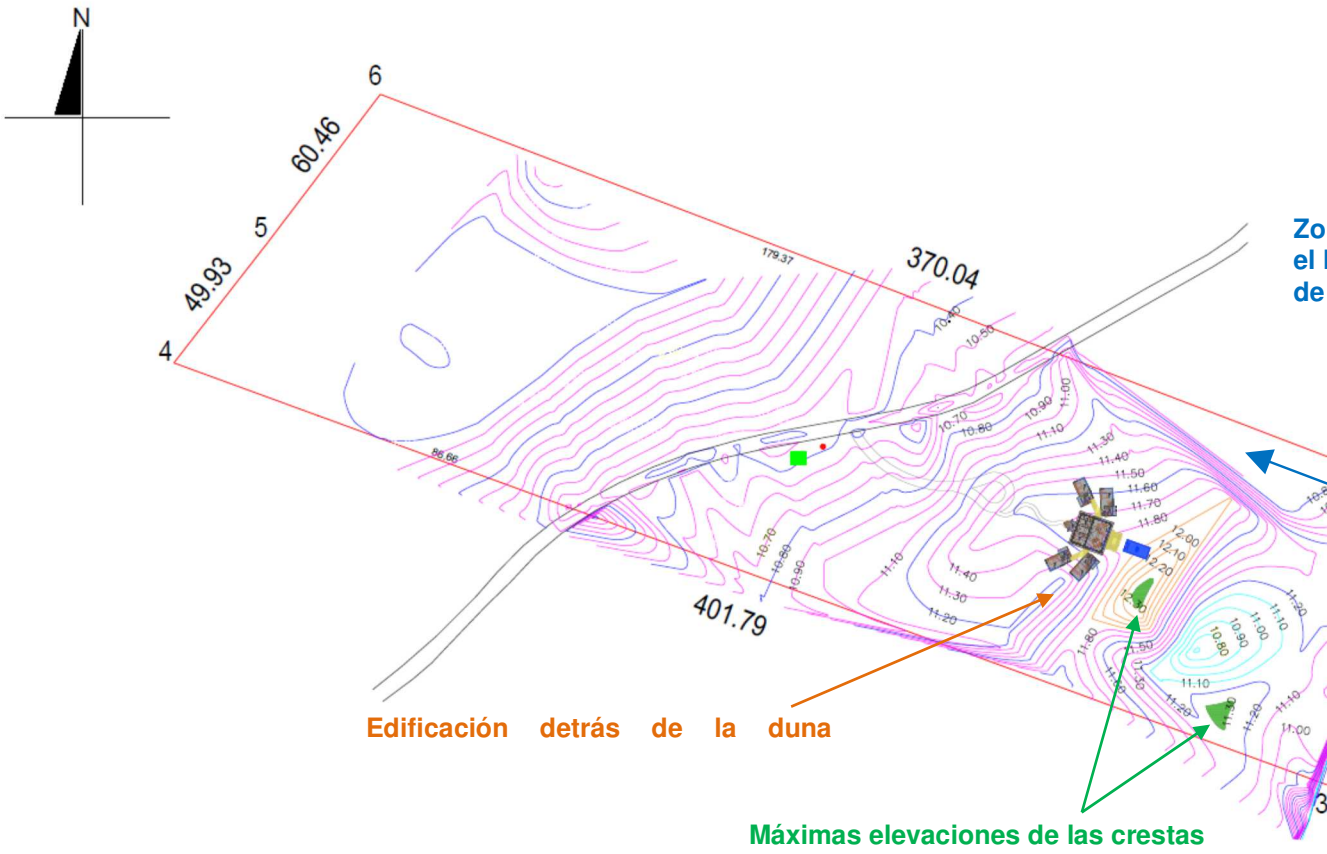


Figura 11. Ubicación del proyecto con respecto al litoral y parte aguas de la duna.

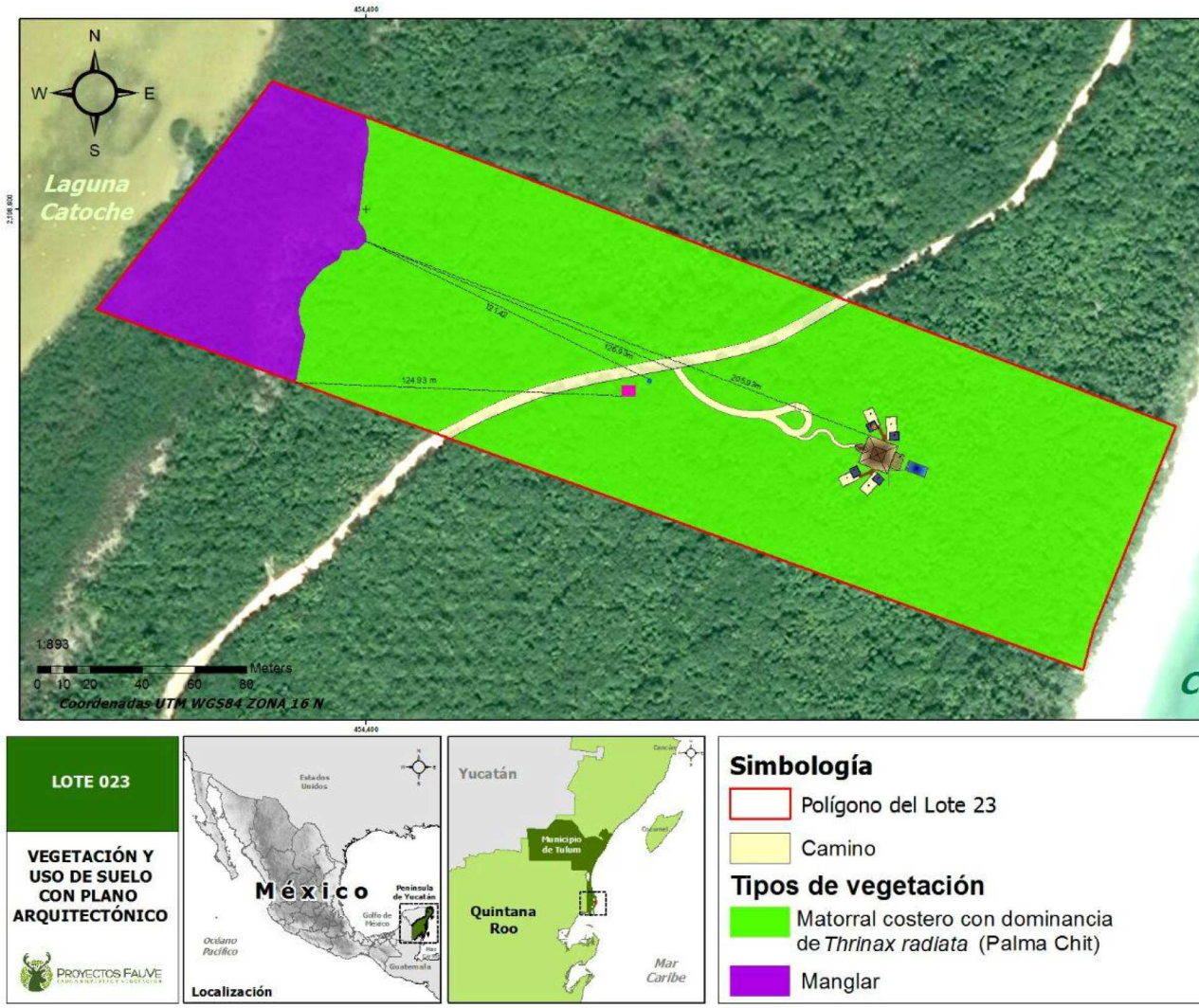


Figura 12. Imagen del proyecto sobre el mapa de vegetación en donde se aprecia la distancia a la que será construida que no será afectada la vegetación de manglar.

	Descripción de criterio	Propuesta de cum
	Criterios para construcción	
C-4	No se permite la utilización de explosivos.	En ningún momento se tiene c explosivos.
C-5	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración sitio.	El proyecto no requiere la i campamento, los trabajadores transportados desde Tulum.
C-6	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	El promovente propone en esta medidas de mitigación para la p la zona, por lo tanto, se compro manifestado, en particular en Manejo de Residuos Sólido establecerán sitios estratégicos contenedores con los señalamie la disposición de materiales deriv
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.	Debido a que el proyecto es u generación de este tipo de res embargo, se cumplirá con lo pla de mitigación relacionadas maquinaria, equipo y la disposi residuos sólidos y líquidos, y qu capítulos II, V y VI. Se destaca se empleará maquinaria pesada 1.5 y 3 ton que llevarán el materi
C-8	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	Para evitar la dispersión de po ingreso de maquinaria para el tr bien por la construcción de la propone realizar riegos periódic estos sean necesarios ya que ta el ahorro de agua. Adicionalm solicitará a los transportistas d camiones se mantengan cubie minimizar la dispersión de sedim

	Descripción de criterio	Propuesta de cum
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 vez que se obtenga el p impacto ambiental, la promovent necesarios para solicitar los per construcción. La promovente, se compromete dicta el presente criterio por lo q permiso para la construcción sanitaria (Humedal y biodigest bueno de la autoridad tramitar construcción de la casa habitació
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 realiza del predio no existe ningú 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 alrededor de cada estructura.	Este criterio no aplica al proy registraron ruinas arqueológicas.
	Criterios para equipamiento e infraestructura	
EI-1	La SEMARNAT 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.	El promovente implementará inf alternativa, tal es el caso del sist aguas (Biodigestor). Asimismo, generación de energía eléctri sistema de paneles solares.
EI-2	Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad municipal correspondiente.	Con la finalidad de cumplir con criterio, se ha realizado la pres Impacto Ambiental Modalidad P Casa Lote 23 la cual será som impacto ambiental ante esta obtenida la autorización en ambiental y cambio de uso de Licencia de Construcción.

	Descripción de criterio	Propuesta de cum
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 de este proyecto, una serie de m de residuos sólidos y líquid mencionan en los capítulos II, V de Manejo de Residuos (Anexo t
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.	
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, contará con su pro tratamiento de aguas negras y g en un biodigestor conectado a un
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 artificiales, 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 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.	El promovente utilizará un siste por un biodigestor de Tratamiento conectado a un humedal artificial El biodigestor, cuenta con las internacional ISO 9001:2008, OSHAS 18001:2007. El sistema biodigestor auto limp sistema para el tratamiento p residuales domésticas, media

	Descripción de criterio	Propuesta de cum
EI-8	Toda emisión de aguas deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	retención y degradación sépt materia orgánica. Las aguas ingresan a el son filtradas y pos al humedal artificial para finalizar Aun y cuando el agua provenient buena calidad, esta pasará por tratamiento al ser canalizada hac que contará con geomembrana haya percolación hacia el implementación de este tipo d obtener un agua de buena calid las normas oficiales mexicanas. El sistema usado para el tratami fue enunciado en el capítulo II, mínima de lodos y estos será empresa autorizada, quien s disposición final de los desecho con microplantas de tratamie sistema, demuestran que és eficiencia registrando una remoci DQO (Demanda Química de Oxí suspendidos y 94% de nitróge esto a la preservación del ambie de agua (Laugier, *et al* en línea).
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.	

	Descripción de criterio	Propuesta de cum
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.	Por otra parte los humedales garantizan el control de malos o materia orgánica y coliformes es obtienen niveles por arriba del 95 Sin embargo, para garantizar qu del humedal cumpla con la norm exámenes físico-químicos y bac año. Los resultados, serán pres correspondiente en los informes El proyecto, no considera la inst riego.
EI-11	En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	
EI-12	Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.	Los residuos sólidos o líquidos q el proyecto, por ningún motivo se Caribe o bien en la laguna colin Todos los residuos serán mane descrito en el Programa de Mane implementará en todas las etapa

	Descripción de criterio	Propuesta de cum
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.	El predio del proyecto se loca Xamach y el poblado de Punta instalaciones para el manejo d fueron ubicadas al poniente del p el presente criterio. Para ubicar con exactitud la par éste se dividió tomando el No partir del centro de la propiedad figura 9. Por la delimitación, se consid óptimo para ubicar dicha infraest tercio medio de la propiedad en como lo indica el presente criter porción del predio que esta poste Punta Allen que lo divide. Este criterio indica que la impor de las instalaciones para el man en el lado poniente del predio, s evita la contaminación del manto cabe mencionar que con el sist inyectarán aguas tratadas al sub que la calidad del agua sea adec Si la autoridad correspondiente la ubicación asignada con ba promovente destaca que se e disposición de reubicarlo a donde

El predio del proyecto Lote 2
Laguna Xamach y el poblado
tanto las instalaciones para e
servidas, fueron ubicadas al
Como se indica en el criterio E
de ordenamiento.

Figura 13. Ubicación del predio del proyecto con relación a la Laguna Xamach y el poblado de Punta A

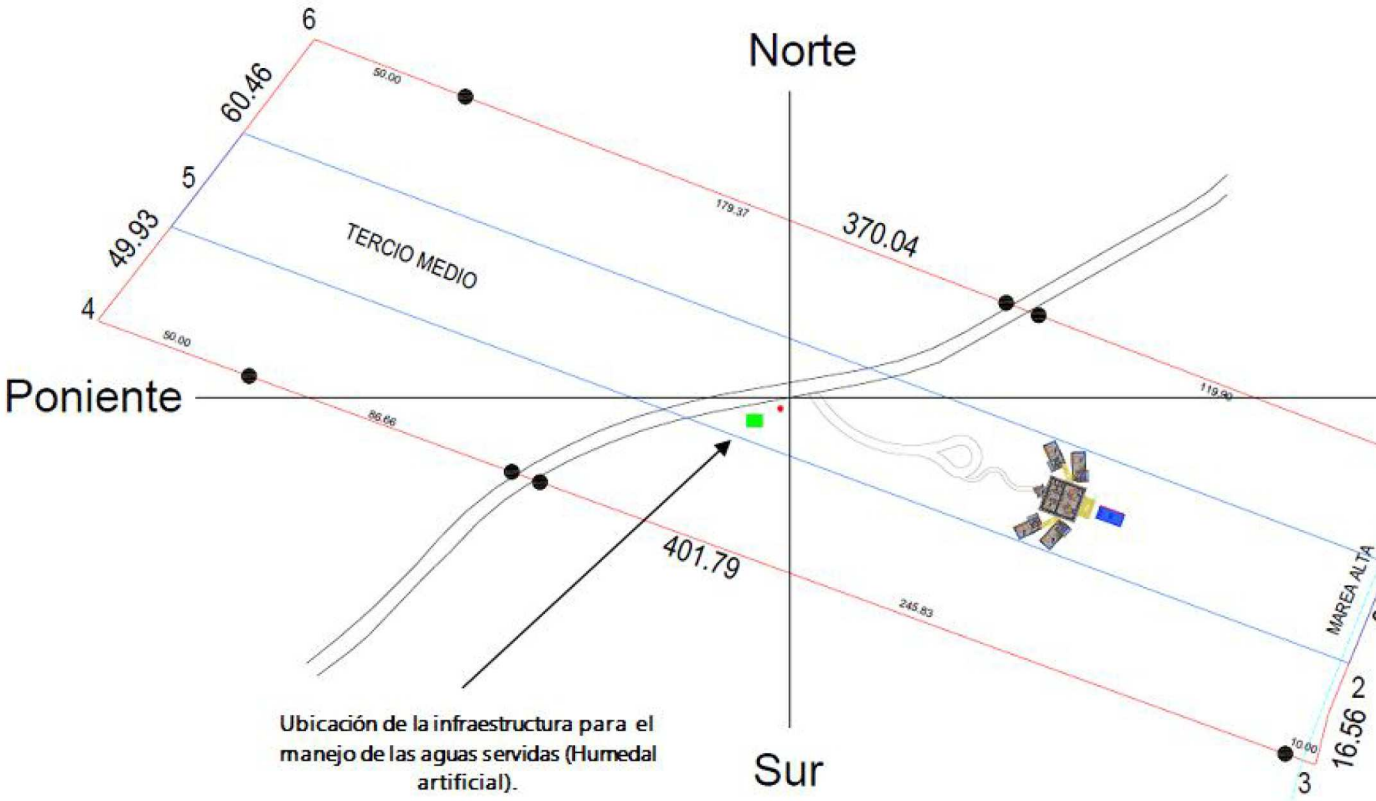
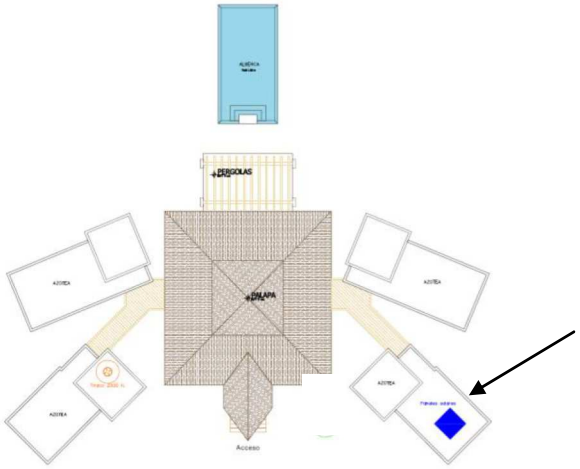


Figura 14. Ubicación de la infraestructura para el manejo de las aguas servidas generadas por el proyecto Casa Lote descrito en el Criterio EI-13.

	Descripción del criterio	Propuesta de cum
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.	El proyecto contará con un ac tendrá 2 dimensiones la primer f un ancho de 3 m y la segun desmonte de 1.20 m con lo c criterio EI-15. Dicho acceso se mantendrá de implica que éste no será pavimer El acceso se localiza a 126.93 m distancia de la zona de vegetac que esta última no será afectad éste tenga algún puente.
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 ningún tipo de modificación en Reserva.
EI-17	Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.	Este criterio no aplica al proyec una casa habitación unifamiliar no requiere de carteles publicitar
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.	
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.	
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.	El promovente acatará lo estable
EI-21	No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.	El promovente acatará lo estable
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 proye instaladas pistas.

	Descripción del criterio	Propuesta de cum
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 hi con el desarrollo y operación del
EI-24	No se permite la instalación de marinas.	El presente proyecto no ti construcción de marinas, muelle lo tanto, estos criterios no son ap
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 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.	
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.	
EI-28	Se prohíbe el uso de creosota y otras substancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.	
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 construc maniobras, o ninguna otra obra mar.
EI-31	La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.	En la zona donde se ubica el p carece de este tipo de infraest que el promovente, no instalara interior de la propiedad.

	Descripción del criterio	Propuesta de cum
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.	El desarrollo contará con un solares para el suministro de operación del proyecto. Dic colocados sobre la azotea de la del equipo será resguardado en La planta de energía que se uti Normas Oficiales Mexicanas de dentro de la casa ya que por su de colocar en algún espacio alacena de la cocina, y solo se emergencia.



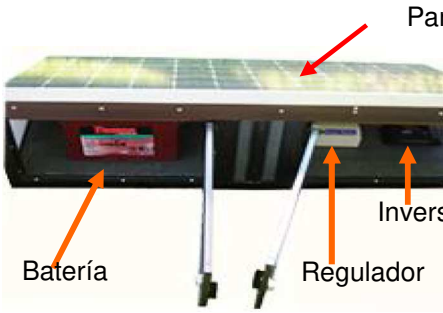


Figura 15. Ubicación de los paneles solares y ejemplo de módulo para equipo de energía solar.

Descripción del criterio		Propuesta de cumpl
EI-34	La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	Se tomará en cuenta lo planteado en
EI-35	No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l (gas y diesel) y NOM.	El proyecto, no considera la infraestructura.
EI-36	Se prohíben los campos de golf.	Este criterio no aplica al proyecto, y la construcción de campo de golf.
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 acatará lo dispuesto en como a lo establecido en la MIA apartado de Manejo de Residuos P
EI-38	Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas.	Este criterio no aplica al proyecto, ya arqueológicos en el predio.

Criterios de protección de flora y fauna

Descripción del criterio		Propuesta de cumpl
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.	El proyecto no contempla el combustible.
Ff-3	No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.	No se contemplan actividades de dr pastos marinos ya que no se ti actividad en la zona marina adyacer

	Descripción del criterio	Propuesta de cumpl
Ff-4	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de Impacto Ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	Durante la caracterización de fau predio Lote 23, no se registraron to el frente de playa carece de playa a el fuerte proceso erosivo que se re tortugas marinas son especies indicadoras de la pérdida de playa e A pesar de lo anterior y consideran tener un proceso de recuperación registrar la anidación de tortugas m se compromete a cumplir con lo es 162-SEMARNAT-2012 Que establec para la protección, recuperación poblaciones de las tortugas marin anidación.
Ff-6	Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.	Durante la caracterización de fau predio Lote 23, no se registraron to el frente de playa carece de playa a el fuerte proceso erosivo que se regi Sin embargo, en caso de registrar marinas, el proyecto acatará lo dis criterio, así como lo establecid SEMARNAT-2012.
Ff-7	En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	El promovente cumplirá con lo esta criterio ya que no tiene contempl ningún tipo de luminarias en el fr propiedad.
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.	
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.	En cuanto a la protección y el marinas, en el presente Capítulo s con la NOM-162-SEMARNAT-2012 7 se especifican medidas necesarias del proyecto.
Ff-10	Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).	

	Descripción del criterio	Propuesta de cumpl
Ff-11	Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.	
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 permitirá introducir ganado ca fauna doméstica o domesticada, ni con dicha fauna.
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 pr establecerán obras ni actividades establecerá un vivero de protección resguardar a los ejemplares res terminan los trabajos de construcció ejemplares a las áreas de conservac
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 aprovechar estas es
Ff-16	Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos (*Felis catus*)	Se acatará este criterio.
Ff-17	Se promoverá la erradicación del pino de mar *Casuarina equisetifolia* y el reestablecimiento de la flora nativa.	No se encontraron individuos de e predio.
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 no contempla áreas jar no sean aprovechadas, serán área vegetación nativa.
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.	La promovente del proyecto, no co de plantas de uso ornamental ni sus
Ff-20	Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.	No se pretende la construcción de a
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 contem actividades descritas en este criterio

	Descripción del criterio	Propuesta de cumpl
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 activi 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.	El proyecto no tiene contemplada especie aquí descrita. Las espe rescate corresponden a especies utilizadas para enriquecer las área los alrededores de la construcción siempre y cuando la autoridad autor
FO-2	En las áreas con presencia de palma de coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.	En el predio y principalmente en la f Mar Caribe, si existen agrupacione como también en la zona aprovechamiento. Cabe recalcar que únicamente el proyecto será afectada por la pé vegetación y el resto del predio se encuentra actualmente
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 tiene contemplado el uso actividades relacionadas con el proy
FO-4	No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.	Las actividades de desmonte y desp se realizarán de forma artesanal. E contempla el uso de maquinaria actividades.
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*).	Solo las especies provenientes del serán las utilizadas para enriq conservación en la periferia de l corresponden a especies nativas.
	Criterios para actividades industriales	

	Descripción del criterio	Propuesta de cumpl
I-1	No se permite la instalación de industrias.	El desarrollo es de tipo habitacional no es aplicable.
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 aplica al tipo de proy

Criterios para el manejo de ecosistemas		
	Descripción del criterio	**Propuesta de cum**
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.	Como parte de las medidas de contaminación al manto freátic humedal artificial será impe mantenimiento 1 vez al año para Además en relación al recurs sistemas de ahorro de agua e como en la cocina. El llenado de la alberca se re pipas. Para evitar gastos innecesarios la alberca, se utilizará un mantener limpia el agua y evitar cual únicamente se hará en cas necesario una vez al año. El s Ecosmarte, no utiliza sustancia para mantener el agua limpia, filtración utiliza una combinac cobre y oxidación electrónica descripción en cap. II). Durante el resto del año solo se se pierda por el uso de la mis agua será mínima ya que ú esporádicamente. Para evitar la evaporación, la alberca permane tiempo que no esté en uso.
MAE-2	No se permite que el agua obtenida de acuíferos superficiales y subterráneos ubicados en esta Unidad de Gestión Ambiental sea canalizada y trasladada fuera de ella.	El proyecto no considera el acuíferos superficiales y consecuencia no canalizará agua
MAE-3	Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente autorización de impacto ambiental.	No se llevarán a cabo obras para a los cuerpos de agua ubicados del predio.
MAE-4	Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	Estos criterios no aplican al pr

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).	construirán pozos para la obtenc El abastecimiento de agua será se contará con un tinaco de 250 la casa para su almacenamiento
MAE-6	El aprovechamiento de aguas subterráneas no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.	
MAE-7	Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia *in situ*.	El proyecto no instalara sistemas pluvial, toda vez que requeriría desmonte para la instalación de promovente solo utilizara la pro vacacionales por lo que no se agua que pudiera captarse dura lluvia.
MAE-8	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	El proyecto no implica la modific escurrimientos pluviales, ya q piloteada.
MAE-9	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.	Dentro del área del proyecto no cavernas o dolinas que puedan desarrollo del mismo.
MAE-10	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	
MAE-11	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.	
MAE-12	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m, alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	
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.	No será procesado ningún des dentro del predio. Los resi transportados al biodigestor y dirigirán al humedal artificial, c lixiviará ningún tipo de sustancia
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 real estas actividades, en tanto mantenimiento será realizado de

MAE-15	No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.	No se tiene contemplada la actividades. La disposición de llevará a cabo de acuerdo co recomendaciones realizadas e proyecto y las propuestas de me
MAE-16	Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.	Este criterio no es aplicable al p tienen contempladas obras en la en donde se encuentra la colin manglar.

MAE-17 Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna, con la excep senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la andadores elevados.

Como se mencionó en la propuesta de cumplimiento del criterio Ah-18, a simple vista en el predio no se aprecian c anterior posiblemente por los problemas erosivos del lugar, por ello, se realizó un estudio topográfico en donde se pudie de nivel. Con base en dicho estudio, se observó la presencia de 2 crestas con las máximas elevaciones la primera con con 12.30 m respecto del nivel del mar.

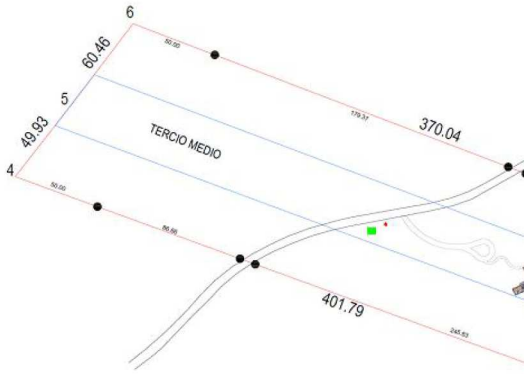
En el predio no se registra la zona de playa arenosa y con base en el estudio topográfico se observa que la pleama interior del límite Este de la propiedad. Por lo que en el predio se registran terrenos cedidos al mar.

Tomando en consideración lo anterior y lo descrito por el presente criterio y en el Criterio Ah-18, se estableció que el sea desplantado detrás de las máximas elevaciones de las crestas que correspondería al parteaguas de la duna a una pleamar (Figura 7). Considerando que las máximas elevaciones de las crestas podrían corresponder al primer y segu apenas en formación. Cumpliendo con lo que dista el criterio ya que no se construirá infraestructura permanente en la z el litoral y el parteaguas de la duna.

Al desplantarse sobre este sitio la promovente pretende no solo la conservación de la duna costera también de su propie funcionará como una barrera protectora ante cualquier fenómeno meteorológico lo que le permitirá al sitio mantener consolidación de dunas costeras.

Adicionalmente, se destaca que el proyecto, no contempla la conformación de caminos de la casa hacia la zona marina.

Descripción del criterio		Propuesta de cumplimien
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, puest existen vestigios arqueológicos.

	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimien
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 e construcción de la casa se llevará a cabo e predio.  Figura 16. Ubicación del proyecto en el
MAE-20	Solo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.	Para el desarrollo del proyecto Casa Lote 23 superficie de desmonte de 663.88 m^2 todo en Matorral costero con dominancia ce *Thrinax* cual incluye: la construcción de la obra (37 artificial (20 m^2), y para la apertura del camino terracería (271.98 m^2). El proyecto sólo desmontará la superfici construcción de la casa, humedal y camino de de maniobras sólo requerirá de 5 m perim tránsito de personas la promovente, delimitar las áreas de conservación evitando de esta m zonas aledañas, además colocará señalamien la prohibición del paso a dichas áreas.
MAE-21	Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.	El proyecto se apegará a lo establecido en est

Descripción del criterio		Propuesta de cumplimien
MAE-22	Con la excepción de la palma de coco *(Coccus nucifera*), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción.	La madera que se requiera para la construcció comerciales 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 cerc mismo, la construcción de la casa se llevar central del predio, por lo que se garantiza vegetación natural colindante entre predios ale
MAE-26	En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera de un poste y hojas de palma o pasto, siempre y cuando no sea un área de anidación de tortugas.	No se construirán obras en la playa.
Criterios para actividades pecuarias		
P-1	No se permite la ganadería de Traspatio.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria
P-2	Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente.	
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.	
P-4	No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria

Criterios para aprovechamientos turísticos	
Descripción del criterio	**Propuesta de cum**

Criterios para aprovechamientos turísticos		
	Descripción del criterio	**Propuesta de cum**
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.	El proyecto no pretende llevar a servicios recreativos, ya que es particular, por lo que estos criteri
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.	
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 el uso de servidumbres voluntarias.	Este criterio no es aplicable al no se trata de un servicio hotel habitacional unifamiliar de uso pa
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 tip que estos criterios no aplican al
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.	
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 ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 250 m de frente de playa, estén ubicados en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.	
Tu-8	El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.	

Criterios para aprovechamientos turísticos		
	Descripción del criterio	**Propuesta de cum**
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 tip que estos criterios no aplican al p
Tu-10	Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 500 m de frente de playa, estén ubicados en su totalidad en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.	
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.	Estos criterios no aplican al proyecto es de tipo turístic dimensiones del predio son m presentan en estos criterios. No se establecerán servidumbre predios.
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	
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.	
Tu-15	En el uso de servidumbres voluntarias, los predios dominantes podrán instalar hasta 3 veces más su densidad original permitida. Se exceptuaran aquellos predios dominantes que reciban la densidad total de los predios sirvientes cuando estos últimos se ubiquen en una UGA de Protección o Restauración.	

Criterios para aprovechamientos turísticos		
	Descripción del criterio	**Propuesta de cum**
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 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.	
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.	El proyecto no contempla la inst obras.
Tu-23	Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva.	No se tiene contemplado la i públicos
Tu-24	Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles u 8 m de altura.	La casa será de un nivel y se co 3.6 m a nivel de azoteas, si alcanzada con las palapas desd 7.85 m. Cabe aclarar que el pro casa habitación unifamiliar de us
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 se proyecto es de uso particular.

Criterios para aprovechamientos turísticos		
	Descripción del criterio	**Propuesta de cum**
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 condicionantes a las que habrán de sujetarse.	El proyecto consiste en la cons habitación por lo que este criterio n
Tu-28	Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	El proyecto es de uso particula instalación de accesos públicos existentes 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.	En la zona del proyecto no se c 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.	No aplica, ya que el presente p establecido en el ordenamiento E costera de la Reserva de la Biosfe

2.12. Normas Oficiales Mexicanas.

Para el proyecto 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.

Tabla 13. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

NOM-SEMARNAT	DESCRIPCIÓN	ETAPAS	
		Preparación y Construcción	Operación y mantenimiento
059 /2010	Que establece la 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.		
080 /1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de vehículos automotores en circulación y el método de medición.		
081 /1994	Establece como límite máximo permisible el de 55 db, para las fuentes fijas Residencial (exteriores) y específicamente para horario de las 6:00 a las 22:00.		
041/ 2015	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.		
044 /2006	Establece los límites 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 diesel como combustible y que utilizan para la propulsión de automotores con peso mayor de 3,857 kilogramos.		
045 /2006	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.		
047 /2014	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.		
050 /1993	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, diesel o gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.		
052 /2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.		
001 /1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.		
003 /1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.		

El proyecto Casa Lote 23 se pretende desarrollar en un predio con 39,515.837 m^2 (3.95 ha) de los cuales utilizará para su desarrollo 371.90 m^2 y 271.98 m^2 para el de acceso a la casa comprendidos en su totalidad en vegetación de matorral costero con dominancia de

Thrinax radiata (Palma chit) sin afectar el manglar que se ubica al oeste del predio. A pesar de lo anterior, se presenta el análisis del Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de enero de 2007 con base en los términos técnicos especificados en la NOM-022-SEMARNAT-2003, considerando que para su cumplimiento se requiere la justificación de los mismos fundamentos técnicos.

2.13. Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y NOM-022-SEMARNAT-2003.

Antecedentes

En el predio donde pretende desarrollarse el proyecto se registra una cobertura vegetal conformada por dos tipos de vegetación el cual se clasificó como matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit) (32,314.70 m^2) y manglar (6,468.24 m^2) que equivalen al 82% y 16% del total del predio respectivamente y el resto (732.89 m^2) corresponde al área que ocupa el camino común a Punta Allen (2%) que secciona la vegetación de matorral siendo que el fragmento comprendido al oeste del camino sirve como amortiguamiento entre éste y el área de manglar de franja de la Laguna de Catoche (Figura 17).

En términos generales los resultados del análisis cuantitativo y cualitativo, señalan que el área de estudio se encuentra en buen estado de conservación a pesar de los factores climáticos y las actividades antropogénicas que se han dado lugar en la porción norte de la reserva.

Igualmente el sistema ambiental que rodea al predio donde pretende desarrollarse el proyecto Casa Lote 23, se encuentra en estado de perturbación menor, con mayor grado en los márgenes del camino comunal que comunica al poblado de Punta Allen (efecto de borde). El tránsito de vehículos por este camino levanta el polvo que afecta la vegetación, al acumularse sobre el follaje y obstaculizar la fotosíntesis. Sin embargo, esta es una perturbación constante y muy puntual que tiene un efecto máximo de 4 metros de distancia a cada lado del camino. Sian Ka´an es una zona altamente impactada por los huracanes y tormentas tropicales, por lo que presenta entre otras características una compleja dinámica de la arenas, vegetación costera de talla baja.

Además de dichas condiciones, también presenta cambios ocasionados por el hombre a través del tiempo, como ha sido la introducción y propagación de las palmas de coco, así como el cultivo de la palma chit que fue cubriendo extensiones importantes dentro de la reserva. También, están los cambios relacionados con los desarrollos turísticos que aun cuando son de baja densidad han provocado cambios permanentes en la zona costera de la Reserva.

En la colindancia del predio con el Mar Caribe, este presenta una berma de 1.8 m de altura además, por efectos de oleaje, el sitio no cuenta con playa arenosa, situación que se repite tanto al norte como al sur de la propiedad.

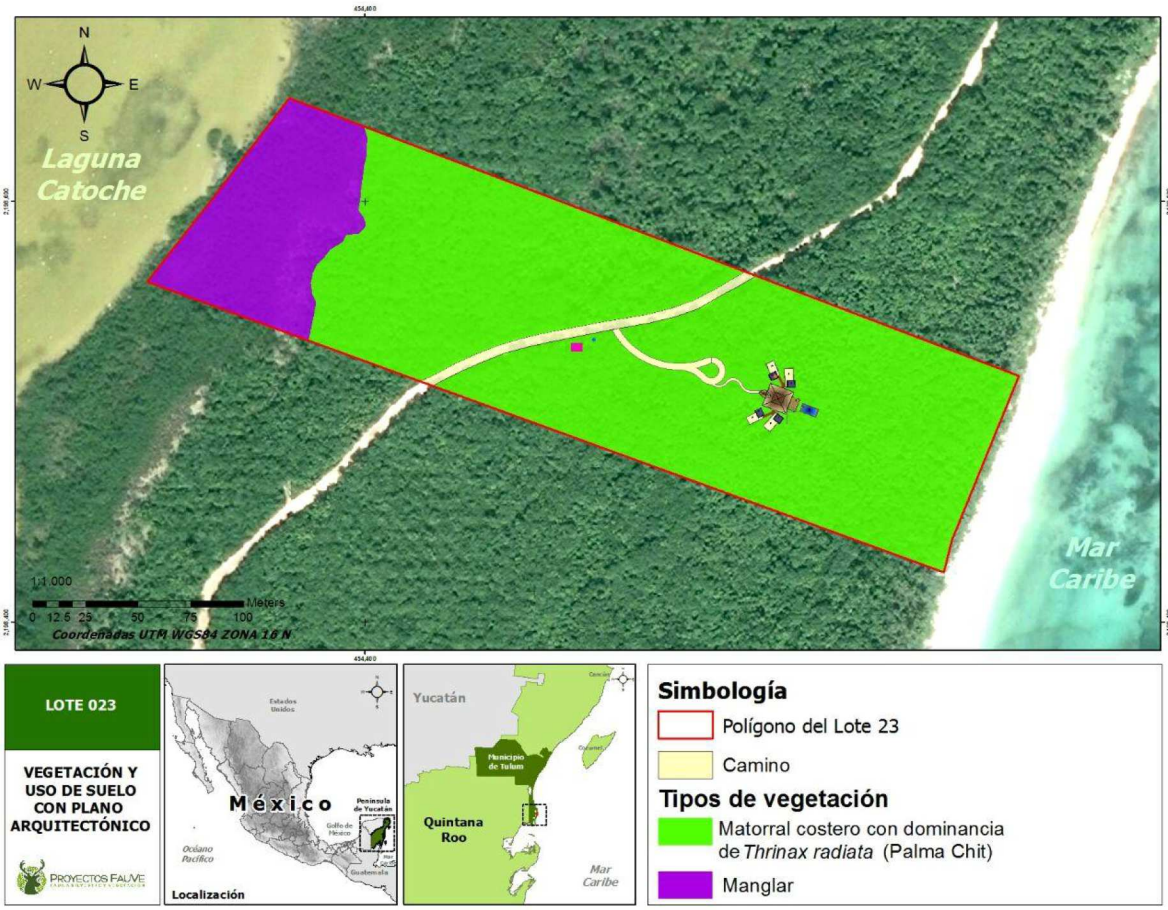


Figura 17. Plano de vegetación del predio Lote 23.

Figura 18. Imágenes del camino Tulum – Punta Allen que divide al Lote 23 en dos porciones.

Figura 19. Vista del frente de playa del área de estudio. En estas imágenes se observa la pérdida de playa por procesos de erosión natural por oleaje y efecto de fenómenos meteorológicos.

Figura 20. Imágenes de la zona de vegetación de Matorral Costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit).

Los humedales marginales de la laguna Xamach y Catoche, con los cuales colinda el predio del proyecto hacia el oeste, corresponden a manglar de franja de tipo mixto ya que se encuentran representadas las cuatro especies de manglar: *Laguncularia racemosa*,

Rizhophora mangle, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Se encuentran habitados por varias especies animales, entre estos los más evidentes son los insectos, las aves, los reptiles y los crustáceos como el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*).

El mangle se desarrolla en una zona consiste de suelos margosos, de color pardo oscuro, muy profundos, donde las mediciones realizadas alcanzaron hasta 1.5 m de profundidad, siendo la limitante de estos la presencia de roca calcárea.

Figura 21. Imágenes de las zonas de manglar.

Con base en una evaluación visual de fotografías del programa google earth pro de los años 2010 y 2015 de la zona costera de Sian Ka'an, a la altura del predio del proyecto, no se aprecian cambios drásticos en el ancho del manglar que se desarrolla en el borde del proyecto y zonas aledañas, destacando que en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, en términos generales se mantiene en buen estado de conservación ya que no existen muchos proyectos inmobiliarios en la zona de duna y muelles del lado lagunar (Figura 22). La casa habitación más cercana al predio del proyecto, se localiza a 500 m al sur del Lote 23.

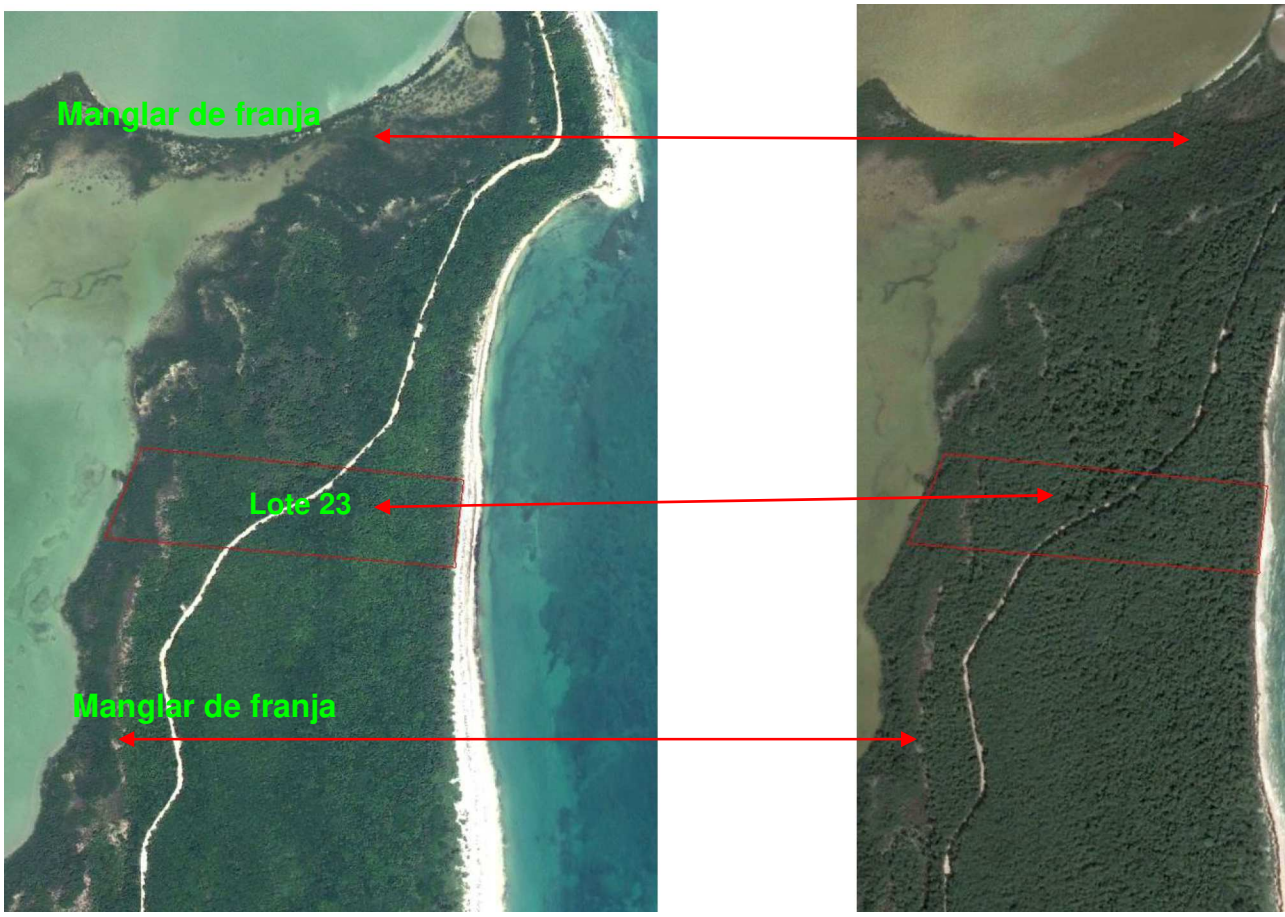


Figura 22. Fotografías aéreas del 2010 (Izquierda) y 2015 (Derecha) de la zona cercana al Lote 23 del
para comparar de manera visual, la permanencia de la cobertura e inundación del manglar de franja en l
aledañas.

El proyecto no afectará por su desarrollo la vegetación de manglar con base en los siguientes aspectos:

- La casa y obras asociadas se desplantan por completo dentro de la vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit) de la sección este del predio (respecto del camino común a Punta Allen) a distancias promedio de 124.93 m, 121.42 m, 126.93 m y 205.93 m del manglar, quedando como área de amortiguamiento entre las obras y el manglar lo correspondiente a dicho camino común y la sección de matorral en la parte oeste (Figura 23).

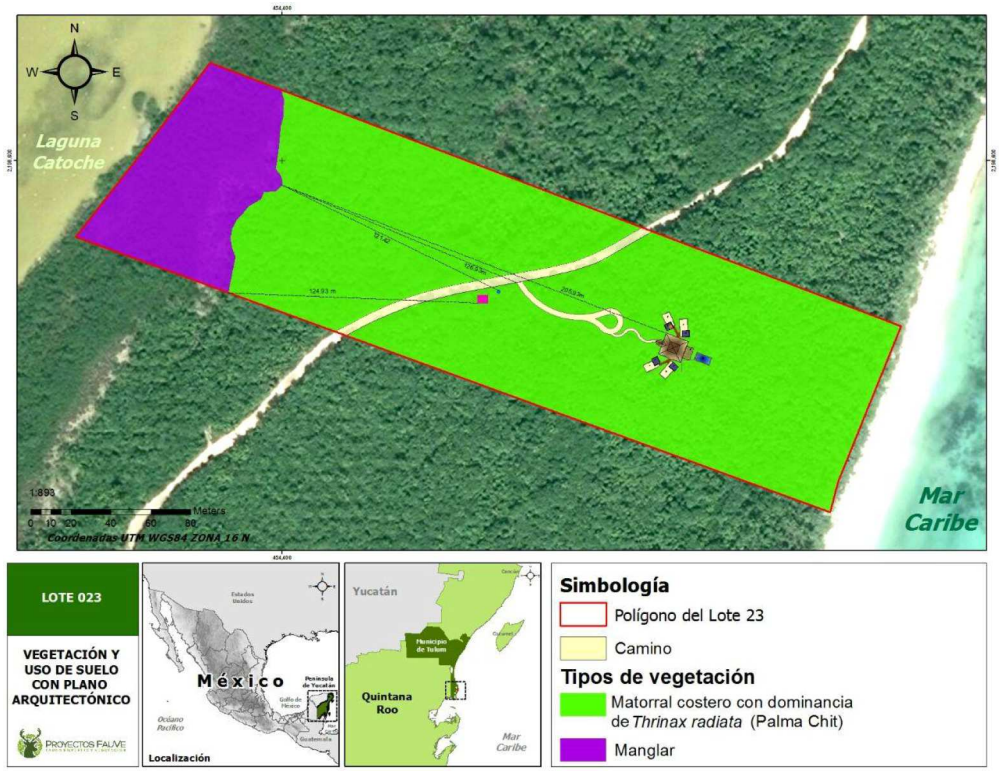


Figura 23. Distancias del proyecto y sus obras asociadas respecto de la vegetación de manglar.

- La única obra desplantada abajo del nivel del suelo es la alberca (-1.2 m) pero considerando que se desplanta en un área con entre 11.80 y 12.00 msnm, su construcción comprenderá la excavación en suelo regosol sin llegar a un nivel que pueda afectar la circulación de agua subterránea hacia las partes más bajas del humedal localizado al oeste fuera del predio el cual se encuentra a un nivel de 0.80 msnm.

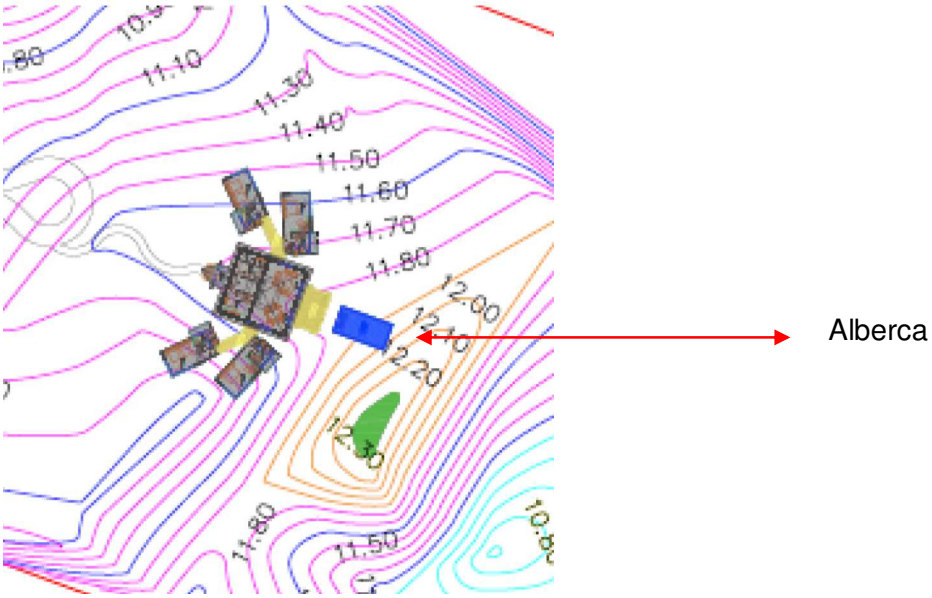


Figura 24. Imagen en donde se aprecia la altura en donde será desplantada la alberca con base en estudio topográfico.

- La cimentación será piloteada a la profundidad que se dictamine en el estudio de mecánica de suelos que se llevará a cabo.
- No se realizará la perforación de pozos de ningún tipo.
- No se construirán bordos ni estructura alguna que interrumpa el flujo de agua superficial hacia las partes bajas de la zona de manglar.
- Se implementarán las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI y anexos técnicos para prevenir cualquier afectación indirecta sobre la zona de manglar.

Teniendo como esquema de partida el hecho de que en la porción oeste del predio se desarrolla vegetación de manglar, el cual no se van a afectar por el desarrollo del proyecto sino que quedará como área de conservación, se analiza el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre vigente a partir del 1 de febrero de 2007, con base en los aspectos ecológicos que determina la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Con base en el levantamiento topográfico, caracterización vegetal, información bibliográfica, y apego a los criterios que marca el ordenamiento que rige el proyecto, se determinó que el proyecto no interferirá en los flujos superficiales y subterráneos que condicionan el mantenimiento de la integridad del humedal ubicado al oeste y de los ecosistemas con los que se relaciona.

ANÁLISIS DEL ARTÍCULO 60 TER

- El Artículo 60 TER de la LGVS cita a la letra:

  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.

  Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

- La NOM-022-SEMARNAT-2003, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003 y su modificación publicada el 7 de mayo de 2004 en el mismo medio oficial:

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

Esta norma consta de una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales dicta los criterios de uso y conservación de los humedales en zonas de manglar, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la LGVS.

De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo nivel de Norma Oficial (vigente hasta la entrada en vigor del 60 TER), presentan concordancia en las especificaciones que regulan y regularon la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar, y que las solicitudes de cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental tendrían que sustentar para los desarrollos.

Tabla 14. Criterios del Artículo 60 TER y Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	**Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**
Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecten:	El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los

Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003
	siguientes puntos:
la integralidad del flujo hidrológico del manglar;	La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
del ecosistema y su zona de influencia;	La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
de su productividad natural;	Su productividad natural;
de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;	La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Integridad 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,	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;
o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	Cambio de las características ecológicas;
	Servicios ecológicos;
	Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Para fundamentar la solicitud de cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental que se generará en la vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit) por la construcción del proyecto Casa Lote 23 sometemos a su consideración la siguiente información en alcance respecto al cumplimiento de la NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, en particular al numeral 4.0.

NOM-022-SEMARNAT-2003

4.0 Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

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

A continuación se atiende de manera puntual cada una de las especificaciones del numeral 4.0.

1. La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;

Un humedal es un ecosistema que se origina a partir de suelos inundados, en donde dominan procesos anaeróbicos que forzan a la biota, en particular a las plantas, a desarrollar adaptaciones que les permitan sobrevivir a procesos de inundación (Keddy, 2000). Los manglares son humedales costeros, tropicales y subtropicales, cuya fuente principal de inundación son las mareas y precipitación pluvial, por lo que el suelo se encuentra casi permanentemente saturado con agua cuya salinidad puede fluctuar mucho a lo largo del día y/o del año (Hogarth, 2004).

De ahí que el hidroperiodo (amplitud y frecuencia de las fluctuaciones en el nivel del agua) es uno de los factores fundamentales para el desarrollo y mantenimiento de un humedal, que en el caso de los manglares está definido por el volumen del agua de descarga de ríos (superficiales o subterráneos), las lluvias, las mareas, la evapotranspiración y la geomorfología (Twilley y Chen, 1998). La microtopografía también controla factores hidrológicos a nivel local que influyen de manera directa en la ecología del manglar (Thom 1982; Twilley 1998; Twilley *et al*. 1996 en Twilley y Chen 1998).

Desde el punto de vista geohidrológico cabe puntualizar que el agua de lluvia que no se pierde por infiltración en el suelo, absorción de las plantas o evaporación, ni se embalsan en vasos cerrados formando charcos o lagunas, tiene que escurrir formando arroyos, corrientes o ríos. La zona que sustenta esas corrientes es la cuenca alimentadora, la cual en la Península de Yucatán puede ser superficial o subterránea en las zonas costeras bajas caracterizadas por sedimentos lacustres (manglares).

El manglar que se encuentra en el predio objeto de este análisis corresponde a un manglar de franja o borde (fringe mangrove) *sensu* Lugo y Snedaker (1974). Se distribuye a lo largo de pequeñas caletas, canales o bahías, en contacto directo con el mar o lagunas salobres formando una franja. Puede alcanzar una altura promedio de 8 a 10 m,

aunque existen reportes de alturas mayores a los 20 m (Flores, 1983 citado en Flores y Espejel, 1994). La distribución común de las especies que lo forman corresponde a *R. mangle*, en las zonas más inundadas, seguida por *L. racemosa* y *A. germinans* en zonas más cercanas a tierra firme, donde la salinidad del agua aumenta debido a la evaporación (Flores y Espejel 1994).

Algunos de los factores que determinan las condiciones hidrológicas del manglar ubicado al oeste del predio Lote 23 y de la Laguna Catoche son:

- La dirección del flujo subterráneo en el área de estudio es hacia las costas y bahías.

- El nivel freático es muy cercano a la superficie. Se encuentra como máximo a 8 m y en las partes más bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias (RAMSAR, 1993). Es la zona más crítica del estado, 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 (UNAM, 1980).

- El proyecto se ubica en la unidad de material no consolidado con posibilidades bajas, la cual es típica de zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales e inundables.

- 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).

- 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).

- La superficie inundada a finales de la temporada lluviosa es superior al 70% en la parte terrestre. En la época seca un 20% de ésta permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro donde la concentración salina es elevada (RAMSAR, 2003).

Considerando que en el predio se desarrolla vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit) sobre zonas ligeramente arenosas, el escurrimiento pluvial que recibe el sitio, se dirige principalmente por infiltración hacia las partes más bajas en la dirección NW-SE a través del sustrato arenoso del suelo predominante que es el regosol) el cual alcanza varios metros de profundidad así como a través de los conductos de disolución.

El desarrollo del proyecto se apega a los criterios que marca el ordenamiento y el artículo 60 TER de la LGVS de tal forma se desplanta en su totalidad en matorral costero sin afectar ninguna superficie del manglar de franja de la Laguna Catoche.

Cabe señalar que el flujo superficial del agua fue afectado tiempo atrás por la construcción del camino Tulum-Punta Allen, el cual divide el polígono del predio en la sección este y oeste del mismo, restringiendo el manglar al oeste. Y que aún con su fragmentación y operación con tránsito vehicular, no ha ocasionado la transformación significativa de las características ecológicas del humedal.

Los aspectos principales que el proyecto propone para no interferir con la dinámica del flujo hídrico que sustenta los procesos biológicos del humedal que se desarrolla al oeste del predio y en todo el borde de la Laguna Catoche son los siguientes:

- Solamente aprovechará 371.90 m^2 para el desarrollo de la casa y 271.98 m^2 para el camino de acceso a ésta, todo sobre matorral costero, respetando las crestas más altas del cordón arenoso y manteniendo el 96.47% de la vegetación del predio como conservación, sin aprovechar ninguna superficie del manglar. La conservación del matorral permitirá que continúen los procesos de infiltración (salvo en la superficie aprovechada) hacia el nivel freático, y con ello se mantenga la circulación y afloramiento natural en las partes más someras (lagunas).

- Cimentará de manera piloteada para no interferir con la circulación subterránea de agua, y la alberca se desplantará en un área que tiene entre 11.80 y 12.00 msnm, por lo que su construcción comprenderá la excavación en suelo regosol sin llegar a un nivel que pueda afectar la circulación de agua subterránea.
- No construirá muros o bordos para que no existe desvío de la circulación del agua.
- No realizará actividad alguna en el área de matorral ubicado al oeste del camino y que sirve de amortiguamiento entre éste y el manglar, para evitar la afectación de la fauna, cambio en las características microtopográficas que condicionen afectaciones en el hidroperiodo.
- No contempla actividades náuticas que pudieran generar alguna afectación en el flujo y calidad del agua de la laguna colindante que vayan en detrimento de su calidad ambiental.
- No realizará actividades extractivas de agua. Las aguas residuales serán tratadas y las resultantes de esta actividad se verificará que cumplan con la normatividad. Dado que la casa será ocupada solo por periodos vacacionales, el agua tratada será mantenida en el humedal en donde las plantas ahí mantenidas se encargaran de la absorción de la misma.

De tal forma que el proyecto por su construcción no interrumpirá la dinámica hidrológica superficial y subterránea que actualmente se da en el sitio, propiciando que el agua de lluvia y la de mareas circulen hacia el humedal y hacia el mar, manteniendo las condiciones de hidroperiodo (aporte, inundación, salinidad) que requiere la vegetación de manglar aledaña al oeste para el mantenimiento de los procesos biológicos.

2. La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;

Lo que mantiene la integridad y estabilidad de los ecosistemas en la zona costera, es la preservación de los procesos ecológicos (p. ej. regeneración y protección de suelos, flujos de agua, nutrientes y energía; migraciones; productividad y relaciones tróficas), funciones ecológicas (p. ej. hábitats críticos, protección y estabilidad de la línea de costa, mantenimiento de la calidad del agua) y factores ambientales (p. ej. salinidad, temperatura, transparencia, oxígeno y nutrientes) (Juárez *et al*., 2006).

Las especies que se desarrollan en los manglares respetan una zonación definida por varios factores ambientales actuando en conjunto, de los cuales el más importante es el hidroperiodo, que a su vez define las condiciones fisicoquímicas del suelo y la salinidad (López Portillo y Ezcurra, 1989; McKee, 1993; Keddy, 2000). Si cualquiera de estos factores es alterado, repercutirá en los demás y se verá reflejado tanto en la composición como en la estructura y funciones del ecosistema (Keddy 2000).

El hidroperiodo (amplitud y frecuencia de las fluctuaciones en el nivel del agua) es un factor fundamental para el desarrollo y mantenimiento de un humedal y en el caso de los manglares está definido por el volumen del agua de descarga de ríos (superficiales o subterráneos), las lluvias, las mareas, la evapotranspiración y la geomorfología (Twilley y Chen, 1998). La microtopografía también controla factores hidrológicos a nivel local que influyen de manera directa en la ecología del manglar (Thom, 1982; Twilley, 1998; Twilley *et al*. 1996, en Twilley y Chen 1998).

Definición de integridad en el predio

En el predio se desarrolla vegetación de matorral costero, la duna costera esta prácticamente perdida por efecto de erosión marina, y el manglar.

En términos generales el sistema ambiental que rodea al predio donde pretende desarrollarse el proyecto Casa Lote 23 se encuentra en estado de perturbación menor, aunque la duna está muy impactada por fenómenos naturales, así como ligera afectación en los márgenes con el camino comunal que comunica al poblado de Punta Allen (efecto de borde), el tránsito de vehículos por este camino afecta la vegetación de ambos lados del camino ya que al ser de terracería se levanta el polvo que se acumula sobre el follaje de la vegetación. Sin embargo, esta es una perturbación constante y muy puntual que tiene un efecto máximo de 2 m de distancia a cada lado del camino.

El desgajamiento del suelo donde se desarrolla el matorral costero ocasionado por el oleaje y los fuertes vientos provocaron el deslave y desgajamiento de la duna que en particular se levanta 1.8 m en promedio por arriba del nivel del mar.

Otro de los efectos del oleaje es el arrastre de grandes cantidades de residuos inorgánicos hacia las playas de la Reserva, como vidrios y plásticos principalmente, por lo que será importante recomendar un programa de eliminación de residuos inorgánicos.

De ahí que la integridad del litoral ha sido modificada de manera natural por el impacto de un evento climático, sin que ello represente una amenaza irreversible. Lo cual es

importante de abordar en el caso del proyecto para no contribuir a que se continúe la erosión de la primera línea del cordón, por lo que de acuerdo a la normatividad los desarrollos se desplantan detrás de estas bermas.

Como se mencionó anteriormente el manglar de franja queda fuera de los límites del predio, sin embargo se puede señalar que se trata de un manglar mixto donde se observaron cangrejos azules y que se observa en aparente buen grado de conservación.

En cuanto a la fauna el 82% del predio está cubierto por matorral costero, uno de los hábitats con el menor número de especies animales registradas dentro de la reserva. La macrofauna del sitio no presenta 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.

El predio presenta áreas con diferentes estados de conservación, y se registraron especies de aves indicadoras tanto de perturbación como de conservación en diferentes zonas. 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 o para ciertas actividades. Además de los movimientos, hay organismos como los anfibios e insectos que tienen patrones de vida estacionales y por lo tanto es más fácil encontrarlos en estaciones del año determinadas.

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).

Considerando que el proyecto afectará únicamente vegetación de matorral costero ocupando 371.90 m^2 de construcción de la casa y 291,98 m^2 para el camino de acceso a la misma, conservando el 96.47 % de esta vegetación, se considera que las afectaciones a la integridad del ecosistema serán de nivel bajo y más aún aplicando las medidas propuestas para evitar su afectación, ya que aprovechará solamente el matorral y conservará el frente de duna necesario para la protección de las costas y ecosistemas tierra adentro, permitirá la infiltración y escurrimiento superficial del agua necesario para el hidroperiodo, movimiento de fauna hacia el mar como lo requiere el cangrejo *Cardisoma guanhumi*, y la dinámica natural de flujo de nutrientes y energía entre el mar, duna y manglar sea a través del suelo o agua necesarios para el mantenimiento del arrecife que se ubica en la zona marina.

La estabilidad de la línea de costa ha sido moldeada por los eventos naturales que han impactado el sitio ocasionando la erosión de la primera duna (huracán Dean en el 2007), lo cual no se modificará con el proyecto ya que este se propone desplantar a 17.16 m de distancia de esta área.

3. Su productividad natural;

Tomlinson (1986) define la productividad primaria (es decir, la de los organismos autótrofos) en un ecosistema forestal como la cantidad de biomasa producida por unidad

de peso de biomasa en pie. La biomasa es la suma total del peso de todos los componentes de un árbol, tanto sobre el suelo como bajo éste, por unidad de área (Hogarth, 2000). Obtener el dato exacto de biomasa para un rodal o un árbol implica destruirlo, por lo que generalmente la biomasa y la productividad se estiman a partir de mediciones parciales de la hojarasca colectada directamente bajo un árbol y su ponderación a un área determinada (Zaldívar *et al*., 2004).

La productividad secundaria (es decir, la de los organismos heterótrofos) es análoga a la biomasa de los árboles en pie. Al igual que en el caso de los árboles, la productividad secundaria generalmente se calcula a partir de estimaciones. En el caso de los cangrejos y caracoles comunes en los manglares, la biomasa puede estimarse a partir de sus heces, exubias y larvas. Sin embargo, la dificultad de las mediciones y la complejidad de las redes tróficas, hace que sea poco común que se estime la productividad secundaria de un ecosistema (Hogarth, 2000).

La productividad primaria de los ecosistemas costeros se encuentra modulada por factores físico-ambientales como son la descarga de agua dulce, rango de mareas, áreas de vegetación costera, dinámica de corrientes litorales, entre otros (Soberón-Chávez y Yañez-Arancibia, 1986; Zárate *et al*. 1996 tomado de Juárez *et al*. 2006). Son diversos los factores que afectan la estructura y productividad de los bosques de manglar, entre los que se incluyen a la hidrología, la dinámica de nutrientes, el tipo de sedimentos y la salinidad del suelo (Lugo *et al*., 1988).

El manglar de franja es el segundo tipo en importancia (el primero es el ribereño) en cuanto al procesamiento de la materia orgánica y nutrimentos, y por tanto en proveer alimentos para la fauna de invertebrados y vertebrados que lo habitan. En el caso del manglar de franja del predio es particularmente importante porque presenta dominancia de manglar rojo cuyas raíces zancudas proporcionan hábitat para peces en diferentes etapas de vida.

Se desconoce cual sea la productividad primaria y secundaria del humedal con manglar que se desarrolla al oeste del predio, dada la naturaleza de las mediciones y estimaciones necesarias para cuantificarlas, tanto en método como en tiempo de registro, sin embargo, considerando que se conoce que son altamente productivos, y que como parte del proyecto no se realizarán actividades en la sección del Lote 23 ubicado al oeste del camino comunal a Punta Allen, donde se desarrolla una fracción de matorral costero, no se prevén afectaciones a su productividad por su desarrollo.

El proyecto no afectará la productividad primaria del humedal de la zona de influencia en virtud de que no aprovechará ni modificará las condiciones ambientales de flujo hídrico en este ecosistema por el desarrollo de las obras, y que tampoco afectará las condiciones ambientales que determinan su mantenimiento tales como la infiltración y escurrimiento pluvial, rango de mareas, salinidad, entre otros.

Adicionalmente, implementará medidas preventivas y de mitigación para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante su desarrollo, para de esta forma evitar dispersiones hacia el lado oeste del camino, y con ello evitar se den condiciones que vayan en detrimento de la productividad primaria y secundaria de la zona de humedal adyacente.

La productividad secundaria tampoco se afectará considerando que no se realizarán actividades en el área de matorral colindante con el manglar, y que la fauna que ahí habita podrá continuar con la función que actualmente desempeña y migrar a través de las áreas de conservación que mantendrá el proyecto, ya que éste se apegará a los programas de protección de estos invertebrados en su migración al mar. Así mismo se aplicarán medidas de vigilancia permanentes para evitar que durante la temporada de migración sean depredados por el personal contratado para la construcción del proyecto.

Adicionalmente, en el área de aprovechamiento del matorral se rescatarán los ejemplares de especies vegetales susceptibles de ello para trasplantarlos en las zonas circundantes a la construcción siempre y cuando la autoridad ambiental de visto bueno, y de esta forma promover la recuperación de la cobertura vegetal y los procesos de absorción pluvial y subsecuentes en el ciclo del agua y nutrimentos, fijación del suelo, hábitat para la fauna, entre otros, que se traducen en el mantenimiento de la productividad del sistema, tanto primaria como secundaria.

4. La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;

Hay diferentes definiciones de capacidad de carga. Se puede interpretar como la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas (Rees, 1990; Hardin, 1991, citado en Juárez, *et al.* 2006*).* La capacidad de carga turística se refiere al nivel máximo de uso de visitantes e infraestructura correspondiente que un área puede soportar sin que se provoquen efectos en detrimento de los recursos y se disminuya el grado de satisfacción del visitante, o se ejerza un impacto adverso sobre la sociedad, la economía o la cultura (McIntyre 1993).

El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento de planificación y concertación diseñado para incidir en el desarrollo regional y orientarlo eficazmente, su importancia radica en que permite identificar procesos ecológicos relevantes que deben protegerse en beneficio de la sociedad, define intensidades de aprovechamiento y uso de los recursos naturales en función de su potencial y del estado de los recursos naturales y promueve la restauración de ecosistemas dentro de esquemas productivos. Esto permite la promoción del desarrollo sostenible, estableciendo con claridad dónde y cómo se pueden ejecutar los proyectos públicos y/o privados, al orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales por lo que constituye una de las principales herramientas en la búsqueda del desarrollo sostenible (Juárez *et al*., 2006).

La capacidad de carga en el sistema ambiental del proyecto está dictaminada por instrumentos legales como 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 programa, el predio se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental Tu1 (factible turismo de bajo impacto) y An3 (con política únicamente de conservación).

El proyecto se desplanta en su totalidad en la UGA Tu7 la cual establece los porcentajes de aprovechamiento de uso de suelo y las condiciones de infraestructura necesarias para generar una menor demanda de recursos (agua y luz) y de generación de residuos, propiciando la instalación de tecnologías alternativas para la reutilización de los residuos generados y aprovechamiento nuevamente en el proyecto, bajo la normatividad correspondiente.

El proyecto se está desplantando de acuerdo a los requerimientos de densidad, altura y superficies de aprovechamiento que marcan los criterios de la UGA Tu7 para un uso de suelo de casa habitación, de ahí que estaría dentro de la capacidad de carga de la zona establecida por dicho Ordenamiento con base en los atributos ecológicos de la zona costera de Sian Ka'an.

Para dar cumplimiento al ordenamiento y no generar demanda excesiva de servicios y consumo de recursos en todas sus etapas, el proyecto en las etapas de preparación y construcción, obtendrá el agua necesaria para las actividades, de pipas de agua contratadas en una empresa autorizada para su distribución, y se utilizarán sanitarios portátiles contratados a una empresa especializada la cual dispondrá los residuos generados.

En la fase de operación contará con un sistema mixto de tratamiento de aguas residuales adaptado con una biodigestor y humedal artificial; instalará un sistema de paneles solares para la generación de energía, y obtendrá agua para el uso a través de pipas. Los residuos serán dispuestos donde la autoridad municipal lo dictamine.

De tal forma que no rebasa ni contraviene las disposiciones que pudieran generar desequilibrios por su desarrollo, y la demanda de recursos y disposición final de las aguas residuales será solventada por la misma promovente.

5. Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;

Los manglares de franja están considerados como los segundos de mayor potencial para funcionar como sitios de hábitat y alimentos para la fauna.

El proyecto no aprovechará ninguna superficie del manglar, ni realizará actividades náuticas que pudieran generar perturbaciones a la fauna que depende del humedal para los procesos como anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.

El proyecto se apegará a las actividades de protección que marque la Dirección de la Reserva, en especial de la especie de cangrejo azul que migra hacia el mar durante las temporadas reproductivas.

Asimismo, promoverá a través de señalización indicativa y restrictiva la protección del manglar y de la duna costera como ecosistemas para ciertas especies de fauna importantes en la dinámica ecológica del humedal.

6. 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;

Los manglares de borde mantienen interacciones con los ecosistemas adyacentes por medio de los flujos hídricos superficiales y subterráneos, el desbordamiento del manglar de cuenca hacia el mar, y su utilización como hábitats por organismos que se mueven a través de estos ecosistemas.

El intercambio de nutrientes y energía entre los ecosistemas de duna y el humedal se da a través de los flujos de materia y energía sea vía superficial o subterránea. En esta última recibe aportes de agua subterráneos del manto freático a través del cual se da la circulación de energía y nutrimentos hacia la duna y el sistema arrecifal. Asimismo, el humedal retiene nutrientes y materia orgánica en su suelo evitando que estos lleguen al mar de manera directa, manteniendo las aguas cercanas con características oligotróficas, necesarias para el desarrollo de los arrecifes de coral.

Con relación a la integridad entre ecosistemas, se señala que el proyecto solamente afectará vegetación de matorral costero por su desarrollo y ninguna superficie del manglar que se desarrolla en su colindancia oeste. No realizará actividades náuticas ni de ninguna clase en esta zona que puedan afectar la calidad del agua y fauna que ahí habita. El proyecto se desplantará respetando las restricciones de superficies de aprovechamiento, así como de los parámetros urbanísticos, para mantener el frente de duna costera necesario para la protección de las playas ante eventos naturales ordinarios y extremos como los huracanes, mantendrá superficies permeables para la infiltración natural del agua pluvial y la topografía natural para su escurrimiento hacia las partes más bajas de la laguna. Adicionalmente, con estas medidas se mantendrán los procesos de limpieza de agua que realiza el humedal antes de que ésta llegue al mar y arrecifes. El proyecto se apegará a lo que dicte la Reserva en cuanto al uso del medio marino para no causar afectaciones a este ecosistema.

Adicionalmente, se llevarán a cabo actividades de reforestación de la vegetación de duna costera (zona de pioneras y matorral costero) en el talud formado por el impacto de los huracanes recientes, dicha reforestación se llevaría a cabo con las plantas producto del rescate, con el fin de recuperar la cobertura vegetal de esas zonas y la función que desempeñan en el sistema costero para la fijación del suelo, resistencia al viento, protección de los ecosistemas tierra adentro, entre otras.

7. Cambio de las características ecológicas;

La vegetación de manglar presenta una zonación natural definida por las condiciones de topografía, suelo y geohidrología, que van directamente relacionadas con el tipo de especies que se desarrollan en estas condiciones, y que presentan adaptaciones fisiológicas particulares para soportar condiciones estresantes ordinarias y extremas ante eventos como los huracanes.

Los ecosistemas costeros están sujetos a constantes afectaciones naturales climáticas, como tormentas tropicales y huracanes que conllevan procesos erosivos del sustrato y pérdida de vegetación por estrés hídrico severo, de ahí que la muerte y recuperación forma parte natural de su dinámica.

En el predio del proyecto Casa Lote 23 se registraron cambios en las características ecológicas determinadas por eventos naturales principalmente en la zona de duna costera por la erosión, ocasionando el desgajamiento del suelo donde se desarrolla el matorral costero formándose un talud en la vista hacia al mar, quemaduras en las frondas y copas de los árboles y arbustos que se ubican en la franja más próxima al Mar Caribe, pérdida casi total de la vegetación pionera de duna. La zona de manglar no presentó afectaciones por este evento natural en virtud de la protección que ofrece la duna.

Los cambios en características ecológicas a nivel del sistema ambiental en el que ubica el predio del proyecto, se han dado a raíz del desarrollo turístico y asentamientos en la zona designada para tal uso de acuerdo al ordenamiento e instrumentos normativos previamente vigentes. En cuanto a las perturbaciones más evidentes que ha sufrido el humedal que rodea las lagunas, se observa el trazo de muelles y pequeñas brechas de acceso que van del camino comunal Tulum-Punta Allen a la orilla de la laguna Catoche.

Entre lo cambios a las características que actualmente se observan, están el efecto de borde en secciones específicas del camino Tulum-Punta Allen, condicionando el establecimiento de especies oportunistas. Así como la abundancia de la palma *Cocos nucifera* cuyo desarrollo fue condicionada a raíz de que en la zona se realizaron actividades copreras, sin embargo, esta especie se ha integrado a la dinámica de la duna y no presenta desventajas ecológicas para las especies que ahí se desarrollan de manera natural, pero su utilización en la reforestación se encuentra regulada por el ordenamiento de la Reserva, ante lo cual el proyecto Casa Lote 23 también se apega a lo solicitado.

El proyecto no originará cambios en las características ecológicas en la zona de humedal ubicada al oeste del camino comunal, ya que concentrará las obras en la zona de matorral costero, considerando las especificaciones señaladas, e implementando las medidas necesarias para no modificar sus condiciones tales como realizar un adecuado manejo de residuos, protección de flora y fauna asociada a través de señalización, apego a los programas de protección de fauna que maneje la Reserva, y utilización de sistemas tecnológicos alternativos para disminuir la presión sobre los recursos.

8. Servicios ecológicos

Los manglares de franja mantienen interacciones con los ecosistemas adyacentes al ser sitios de anidación, alimentación de organismos que viven en uno o más tipos de vegetación, además de que filtran y retienen sedimentos del flujo superficial y subterráneo hacia el mar.

Los manglares ofrecen una gran variedad de servicios ecológicos que van directamente relacionados con su potencial para la recarga de mantos acuíferos, retención de sedimentos y con ellos limpieza del agua que circula a través de ellos y de ahí hacia cuerpos de agua y el mar. Adicional a que son sistemas altamente productivos por lo que son importantes importadores y exportadores de energía y nutrimentos con los sistemas con los cuales interactúa.

Considerando que el proyecto no afectará ninguna superficie del manglar que se desarrolla en su límite oeste y que conforma el borde de la laguna Catoche, y que implementará las medidas de prevención y mitigación necesarias para salvaguardar estos

recursos, se considera que no afectará los servicios ecológicos que actualmente ofrece el humedal.

9. 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).

En los ecosistemas de manglar las condiciones de estrés están definidas por la interacción de varios factores, muchos de los cuales a su vez controlan la estructura y función de los manglares. Estos factores han sido agrupados en tres (Twilley y Rivera – Monroy, 2005):

- Gradientes reguladores, que incluyen la salinidad, sulfuros, pH y reacciones redox.
- Gradientes de recursos, incluyen nutrimentos, luz, espacio y otras variables que son consumidas y contribuyen a la productividad del manglar.
- Gradientes de hidroperiodo, que es una característica crítica de los humedales que controla la productividad, ya que se refiere al tiempo que un sitio permanece inundado con suelo saturado de agua a lo largo del año, determinado por la precipitación, ciclo y amplitud de mareas, topografía y el relieve así como el tipo de sustrato.

La mortalidad masiva en manglar, se asocia con cambios abruptos en el ambiente entre los que se encuentran:

1) Cambios en el régimen de mareas, y disminución en la precipitación (como ocurre después de un huracán), los cuales son los factores primarios que originan cambios en las características edáficas como salinidad, fertilidad, grado de anoxia, movimiento de nutrientes, entre otros.

2) La reducción en la circulación de agua y movimiento de ésta, ocasiona aumento en la concentración de sulfuros tóxicos y disminuye la disponibilidad de nutrimentos en el suelo de las zonas de manglar.

3) La reducción en el suministro de agua dulce o de renuevo, condiciona la concentración de sales en el suelo y promueve la hipersalinidad.

4) La reducción en la inundación promueve la oxidación de los compuestos y ocasiona una disminución en el pH.

5) Inundación severa de zonas con drenaje insuficiente, produce estancamiento prolongado con interrupción de intercambio gaseoso en los sistemas radicales de los árboles.

6) La acumulación de material vegetal en el sustrato, mayor a la cantidad que puede ser aprovechada por las plantas, ocasiona un incremento en amonio y nitrificación (Jiménez *et al*., 1985; Tanner *et al*., 1991; Lugo, 2002). No se tiene evidencia de que los factores bióticos como ataques de insectos, hongos, etc., sean factores que ocasionen mortalidad masiva, sin embargo, se asocian con el hecho de que al cambiar abruptamente las

condiciones ambientales, los mangles se vuelven más susceptibles al ataque de estos organismos (Jiménez *et a*l., 1985).

Debido a que el proyecto no afectará las condiciones del humedal en relación con la superficie que ocupa la vegetación, flujo hídrico necesario para su mantenimiento, ni modificación como hábitat para la fauna, ni se desarrollarán actividades náuticas en la zona de la laguna, se considera que el proyecto no ocasionará condiciones de estrés fisiológico que originen mortalidad masiva del humedal ni reducción en sus poblaciones.

La recuperación de los manglares después de un evento natural como los huracanes, varían dependiendo del grado de la perturbación, del tipo de vegetación, persistencia y recurrencia, y de la disponibilidad de plántulas, pudiendo darse en un periodo de meses a años (Kapos y Healey, 1991). Esta recuperación depende de la disponibilidad de plántulas, rearreglo en la zonación de las especies, rebrote de tallos que permanecieron o de tocones, de las tasas rápidas de sucesión y crecimiento. Sin embargo, cuando se trata de zonas con canales, dragadas, y bordeadas por construcciones, las cuales alteran fuertemente las condiciones hídricas y edáficas de los manglares, la regeneración es mucho más retardada (Jiménez *et al*, 1985; Kapos y Healey, 1991).

La zona de manglar no presentó afectaciones por el impacto de los huracanes que han entrado al área de estudio, de ahí que no se registraron eventos de mortalidad masiva ni cambio en las características ambientales que condicionen este proceso.

A continuación se describen las acciones del proyecto para dar cumplimiento a los numerales restantes de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Tabla 15. Vinculación del proyecto con los Numerales de la NOM-022-SEMARNAT-2002.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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 Casa Lote 23 ocupará una superfici 371.90 m^2 para la construcción de la casa y 271.98 la misma, todos en vegetación de matorral co conservación más del 96.47% de la vegetación d permeable sin modificar la topografía, para permitir y escurrimiento natural del agua hacia el subsuelo y terreno de la laguna. Asimismo, el manglar perm Laguna Catoche que representa la principal apo mantenimiento, por lo que no interrumpirá el flujo y presente especificación.
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.	Las obras del proyecto consisten en una casa habit necesaria para su funcionamiento, todas desplantad considerar ninguna obra en manglar, o bien la co como infraestructura marina fija.
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.	De ahí que estos numerales no le aplican.
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.	
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar	En el lado oeste del predio se ubica el camino comu

Especificaciones	Acciones del proyecto
deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	atrás casi al nivel del humedal con material de sascab del agua hacia las partes más bajas del terreno. Debido a que el proyecto se desplantará sobre n topográficamente más elevado que la zona oeste, ci que no modificará la topografía ni permeabilidad de las y no se prevén bloqueos del flujo de agua hacia las par
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El proyecto no contempla ninguna actividad en el m contaminación y asolvamiento. Los residuos sólidos y líquidos se dispondrán d propuestas, a través de empresas especializadas y c indique. Las aguas residuales serán canalizadas a un bio tratamiento en el humedal artificial, cuya agua r parámetros de la normatividad.
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 aprovechará agua proveniente de la cuer de ningún tipo. Las aguas residuales de la operación del proyecto se ca y al humedal artificial para su tratamiento y disposición preparación del sitio y construcción se contratarán emp disposición final de las aguas residuales.
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	El proyecto no contempla pozos de absorción. Tomando en cuenta lo anterior, en ningún momento se en la zona de manglar, o bien, utilizarla.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	
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.	
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.	El proyecto no contempla ninguna actividad de extracció El agua necesaria para la construcción del proyecto se potable. No se perforarán pozos de absorción ni de apro
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 contempla la introducción de eje plantas o animales exóticos considerados invasor ecosistemas costeros.
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.	Por la realización del proyecto se considera no se a aporte hídrico de la parte continental ya que conservación de duna costera, y tampoco afectará cimentación se realizará sin afectar el nivel freático
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de	El área de manglar se considera de conservación

Especificaciones	Acciones del proyecto
comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso 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.	ninguna actividad en esa zona. La única vía de acceso es a través del camino comu el cual queda separado del manglar sin contar c agua. No se van a construir vías hacia el lado manglar. El acceso al proyecto se realizará a través de l común Tulum-Punta Allen, a partir del cual se plant con diseño sinuoso quedando su conexión a una manglar, dicho camino será de terracería para mant
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.	No se plantean vías hacia el lado oeste donde se ub Debido a que la distancia que tienen estas vías cumple con los 100 m solicitados, el proyecto se esta misma norma oficial, publicada en el D.O.F. el
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.	Las instalaciones que requieren los paneles solares quedarán comprendidas en el área designada para matorral costero.
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	Tal como lo indica el presente numeral, las obras de una distancia mayor de los 100 m respecto del límit El Humedal artificial se encuentra a 124.93 m de dis

Especificaciones	Acciones del proyecto
apoyo.	El biodigestor a 121.42 m. El camino de acceso a la propiedad a 126.93 m. Y la casa habitación unifamiliar a 205.93 m. La casa y obras asociadas se desplantan po vegetación de matorral costero con dominancia de de la sección este del predio (respecto del cami quedando como área de amortiguamiento entre correspondiente a dicho camino común y la secci oeste.

Especificaciones	Acciones del proyecto

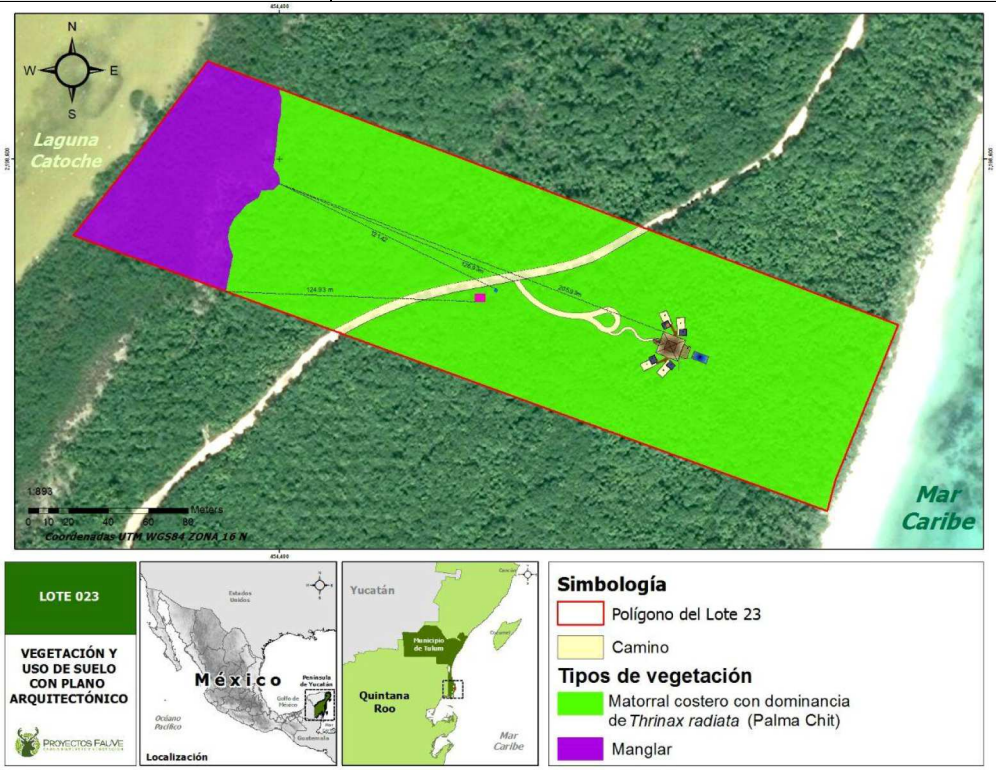



Figura 25. Distancias del proyecto y sus obras asociadas respecto de la vegetación de ma	
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	El material para la construcción del proyecto comerciales que cuenten con todas las autorizacio ambiental necesarias.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para	En el manglar localizado hacia el oeste del predio d una sección en su vértice noroeste, no se rea

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	tampoco se realizarán actividades en la sección de De ahí que se apega en su totalidad a lo solicitado e
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.	
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Como parte del proyecto se implementará el Residuos, el cual garantiza un manejo adecuado de disposición final adecuada.
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.	El proyecto no contempla la instalación de granjas trata de una casa habitación unifamiliar, por lo q aplican.
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	

Especificaciones	Acciones del proyecto
de cambio de utilización de terrenos forestales.	
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.	El proyecto no contempla la construcción de canale
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El proyecto corresponde a una casa habitación uni actividades acuícolas, construcción de canales, n que estos numerales no le aplican.
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	
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.	
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.	
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.	El proyecto no contempla actividades en el humeda La casa se desplantará sobre vegetación de mato numeral no le aplica.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los	El proyecto no contempla actividades de turismo ná

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	
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.	
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 contempla actividades educativas n de humedal de la zona de influencia.
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 contempla la fragmentación de man sección oeste, ya que no se realizarán actividades e El acceso al proyecto se realizará a través de l común Tulum-Punta Allen, a partir del cual perpendicular hacia la casa con diseño sinuoso qu distancia de 126.93 m del manglar. No se plantean vías hacia el lado oeste donde se ub
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los	El proyecto no contempla la construcción de canale

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	
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.	El proyecto no contempla ninguna actividad en el m oeste para evitar cualquier tipo de intromisión al ma la compactación del sustrato. Sin embargo, aplicará las medidas necesarias para tránsito de personas y vehículos ajenos al mismo zona, principalmente en la etapa de preparación y máximo la compactación y afectación de la fauna c en el suelo.
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.	En el predio del proyecto únicamente se desarrolla ve dividido en dos secciones por el camino a Tulum-Pu desplantará sus obras en la sección este del m conservación el 96.47 %. La sección oeste del matorral respecto del camino s conservación con restricción total de acceso y utilizac
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.	indirecta del manglar de borde de la Laguna ubicado al El proyecto se sumará a los esfuerzos institucion para la conservación y protección de los ecosistema
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	El proyecto favorecerá estos procesos en vi aprovechará matorral costero sin afectar la unidad manglar así como las comunidades vegetales y anir

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	Además de que contará con un sistema de tratam consistentes en un biodigestor tipo Rotoplas impermeable, que garantizan que no habrá vertim hacia el manto freático.
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 proyecto no contempla el desarrollo de ningún p manglar.
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.	
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El proyecto no contempla el desarrollo de ningún p manglar.
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.	
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 análisis de impacto ambiental y de la presente cuenta los estudios variados sobre la unidad hid INEGI y el Gobierno del Estado en 2002, así publicados con rigor científico a este respecto.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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 4.22 y los límites establecidos en los numerales 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 lleva compensatorias que a continuación se detallan, ra Casa Lote 23 se ajusta a lo establecido por la Norm 1. En las áreas de matorral costero designadas realizarán actividades que no sea autoriz autoridad, para evitar cambios en la microto en los escurrimientos superficiales. 2. Periódicamente se realizará el retiro de re que se encuentren dentro del predio, la pl durante las diferentes etapas del proyecto hacia el humedal y otras áreas aledañas. 3. Se vigilará a través de personal fijo y asesc invasión peatonal en la sección de veg mantenida al oeste del camino comunal. 4. Se vigilará que no se introduzcan personas través del matorral ubicado en la sección oe 5. Erradicación de especies exóticas y oportun superficie del predio. 6. Se colocará señalización de acuerdo a l Reserva, promoviendo la disposición adecu baja velocidad para proteger a la fauna, y duna y manglar. 7. Se realizarán actividades de reforestación zona de pioneras que casi desapareció en s la retención de arena y permanencia de las l

En virtud de que el proyecto Casa Lote 23 no contempla ningún aprovechamiento de manglar y que para e
indirecta propone una serie de medias preventivas y de compensación, se considera cumple con las dispo
TER de la modificación a la Ley General de Vida Silvestre (publicado en el periódico Oficial de la Federaci
de 2007).

2.14. NOM-162-SEMARNAT-2012.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2013, establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

2. Campo de aplicación

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

La Casa Lote 23 será una vivienda de uso personal que no pretende realizar, o desarrollar actividades de aprovechamiento no extractivo o de ningún tipo hacia las tortugas marinas que tienen actividad en la zona de la Reserva de la Biósfera deSian Ka'an. Y aunque en el frente de playa del proyecto no se registró actividad alguna de tortugas marinas por el fuerte proceso erosivo del sitio, los promoventes consientes de la problemática que aqueja a este grupo faunístico, se comprometen a cumplir cualquier, Norma, ley, o lineamiento; local, estatal o federal necesario para abonar en su cuidado y protección.

Tabla 16. Vinculación del proyecto con las especificaciones generales de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

Especificaciones generales	Cumplimiento
5.1. Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones.	El proyecto Casa Lote 23 al ser una casa habitación unifamiliar no pretende realizar actividades de aprovechamiento de tortugas marinas. Sin embargo se compromete a cumplir cualquier lineamiento, norma o ley que derive para el cuidado de las tortugas marinas.
5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	El proyecto Casa Lote 23 cumple con esta especificación y no se exime de presentar la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para su evaluación en materia de impacto ambiental.
5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	El proyecto Casa Lote 23 se da por enterado de lo que dicta la presente especificación y acepta estar sujeta a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida y los seguirá rigurosamente.
5.4 En las playas de anidación de tortugas	Actualmente, el proyecto carece de playa

Especificaciones generales	Cumplimiento
marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: 5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. 5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. 5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. 5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. 5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. 5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus	arenosa a causa de un fuerte proceso erosivo posiblemente por efecto de fenómenos meteorológicos, en consecuencia, en el sitio no existen las condiciones necesarias para la anidación de tortugas y tampoco existe vegetación de halófitas costeras. Sin embargo, la promovente considera que en el tiempo el sitio podría tener una recuperación de manera natural por lo que, de ser el caso, no habrá remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. La promovente, se compromete a realizar de manera cotidiana actividades de limpieza en la colindancia con la ZOFEMAT para coadyuvar en la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. El proyecto Casa Lote 23 no hará actividades de aprovechamiento de tortugas marina, ni tampoco colocará camastros o cualquier otro objeto artificial en la playa. El proyecto no considera a instalación de infraestructura en la colindancia con ZOFEMAT. Aun así, de buena fe retirará de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. El proyecto Casa Lote 23 por su ubicación, en el predio, quedará a 61 m de la pleamar, por lo que cualquier luz emanada por la actividad en la casa será amortiguada por la vegetación que la circundara. Sin embrago, los habitantes se comprometen a realizar las siguientes medidas precautorias: • No instalar, orientar y en su caso modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • La iluminación empleada por el proyecto, será del tipo que permita la

Especificaciones generales	Cumplimiento
nidadas y crías.	orientación de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y no hacia dirección de la playa. • Los focos serán de bajo voltaje (40 watts) de luz amarilla y cubiertos por una capucha. • En el proyecto Casa Lote 23 no habrá caminos para tránsito vehicular hacia la playa. • Se establecerán lineamientos de educación ambiental a los trabajadores de la obra y evitará cualquier acción que pudiera perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías.

Tabla 17. Vinculación del proyecto con las especificaciones de manejo de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o *in situ* b) Vivero o Corral (por excepción)	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural *(in situ)*, y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas: 6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin. 6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.7 Incubación natural o *in situ*	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.7.1 Para la protección de nidos *in situ* debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.7.2 En el caso de incubación *in situ,* se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.7.3 En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.7.4 Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.	
6.7.5 Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.7.6 En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.1 Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.2 Construcción del vivero o corral	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.2.1 En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente: a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas. b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos. c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.2.2 El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m2.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.2.3 El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo. Figura 1.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
6.8.2.4 Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm. Figura 1.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.2.5 El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.3 Colecta de Nidadas	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.3.1 Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.3.2 La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras: a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada. b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido *in situ.*	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.3.3 La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.3.4 La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.4 De la Siembra de Nidadas	No habrá manejo de tortugas marinas por

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento: a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido. b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la figura 2 y al cuadro 1. c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación. d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la figura 3. e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado. f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.	los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.5 Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.5.1 Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente. Figura 4.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.5.2 Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora,	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje. Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.	
6.8.5.3 No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.5.4 En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.5.5 Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.5.6 No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos: a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo. b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros. c) Por eventos de contaminación de carácter temporal. En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.6 De la Revisión de Nidos	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.6.1 Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones:	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido. b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie. c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.	
6.8.6.2 Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.6.3 Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas: a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón. b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.6.4 Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.7 De la limpieza de nidos.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.7.1 Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.8.7.2 Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9 Observación de tortugas marinas en su	No habrá manejo de tortugas marinas por

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
hábitat de anidación.	los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

6. Especificaciones de manejo	Cumplimiento
6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.7 Indicarle a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías *in situ*, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.10 Las crías nacidas tanto *in situ* como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.3.11 Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

Tabla 16. Vinculación del proyecto con las especificaciones de investigación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

7. Actividades de investigación	Cumplimiento
Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.

7. Actividades de investigación	Cumplimiento
establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".	
8. Concordancia con normas internacionales Esta Norma no coincide con ninguna Norma Internacional ya que no existe Norma Internacional sobre el tema tratado.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
9. Observancia de esta norma. Corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la vigilancia en el cumplimiento de lo dispuesto por la presente Norma, sin perjuicio de las atribuciones que puedan tener otras dependencias de la administración pública federal, estatal y municipal, en el ámbito de sus respectivas atribuciones. Las violaciones a las disposiciones contenidas en esta Norma se sancionarán en los términos establecidos en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No habrá manejo de tortugas marinas por los propietarios de la Casa Lote 23.
10. Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC)	No Aplica
10.1 La Evaluación de la Conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se realizará por la PROFEPA o las Unidades de Verificación (UV) acreditadas y aprobadas en los términos establecidos por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, a petición de parte por los sujetos interesados. La PROFEPA realizará la Evaluación de la Conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana en tanto no se cuente con dichas UV.	No Aplica
10.2 Los particulares podrán solicitar el PEC a la PROFEPA o a las UV mediante escrito libre, el cual deberá contener la siguiente información: • Nombre de la Norma Oficial Mexicana de la que se solicita la evaluación de la conformidad.	No Aplica

7. Actividades de investigación	Cumplimiento
• Nombre o razón social del responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre. • Número de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre. • Vigencia de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre. • Ubicación del sitio. • Domicilio para oír y recibir notificaciones. Presentada la solicitud, la PROFEPA o la UV, en un plazo no mayor de 10 días hábiles, revisará que la información contenida en la solicitud está completa y de ser necesario, notificará al interesado para que en un plazo de 10 días hábiles presente la documentación o información faltante, de no hacerlo así se tendrá por desechada la solicitud. De proceder la solicitud, la PROFEPA o la UV, en un plazo no mayor de 20 días hábiles, realizará una visita técnica a las instalaciones, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas contenidas en la presente Norma Oficial Mexicana.	
10.3 La evaluación de la conformidad se realizará mediante la verificación del cumplimiento de las especificaciones contenidas en esta Norma Oficial Mexicana, mediante la constatación ocular, revisión documental, medición directa o comprobación de los métodos, equipo e infraestructura descritos, en el momento de realizar la verificación, cumpliendo con las especificaciones generales, así como con las etapas aplicables y/o verificables en cada caso en particular, debiéndose asentar en el dictamen correspondiente. Las etapas a las que se hace referencia se señalan en la siguiente tabla:	No Aplica
10.4 Las UV o en su caso la PROFEPA, elaborarán un Dictamen de Evaluación de la Conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana, y tendrá una vigencia de 1 año. La vigencia del Dictamen de Evaluación será cancelada en caso de que se cuente con una resolución en firme en la que se acredite la existencia de actos, hechos u omisiones que	No Aplica

7. Actividades de investigación	Cumplimiento
contravengan a la presente Norma Oficial Mexicana.	
10.5 En caso de que el resultado de la Evaluación de la Conformidad, sea desfavorable para el interesado, éste podrá solicitar una nueva Evaluación de la Conformidad. La UV o en su caso la PROFEPA, deberán asignar a una persona distinta a la que elaboró la primera Evaluación de la Conformidad. El Dictamen de esta segunda evaluación, anulará el resultado obtenido en la primera evaluación de la conformidad.	No Aplica

CAPÍTULO IV

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

ÍNDICE

1. Introducción 3
2. Delimitación del área de estudio 5
3. Aspectos abióticos 6
3.1. Clima 6
3.2. Geología y geomorfología 11
3.3. Geomorfología. 13
3.4. Suelos 15
3.5. Hidrología superficial 16
3.6. Hidrología subterránea 18
4. Sistema ambiental 20
4.1. Sistema ambiental regional 20
4.2. Sistema ambiental local 29
5. Aspectos bióticos 32
5.1. Vegetación 32
5.1.1. Antecedentes 32
5.1.2. Metodología 34
5.1.3. Resultados 42
5.1.4. Conclusiones y recomendaciones 56
5.2. Caracterización macrofaunística. 57
5.2.1. Introducción. 57
5.2.2. Antecedentes. 58
5.2.3. Metodología y resultados 60
5.2.4. Conclusiones. 70
5.2.5. Recomendaciones. 70
6. Características socioeconómicas 71
6.1. Antecedentes 71
6.2. Población 72
6.3. Salud y seguridad social 73
6.4. Aspectos urbanos 74
6.5. Aspectos culturales 78
6.6. Actividades productivas 80
7. Paisaje 87
8. Diagnóstico ambiental 88

1. INTRODUCCIÓN

El término internacionalmente conocido como desarrollo sostenible, sustentable o perdurable nació en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en Asamblea del Desarrollo Sustentable en 1983. Dicha definición se asumiría en el Principio 3º de la Declaración de Río (1992): "*desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*". (www.unesco.org).

Existen cuatro dimensiones del Desarrollo Sostenible: la sociedad, el medio ambiente, la cultura y la economía, que están interconectadas, no separadas. La sostenibilidad es un paradigma para pensar en un futuro en donde las consideraciones ambientales, sociales y económicas estén equilibradas en la búsqueda de una mejor calidad de vida. Por ejemplo, una sociedad próspera depende de un ambiente sano que provea alimentos y recursos, agua potable y aire limpio para sus ciudadanos.

Por tanto, el concepto de desarrollo sostenible trata de superar la visión del medio ambiente como un aspecto aparte de la actividad humana que hay que preservar. El medio ambiente está implicado con la actividad humana y la mejor manera de protegerlo es tenerlo en cuenta en todas las decisiones que se adopten. El desarrollo sostenible tiene un vector ambiental, uno económico, uno cultural y uno social. El aspecto social no se introduce como una concesión o por mera justicia humana, sino por la evidencia de que el deterioro ambiental está tan asociado con la opulencia y los estilos de vida de los países desarrollados y de las elites de los países en desarrollo como con la pobreza y la lucha por la supervivencia de humanidad marginada.

El término desarrollo sustentable tiene diversas opciones de aplicación práctica. Desde ideologías de tipo liberal que hacen énfasis en la posibilidad de compatibilizar el crecimiento económico con la preservación ambiental vía aumento de la productividad (producir más, consumiendo menos recursos y generando menos residuos) y con la equidad social vía mejora general de las condiciones de vida (lo que no siempre es automático). Hasta ideologías ecologistas más radicales en las que se hace énfasis en las opciones de crecimiento cero y aplicación estricta del principio de precaución (en lugar de realizar las actividades productivas mientras no se demuestre que son dañinas, dejar de realizarlas hasta que no se demuestre que no son dañinas), e incluso posiciones como el eco-socialismo que argumenta que el propio capitalismo, al estar basado en el crecimiento y la acumulación constante (incrementándose el ritmo de crecimiento), es ecológicamente insostenible.

Como esbozo de respuesta a estos dos extremos del espectro, no hay que olvidar que el desarrollo económico no siempre es sinónimo de crecimiento económico (y menos aún desarrollo humano) y, que cualquier medida de dimensión relativa a las actividades productivas no sólo tiene efectos sobre la economía de las empresas, sino también sobre el

empleo y el tejido social en que se incardinan dichas actividades, efectos que pueden ser tanto negativos como positivos.

El hombre con su actividad modificadora, ha ido modelando la estructura de los paisajes modernos, dejando pequeños remanentes o estrechos corredores embebidos en una gran matriz heterogénea. Esto es, todo un gradiente de modificación que abarca desde ecosistemas naturales o restos de los mismos, hasta paisajes rurales y urbanos (Chiappy y Gama, 2004).

Desde tiempos inmemoriales la humanidad tiende a creer que el sitio ideal para localizar una vivienda es cerca del mar, ya que el 80% de los recursos del mar se encuentran en la plataforma continental. La presión humana sobre las áreas litorales del planeta es enorme y va en aumento. En este sentido, cabe destacar que el 60% de la población mundial, unos 3.000 millones de personas, viven a menos de 60 Km de la costa, esperándose que para el año 2100 esta proporción llegue a alcanzar el 75%. Así mismo, dos tercios de las ciudades con más de 2,5 millones de habitantes están situadas en las proximidades de un estuario.

La situación es muy parecida en la Península de Yucatán, en la que los desarrollos turísticos a gran escala, casas particulares, proyectos de acuacultura y el aumento de la mancha urbana de las comunidades costeras, están causando trastornos en los ambientes costeros (Mackinnon y Flores, 2005).

Las propiedades con playa son bien cotizadas pero carecen de un buen manejo, como resultado, los habitantes de estas propiedades no consideran a la vegetación que se encuentra en sus propiedades como un atractivo deseable por lo que optan por limpiar completamente los predios, dejando las especies de palmas, lo cual trae como consecuencia la exposición de la arena a la erosión provocada por el viento y la eliminación de alimento para la fauna nativa (Mackinnon y Flores, 2005).

El vivir cerca del mar también conlleva adquirir responsabilidades de conservación y compromiso con el entorno, principalmente cuando se trata de sitios dentro de una área natural protegida, ya que implica la convivencia con un sinnúmero de especies de flora y fauna, mismas que a simple vista pueden no parecer tan gratas, pero forman parte del entorno y cada una de ellas representa un importante eslabón de las tramas alimenticias, reproductivas y funcionales de los sistemas. De ahí la importancia de regir las actividades humanas mediante un programa de manejo como lo es el de la Reserva de Sian Ka'an, ya que esto permitirá una convivencia adecuada, es decir, afectando en el menor grado posible el entorno.

En este contexto, es importante el estudio de la vegetación del área de estudio, bajo las siguientes consideraciones: es la representación física más conspicua de los ambientes terrestres, es el resultado de la producción primaria y finalmente actúa como hábitat para diferentes tipos de organismos. El estudio de la vegetación tiene un aspecto aplicado, relacionado con estudios de conservación y manejo de ecosistemas (Islebe y Sánchez, 2001). De ahí la importancia de considerar la presente caracterización como un primer

reconocimiento del ambiente en el que se desarrollará el proyecto. El estudio de fauna, en conjunto con la flora, permitirá implementar acciones positivas que permitan la mayor sustentabilidad del proyecto.

2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al Lote 23 de los terrenos ubicados en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Quintana Roo. Específicamente, sus colindancias son: Al norte, en 370.044 m con lote 053-24; al sur, en 401.789 con lote 053-22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen según planos y cuya ubicación se delimita entre las coordenadas definidas por los vértices de la tabla 1 (Figura 1).

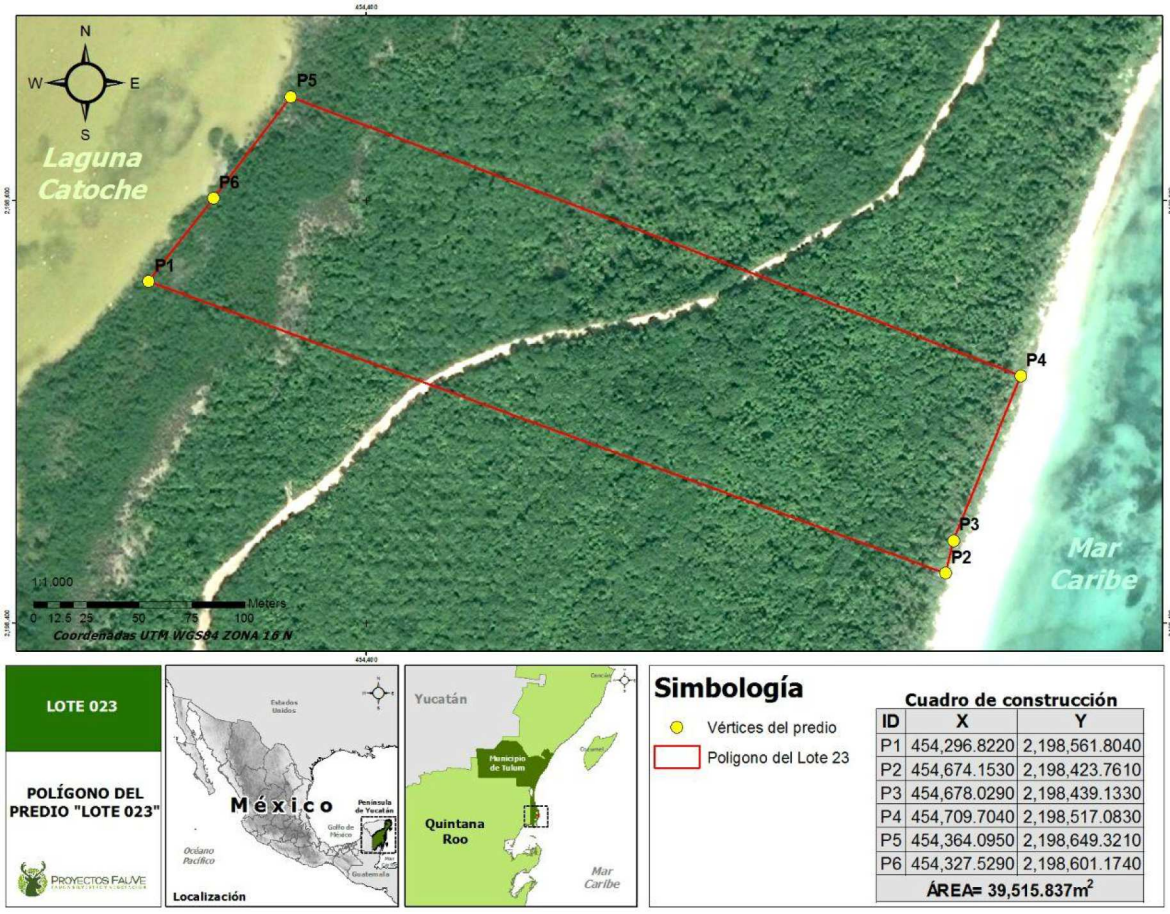


Figura 1. Delimitación del proyecto Lote 23.

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del predio (Coordenadas UTM Datum WGS-84).

ID	X	Y
P1	454,296.8220	2,198,561.8040
P2	454,674.1530	2,198,423.7610
P3	454,678.0290	2,198,439.1330
P4	454,709.7040	2,198,517.0830
P5	454,364.0950	2,198,649.3210
P6	454,327.5290	2,198,601.1740
ÁREA= 39,515.837 m2		

De acuerdo 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 (SEMARNAT-2014), la reserva se ha dividido en dos grandes áreas: las zonas de amortiguamiento y las zonas núcleo. El área de estudio se ubica en la porción norte de la *zona de amortiguamiento* de la reserva (Ver figura 7).

3. ASPECTOS ABIÓTICOS

3.1. Clima

El estado de Quintana Roo presenta climas cálidos en la totalidad de su territorio debido, entre otros factores, a que está situado al sur del Trópico de Cáncer, el relieve es plano o con ligeras ondulaciones y su altitud es baja. Con base en la humedad y el régimen de precipitación, predomina el subhúmedo con lluvias en verano, que abarca cerca de 99% de la entidad, en tanto que el húmedo con abundantes lluvias en verano sólo comprende poco más de 1%.

El clima cálido subhúmedo con lluvias en verano se distribuye en toda la zona continental de Quintana Roo y en las islas Contoy y Mujeres; su temperatura media anual varía entre 24° y 28°C y la precipitación total anual, entre 700 y más de 1 500 mm. Este amplio rango de precipitación, junto con la temperatura, hace posible diferenciar zonas por su grado de humedad; de esta forma la mitad occidental (excepto tres unidades pequeñas) y una angosta franja que va del norte de Kantunilkín al norte de Playa del Carmen, tienen una humedad media, pues la precipitación total anual varía entre 1 100 y 1 300 mm; la zona que se extiende de Kantunilkín y Playa del Carmen hasta el límite oriental y suroriental de la Bahía de Chetumal, a lo largo de la línea de costa, muestra una humedad mayor, debido a que la precipitación total anual va de 1 300 a más de 1 500 mm; y los terrenos del extremo noreste, incluyendo el sur de Cancún, así como dos pequeñas áreas en el centro y otra más en el occidente, presentan humedad baja, ya que la precipitación total anual es menor de 1100 mm (Portal del estado de Quintana Roo).

Para el caso específico de Sian Ka'an no existe una estación meteorológica, por lo cual se toman los datos de la estación meteorológica más cercana que corresponde a la de Tulum, dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Esta estación cuenta con datos desde

1972 hasta la fecha. Se puede recurrir a estos datos ya que su posición se presenta en la misma isoyeta e isoterma que la zona de interés.

Al aplicar los registros de temperatura y precipitación de esta estación Meteorológica al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por E. García (1978), se tiene que en esta zona predomina el tipo climático Aw1 (x')iw"g. El cual corresponde a un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias tipo intermedio con respecto a los climas subhúmedos que se distribuyen en el Estado de Quintana Roo. Dentro de este tipo de clima la temporada de mayor precipitación se presenta en los meses de verano e invierno.

Los climas con este régimen pluvial presentan el mes más lluvioso en la mitad caliente del año (Abril a Septiembre), en ese mes se recibe más de 10 veces la cantidad de lluvia del mes más seco.

3.1.1. Temperatura promedio mensual, anual y extrema.

a) Temperatura promedio mensual.

La temperatura promedio mensual estimada indica que el mes más cálido es junio y enero el mes más frío (Tabla 2). Aunque la diferencia promedio es de apenas 3.8 ^{0}C.

Tabla 2. Temperatura promedio mensual reportada en la estación climatológica Tulum.

MESES	TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL (^{0}C)
Enero	23.3
Febrero	24.2
Marzo	25.3
Abril	26.2
Mayo	26.9
Junio	27.1
Julio	27.1
Agosto	27
Septiembre	26.5
Octubre	25.8
Noviembre	24.8
Diciembre	23.8
Promedio	25.7
Fuente: CNA, datos de 1980 a 2010.	

b) Temperatura promedio anual

Para la zona de interés se reporta una temperatura promedio anual de 24.9°C. El mes más frío corresponde a enero con 23.3°C y el mes más caliente es junio con 27.1°C. Estas diferencias térmicas señalan una marcha de la temperatura tipo Ganges, es decir, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano. La oscilación térmica anual (diferencia en

temperatura entre el mes más frío y el mes más caliente) es de 3.8 valor que indica que en la zona los descensos y ascensos de la temperatura promedio son mínimos y no significativos.

c) Temperaturas extremas

Con relación a las temperaturas máximas y mínimas extremas mensuales, la estación Meteorológica referida reporta lo expresado en la siguiente tabla para el periodo 1980- 2010.

Tabla 3. Temperaturas extremas mensuales reportadas en la estación climatológica Tulum en el periodo 1980-2010.

MESES	TEMPERATURA MÁXIMA (^{0}C)	TEMPERATURA MÍNIMA (^{0}C)
Enero	31.7	11.3
Febrero	32.3	11.4
Marzo	33.4	13.8
Abril	34.0	14.6
Mayo	37.9	13.5
Junio	34.1	16.1
Julio	34.4	14.9
Agosto	35.1	16.0
Septiembre	34.3	11.8
Octubre	32.7	8.2
Noviembre	31.9	14.1
Diciembre	32.1	12.6
Fuente: CNA		

Como se puede apreciar en la tabla anterior, mayo es el mes con la temperatura extrema más caliente (hasta 37.9°C) y octubre el mes con la temperatura extrema más fría (8.2°C).

3.1.2. Precipitación promedio mensual, anual y extrema.

a) Precipitación promedio mensual.

Los datos de precipitación promedio mensual reportados en la zona se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Precipitación mensual promedio reportada en la estación climatológica Tulum en el periodo 1980-2010. Fuente: CNA

Meses	Precipitación mensual (mm)
Enero	63.1
Febrero	47.0
Marzo	29.4
Abril	39.6
Mayo	109.5
Junio	151.3
Julio	114.2
Agosto	99.3

Meses	Precipitación mensual (mm)
Septiembre	160.7
Octubre	162.6
Noviembre	89.8
Diciembre	58.1

b) Precipitación promedio anual y extrema.

La precipitación promedio anual reportada para la zona alcanza los 1,124.6 mm. El mes más seco corresponde a marzo con una precipitación promedio de 29.4 mm y el más lluvioso es octubre con 162.6 mm.

3.1.3. Vientos y Huracanes

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.

De junio a octubre son frecuentes los huracanes, que generan vientos fuertes, mismos que en ocasiones llegan a alcanzar velocidades superiores a los 300 km/h, la temporada de estos eventos puede extenderse incluso hasta diciembre.

Los últimos huracanes más importantes que han afectado el estado son: Gilberto en 1988, Roxana en 1995, y Emily y Wilma en 2005.

El estado de Quintana Roo, y particularmente los Municipio de Solidaridad, Felipe Carrillo Puerto y Cozumel, fueron afectados por el paso del Huracán Emily el 18 de julio del año 2005. Emily tocó tierra en las inmediaciones de Tulum, con categoría 4 de la escala de huracanes Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 215 km/h, rachas de 260 km/h y una presión mínima de 955 hPa.

Gilberto y Wilma pasaron a escasos kilómetros del poblado de Puerto Morelos en septiembre de 1988 y octubre de 2005 respectivamente, afectando principalmente la zona norte del estado. Son calificados como las tormentas más intensas registradas en el hemisferio tropical occidental. Estos meteoros transformaron radicalmente las expectativas socioeconómicas de la región norte de Quintana Roo. El huracán Gilberto presentó ráfagas de hasta 350 km/h y produjo una marea de tormenta de aproximadamente 3 m sobre el nivel del mar.

El huracán Wilma fue un poderoso huracán que alcanzó la categoría cinco, la máxima de la escala Saffir Simpson, y se transformó en el más intenso de la historia en términos de presión

barométrica, con una presión central mínima de 882 milibares (Centro Nacional de Huracanes -CNH de Estados Unidos, 2005).

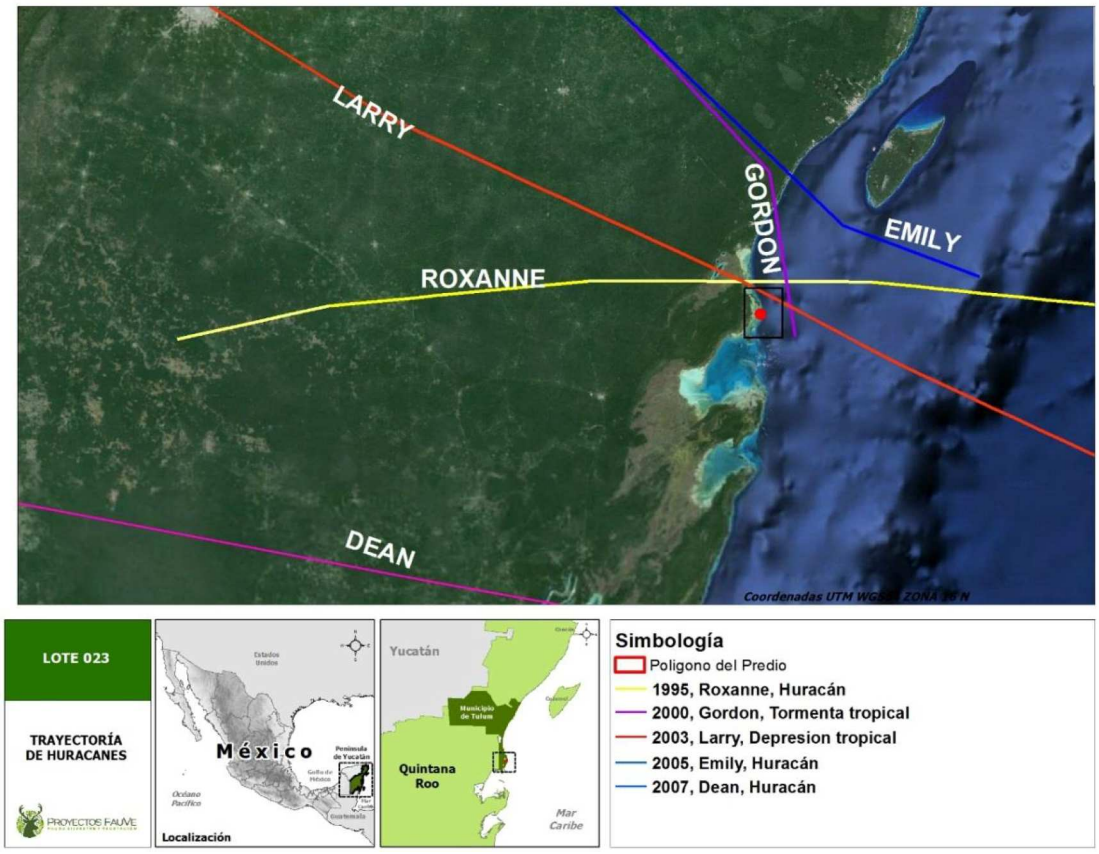


Figura 2. Mapa de la trayectoria de huracanes.

El huracán Dean (agosto, 2007) azotó el estado de Quintana Roo afectando principalmente los municipios de la Zona sur como son el Municipio de Othón P. Blanco y F. Carrillo Puerto. Las ráfagas de viento más intensas llegaron hasta los límites con Tulum y Solidaridad.

En verano y otoño son comunes las tormentas tropicales, que descargan considerables cantidades de agua en la zona. En los meses de noviembre a marzo se presentan los llamados "nortes" que son masas de aire continental polar de alta velocidad, estos provocan un descenso en la temperatura y ocasionan precipitaciones, que en ocasiones se acompañan de vientos de hasta 100 km/hr (Merino y Otero, 1991).

Independientemente de que se trate de un 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 posteriormente genera incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje.

3.2. Geología y geomorfología

Base geológica.

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Quintana Roo se describe la geología y geomorfología del estado de la siguiente manera:

Considerando la conformación de las placas tectónicas en una escala planetaria, la península de Yucatán se encuentra ubicada en la confluencia de la Placa Oceánica del Caribe y la Placa Continental de Norte América. En ésta zona de confluencia, se forma una depresión de tamaño considerable por los procesos subductivos de ambas placas durante la era Paleozoica, este proceso forma la estructura conocida como Plataforma Yucateca, que sirve de basamento a toda la porción actualmente emergida que denominamos Península de Yucatán. Geológicamente la Península de Yucatán es una estructura relativamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una gigantesca loza caliza. Los tipos de calizas sedimentarias que se encuentran en la formación son principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone, dependiendo de las proporciones entre los elementos componentes y la velocidad de deposición que se dio en su momento en la zona. Sin embargo, lejos de permanecer estática, la formación empezó a ascender a pausas y retrocesos durante toda la era Cenozoica. Este proceso continuo de emersión y sumersión, ha permitido el afloramiento por procesos erosivos de los sedimentos del Paleoceno que conforman la plataforma caliza básica de la península. Actualmente la emersión de esta placa continúa, en parte por la misma dinámica de las placas tectónicas, en particular la placa Caribe, y en parte por la continua deposición de materiales sobre la misma, este efecto es más claramente visible en la zona Norte de la península donde podemos encontrar, como en el caso de Puerto Progreso en Yucatán, remisiones del mar estimadas en alrededor de 200 m en poco menos de un siglo, en el estado en particular, el proceso ha dado origen a una serie de lagunas costeras con características biológicas muy particulares.

Otros autores afirman que "la composición y micro fauna contenidas en las rocas subyacentes a los suelos de la Península, comprueba que las formaciones más antiguas se encuentran hacia el Sur en tanto que las más recientes se encuentran hacia el Norte". La península muestra un marcado control estructural de dirección en su formación sedimentaria, la cual se hace evidente en el relieve y paisaje de la misma como manifestación consecuente de las líneas de debilidad tectónica (fallas y fracturas), las que aparecen en el paisaje superficial como escalones, cuerpos de agua, valles cársticos y fluviales que mantienen una misma dirección y tendencia. En la superficie de la Península de Yucatán ocupada por el estado de Quintana Roo se observan tres unidades o geosistemas principales.

Al norte domina una planicie estructural altamente permeable con una ligera inclinación al norte y con un sistema de fallas dirección NO-SE, Cozumel es una isla formada por una estructura de tipo anticlinal básico a manera de pilar, los estratos calizos que forman tanto la planicie principal como la estructura insular conservan su actitud casi horizontal, el drenaje superficial es típicamente cárstico debido a la naturaleza suave y porosa de los sedimentos que conforman la estructura, domina una planicie con lomeríos de poca altura y se manifiesta, por la misma naturaleza del terreno, una ausencia total de escurrimientos superficiales dificultando la delimitación de cuencas o subsistemas en la región.

Al sur alternan planicies internas con mesetas de desarrollo cárstico que alcanzan los 380 m sobre el nivel del mar, en ésta región se pueden observar diversas unidades litológicas de origen sedimentario con depósitos calcáreos y detríticos de diferentes edades, en esta unidad encontramos expuestos algunos afloramientos del terciario inferior que presentan en su base lutitas de color verde con abundantes formaciones yesosas.

Al Oriente sobre la línea de costa, se aprecia un geosistema conformado por bloques de hundimiento producto de actividad tectónica en el que abundan los depósitos detríticos, eólicos, litorales, lacustres y palustres, la conformación principal está dada por materiales ligeros sedimentados, arena con conchas, lodo calcáreo, arcilla y arena.

Hacia el final del periodo Jurásico, hubo una extensa intrusión marina en la base de la península y toda la península quedó sumergida durante el cretáceo temprano convertida en un mar somero. Las rocas más antiguas de Yucatán son rocas metamórficas del paleozoico con un geosinclinal hundido en el Petén Guatemalteco y Norte de Belice, lo cual queda de manifiesto en los actuales terrenos bajos del norte de Belice y noroeste de Guatemala. El nivel del mar oscilante durante el cenozoico originó grandes depósitos someros de plataforma. En la región Oriente y sur del estado, dominan rocas calizas del Paleoceno, son calizas arcillosas, parcialmente silicificadas, de color café amarillento, con presencia de nódulos de pedernal y microfauna mal preservada. Normalmente se encuentran cubiertas por una capa de caliche y por arenas margosas. Estas rocas corresponden al Cretáceo superior y, subyacen a calizas del Eoceno medio, formando los afloramientos más antiguos del área.

Según la carta geológica INEGI F16-11 (escala 1.250,000) en el área de estudio la geología corresponde a un suelo litoral proveniente del Cuaternario. Sobre esto el INEGI (2005) señala que el período cuaternario está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolinitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar, suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Los depósitos y suelos mencionados se pueden clasificar de la siguiente manera: suelos litoral, palustre, lacustre, aluvial y eolítico.

Litoral: Representado por los depósitos litorales de arena fina a gruesa constituidas principalmente por fragmentos, espículas de equinodermos, moluscos, ostracodos, briozoarios y esponjas, además de miembros de microforaminíferos bentónicos y planctónicos, en algunos sitios se tienen coquinas mal consolidadas del mismo ambiente. Estos sedimentos están bien clasificados y en algunos lugares, además, tienen acumulaciones de grava y bloques de corales, así como restos completos de moluscos. Se encuentran formando una franja angosta y plana, ligeramente inclinada, asociada a las dunas o suavemente ondulada; cubren parcialmente a calizas del terciario superior o a las eolianitas del pleistoceno.

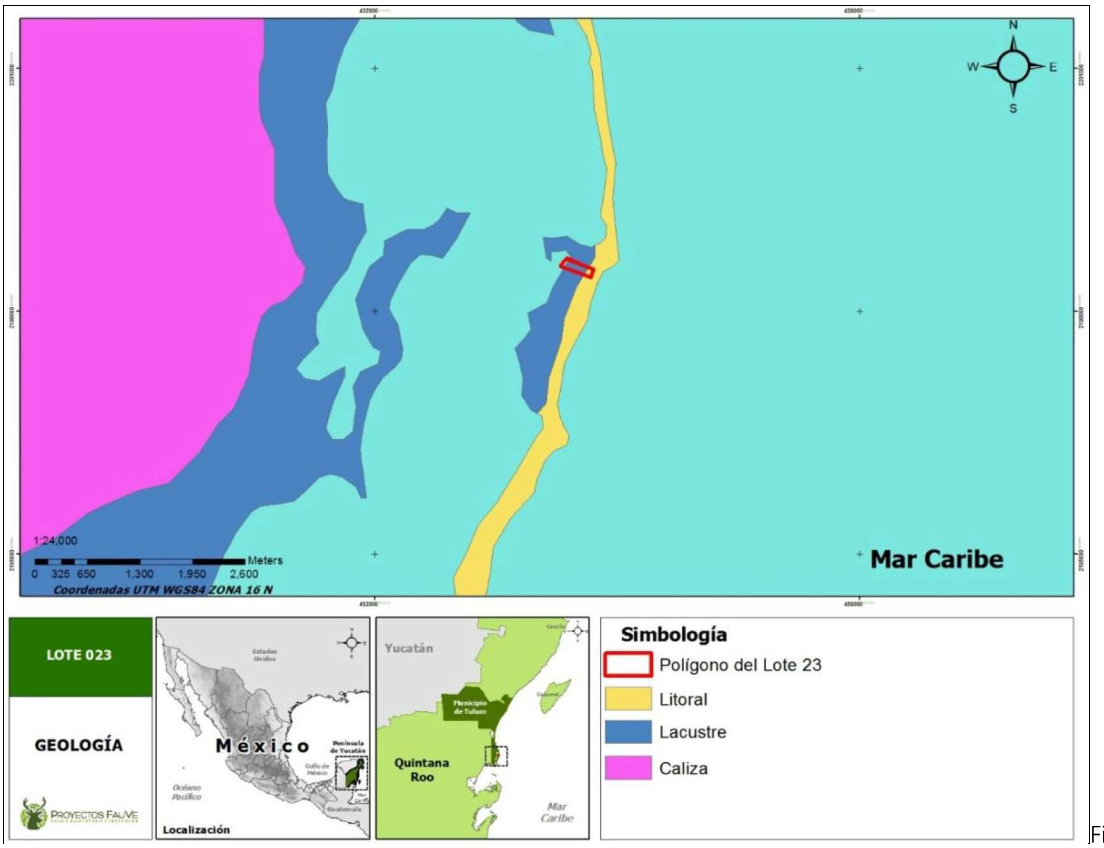


Figura 3. Mapa de la geología del predio. (Conjunto de datos vectoriales E1602. Escala 1:250,000 Serie I, INEGI, 1986, Bahía de la Ascensión).

3.3. Geomorfología.

Desde el punto de vista geomorfológico, se considera que la Península de Yucatán en su mayoría es de carácter platafórmico desde el Paleozoico, es decir, se trata de una formación básicamente sedimentaria de gran espesor, en la cual la roca volcánica original que forma la placa de Yucatán se encuentra a gran profundidad y cubierta en toda su extensión por calizas de distinta naturaleza y antigüedad. Esta gran placa estuvo sumergida hasta el Triásico - Jurásico, periodo en el cual la deposición de carbonatos se debió fundamentalmente a la deposición química natural de los océanos y a la actividad bacteriana y microorgánica de los mismos. Al inicio del Cretáceo se inicia la deposición de sales evaporativas, que dan lugar a la

formación de grandes masas salinas. A partir del terciario y hasta el Plioceno - Cuaternario, la Península emerge y toma su forma actual, donde la plataforma sigue desarrollándose por acreción gracias a los crecimientos de los arrecifes coralinos y las formaciones de tipo biostromal. Sin embargo, la geomorfología fina de la península dista mucho de ser monótona y refleja la gran cantidad y diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original, para constituirse en lo que hoy es la parte emergida de la península. En este conjunto de procesos se incluyen los eventos tectónicos recientes que dieran origen a las formaciones de fractura de la porción suroriental del estado y que hoy se reconocen como el sistema de fracturas de la región Bacalar (UQROO, 2005).

La cartografía consultada reporta las siguientes unidades geomorfológicas para el área comprendida por el estado de Quintana Roo:

- Mesas cársticas con diversos grados de disección fluvial
- Planicies intermontanas
- Planicies estructurales
- Valles cársticos
- Valles fluviales
- Superficies de acumulación temporal
- Superficies de acumulación permanente
- Superficies de acumulación marina
- Residuos de erosión diferencial.

Las mesas se elevan sobre las planicies por una unidad de ladera con procesos fluviales. En el área de estudio dominan las mesas de desarrollo cárstico con distintos grados de disección fluvial.

La formación de un paisaje cárstico es aquella en donde dominan los procesos de disolución de las rocas calizas al contacto con las aguas pluviales. Las mesas están limitadas por contacto litológico, mismo que es evidenciado por tallas de orientación noreste-suroeste con rocas calizas del mioceno y del terciario superior plioceno - mioceno. Las rocas calizas del paleoceno constituyen el relieve con mayor energía y se desarrollan procesos cársticos, fluviales y fluvio-cársticos sobre estas unidades litológicas, se denominan en general formas de desarrollo cárstico.

En la reserva de Sian Ka´an solo se encuentran las mesas de desarrollo cárstico fluvial. Las mesas de desarrollo cárstico fluvial están presentes principalmente en el centro y oriente del estado, hacia la Zona Maya, José María Morelos y Carrillo Puerto, se caracterizan por presentar poco relieve. Además, se observan colinas aisladas menores a los 20 metros de altura y laderas con poca pendiente. Los sistemas hidrológicos superficiales son más extensos que en los casos anteriores y más integrados, no obstante, no llegan a integrar verdaderamente un sistema de drenaje.

La karsticidad que se observa en el estado de Quintana Roo es la misma que podemos apreciar en general en toda la península de Yucatán (Wilson, 1980), sin embargo, debido al escaso desarrollo agrícola que tiene actualmente el estado es posible, a diferencia de lo visto en Yucatán, apreciar claramente las formaciones de tipo espumoso que tiene el karst hacia la zona sur, aspecto que nos da información relevante respecto a su edad y confirmando la apreciación evolutiva mostrada por las estructuras geológicas mayores y la información petrográfica disponible.

3.4. 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 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 aportado capas delgadas de materia orgánica, SEMARNAT-INE (1993).

La formación de un horizonte arcilloso es común en suelos antiguos, horizonte que aflora cuando las quemas o la intemperie destruyen la capa de suelo negro, dando lugar a los suelos rojos de los tipos *Chac-luum* o *K'ankab* (Tierra roja miel), cuyo equivalente en la clasificación FAO-UNESCO es Luvisol crómico. Todos ellos son suelos para los que se reportan deficiencias en Manganeso y Potasio. Solamente en los bajos, y debido al arrastre coluvial desde zonas más altas, se forman suelos profundos, pero de textura muy fina y por tanto inundables, pesados, llamados *Ak'alches* (tierra en bajos que se inundan), cuyo equivalente en la clasificación FAO-UNESCO es Combisol crómico, que pueden secarse y agrietarse durante la época de secas. Los suelos inundables de las marismas, tipo "margas" y "de turbera", descansan igualmente sobre la roca calcárea y han sido poco estudiados (SEMARNAT-2014; UQROO, 2005).

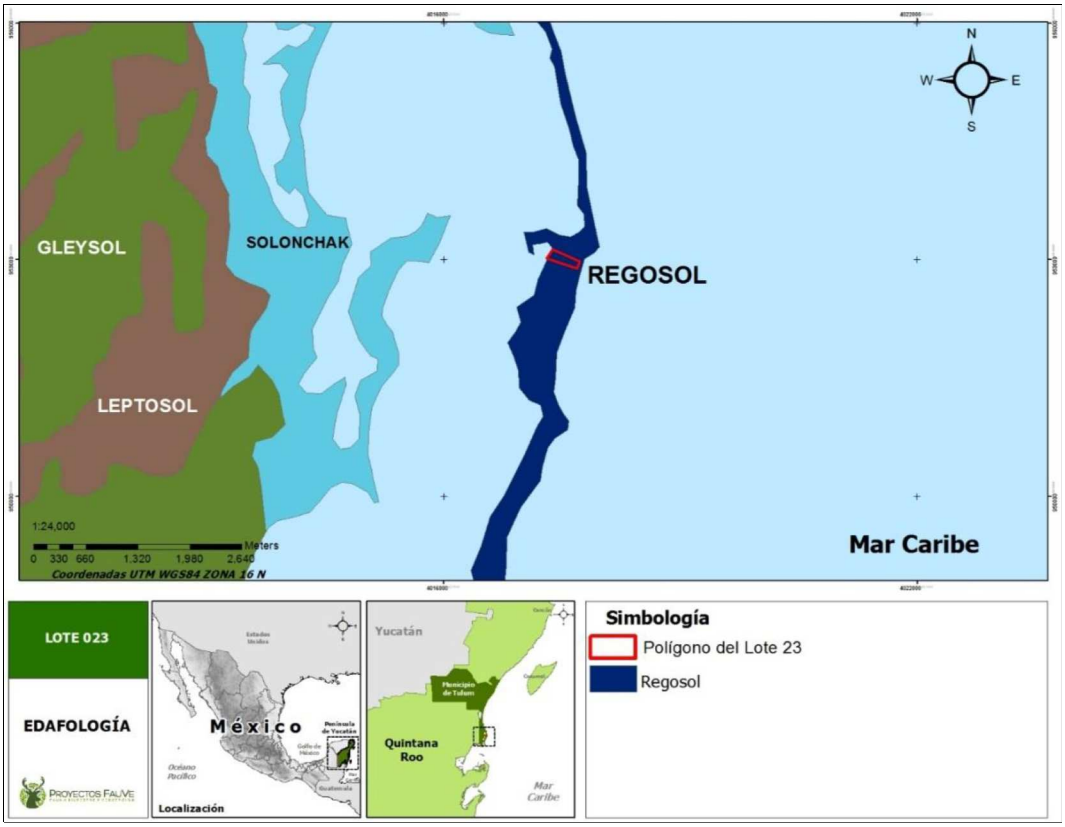


Figura 4. Mapa de la edafología del predio. (Conjunto de datos vectoriales, Escala 1:250 000 Serie II (Conjunto Nacional), INEGI, 2013.

Con base en la carta INEGI F16-11; 1:250,000 (2013), se observó que en el predio, domina la presencia de *Regosol* (equivalente en maya a *Huntunich*-Tierra que proviene de piedras).

La palabra regosol (RG) proviene del griego: *rhegos*, debajo y *zola*, ceniza; y connota 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.

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

3.5. Hidrología superficial

Aproximadamente el 69% de la superficie del estado está comprendida en la región hidrológica No. 33 (Yucatán Este); la porción complementaria corresponde a la No. 32 (Yucatán Norte).

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

Al sur de la Península se manifiesta un drenaje incipiente que desaparece en resumideros o en cuerpos de agua superficial. Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas. Posteriormente, es extraída mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas por donde es descargada al mar.

El acuífero de la Península de Yucatán es altamente vulnerable a la contaminación debido a las condiciones geohidrológicas de la zona, ya que en el subsuelo se encuentran una gran cantidad de fisuras y conductos de disolución que permiten la infiltración de todo tipo de aguas con mucha facilidad. Por otra parte la permeabilidad de los estratos de las rocas sedimentarias carbonatadas tiene una variedad muy grande y depende exclusivamente de la fracturación. Dado el escaso relieve del terreno, no se encuentran afloramientos o manantiales. Sin embargo, la disolución de los carbonatos frecuentemente forma cavernas que, en caso de derrumbarse sus techos, dan origen a dolinas o cenotes (UQROO, 2005).

En Quintana Roo, no hay corrientes superficiales, con excepción del Río Hondo, que separa a México de Belice. El agua de lluvia se filtra y da origen a las corrientes subterráneas que se manifiestan en los múltiples cenotes, lagunas y aguadas en todo el estado. La permeabilidad del sustrato determina la inexistencia de ríos y corrientes superficiales, salvo en aquellos lugares muy bajos donde el nivel topográfico corta el manto freático, formándose lagunas, ojos de agua o manantiales de agua dulce y canales de escorrentía de las marismas.

La principal corriente superficial es el Río Hondo, que nace en Guatemala con el nombre de Río Azul; su curso tiene longitud total de 125 km y está orientado de suroeste a noreste; constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el mar Caribe en la bahía de Chetumal. Su cuenca tributaria tiene extensión total de 9,958 km^2, distribuida entre los países que la comparten como sigue: 4107 km^2 corresponden a México; 2,873 a Guatemala, y 2,978 a Belice.

El río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1500 millones de metros cúbicos, estimándose que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m^3/s; el otro 85% del volumen escurrido procede del subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m^3/s. El agua del río tiene salinidad del orden de 700 ppm. Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas; éstas son efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Chunyaxché, que son permanentes debido a que en ellas aflora el

manto freático. La laguna de Bacalar, la de mayor extensión, tiene longitud de unos 50 Km y ancho de 2 a 3 Km (CNA 2007).

En la Reserva de Sian Ka'an hay algunos cenotes con más de 50 m de diámetro (López, 1983) y lagunas formadas en oquedades impermeabilizadas con poca profundidad y con mayor riqueza orgánica. Se reportan alrededor de 70 lagunas dentro de la Reserva. Las lagunas formadas en oquedades impermeabilizadas son poco profundas y tienen mayor riqueza orgánica. Las aguas de la Reserva son por lo general muy transparentes por su dureza y por la oligotrofia, debido a la presencia de un lecho calcáreo y poco soluble. Otro factor que contribuye a la transparencia es la poca proliferación de algas y plancton. Así como la abundancia de carbonatos y bicarbonatos disueltos, un pH que varía de entre los 7.5 y los 9.0 y la dureza y salinidad que oscilan entre 2% y 18% en las aguas continentales comunicadas con el mar.

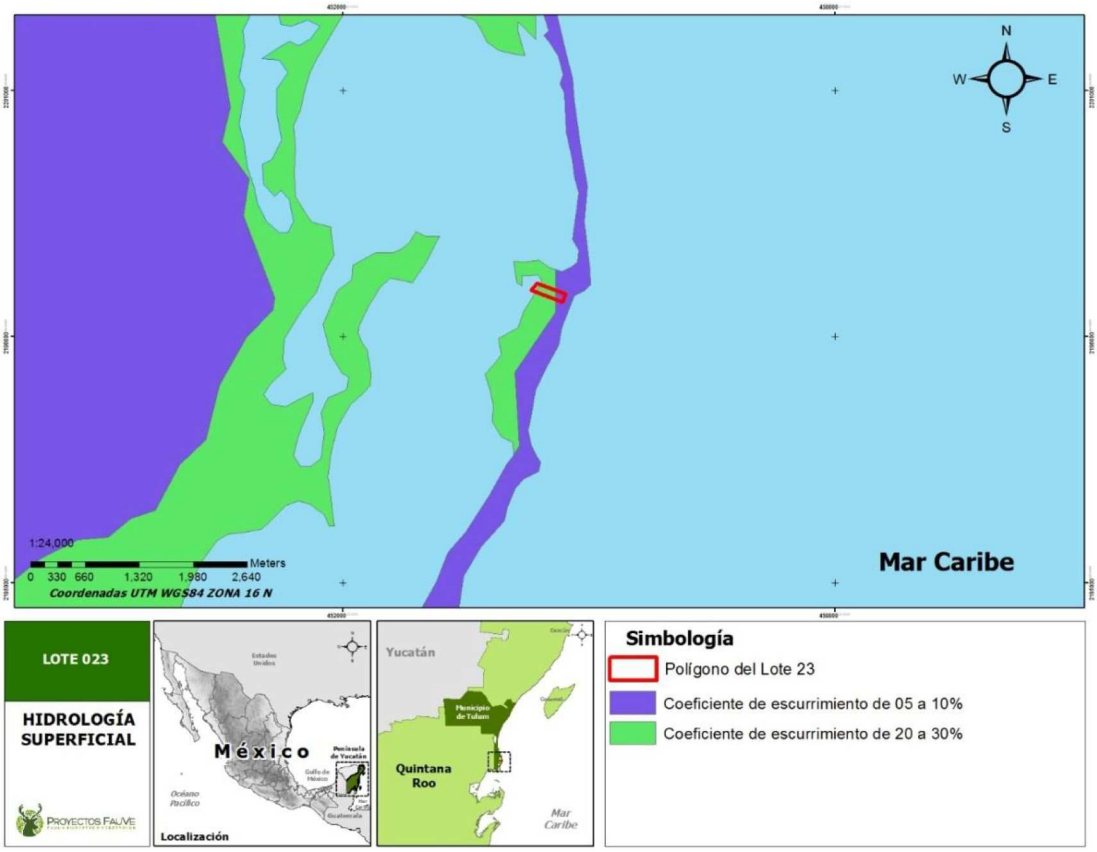


Figura 5. Mapa de hidrología superficial del predio (Conjunto de datos vectoriales, Hidrología de aguas superficiales E1602. Escala 1:250,000, INEGI, Bahía de la Ascensión, 2001).

3.6. Hidrología subterránea

La circulación natural del agua en el subsuelo de la entidad es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción sur-occidental de la entidad, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida; a su paso por la llanura, parte

importante del agua es extraída por la vegetación; el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar. Debido a la gran permeabilidad del acuífero, el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño, de 2 a 20 cm por km en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor a dos metros en una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 metros en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 metros en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga, y por otra, a que los efectos de bombeo se propagan rápidamente (Portal CNA).

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se encuentra dentro de la zona geohidrológica denominada Costas Bajas, la cual 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 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 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 (UNAM, 1980). El nivel freático es muy cercano a la superficie, se encuentra como máximo a 8 m y en las partes más bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias. La superficie inundada a finales de la temporada de lluvias es superior al 70% en la parte terrestre. No así durante la época seca, cuando sólo un 20% de esta permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro donde la concentración salina es elevada.

La permeabilidad del sustrato determina la inexistencia de ríos y corrientes superficiales, salvo en aquellos lugares muy bajos donde el nivel topográfico corta el manto freático. En las partes altas de la Reserva, los únicos cuerpos de agua son los cenotes, debido al hundimiento de la bóveda kárstica, que tienen aguas duras.

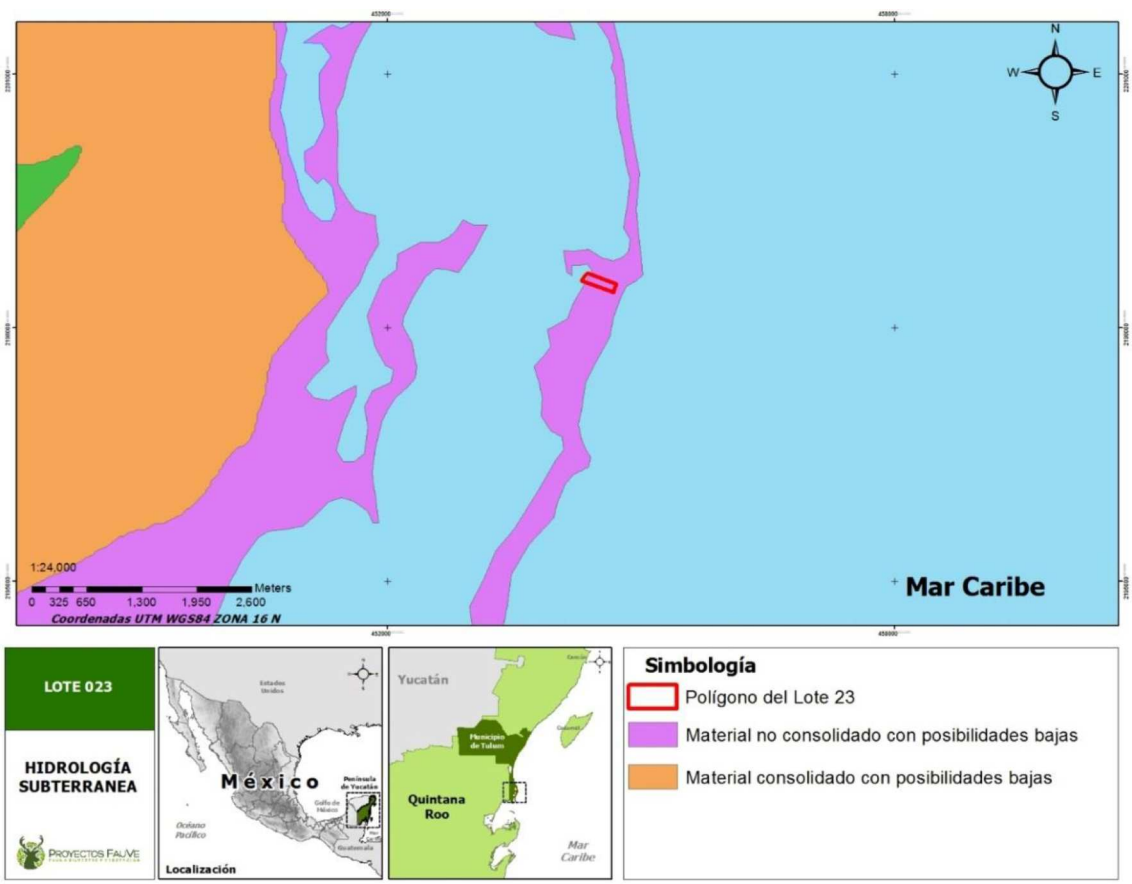


Figura 6. Mapa de hidrología subterránea del predio (Conjunto de datos vectoriales, Hidrología de aguas subterránea, E1602. Escala 1:250,000, INEGI, Bahía de la Ascensión, 2001).

4. SISTEMA AMBIENTAL

El Sistema Ambiental se refiere al área en torno al predio que puede modificar las características naturales de éste y ser modificada por el proyecto de manera directa. El sistema ambiental para el proyecto Casa Lote 23 se definió con base en la topografía, hidrología, la vegetación, las unidades de gestión ambiental de acuerdo al ordenamiento de Sian Ka´an y regiones prioritarias en la que se encuentra inmerso, así como las perturbaciones antropogénicas recientes en la zona.

4.1. Sistema Ambiental Regional

Los límites del sistema ambiental regional son: Al norte y al sur el sistema ambiental tiene una distancia del centro al norte de 3,122.51 km y del centro al sur 2,911.75 km.

El predio se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, que cuenta con un Programa de Manejo, en donde se establecen las normas de uso y la zonificación básica de Sian Ka´an (SEMARNAT-2014). La zonificación divide a la reserva en dos grandes áreas: las zonas de amortiguamiento y las zonas núcleo, y éstas a su vez se dividen en subzonas. Como

ya se mencionó anteriormente el área de estudio se ubica en la porción norte de la zona de amortiguamiento de la reserva (Figura 7).

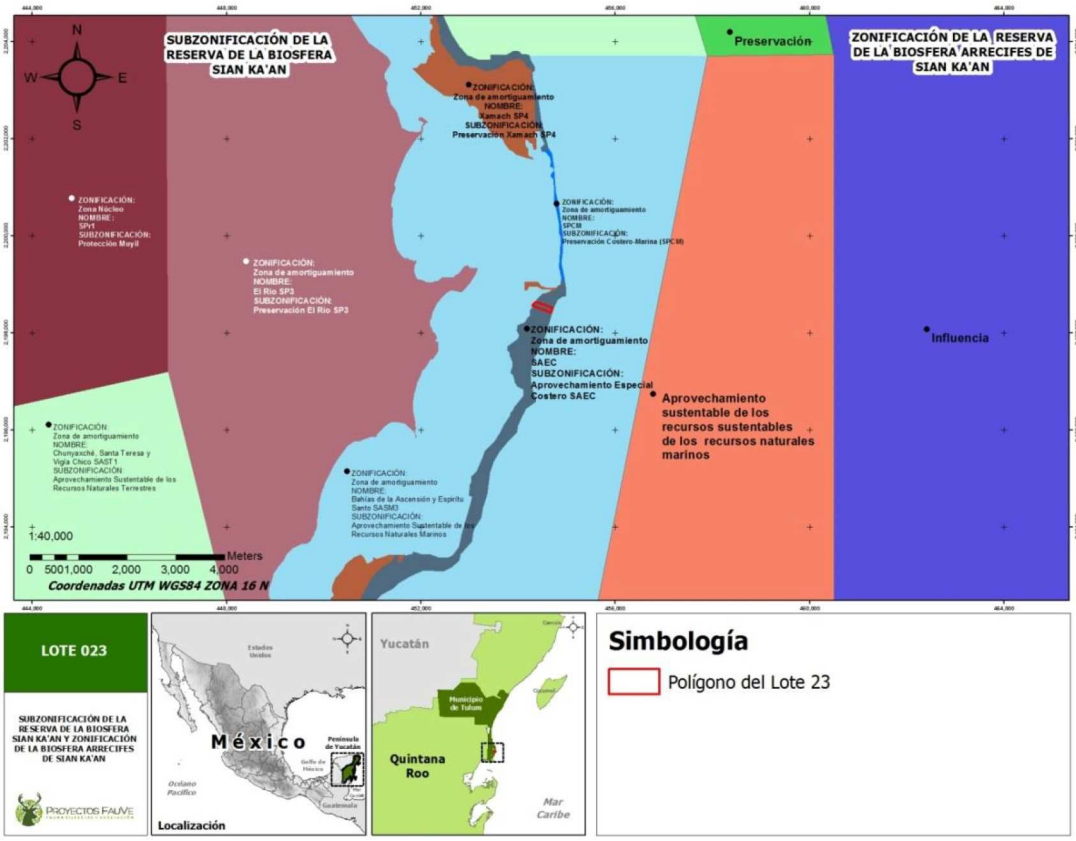


Figura 7. Mapa de subzonificación de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an.

El objetivo principal de la zonificación es proteger la zona núcleo de la reserva, de tal forma que la *zona de amortiguamiento* de acuerdo a la LEGEEPA, tiene como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias, para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo.

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. 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.

El sistema ambiental regional del proyecto consiste en una franja de tierra que se separa de la península en la Reserva por la Laguna Catoche. El lote 23 colinda al oeste con la Laguna Catoche y al este con el Mar Caribe (Figura 8).

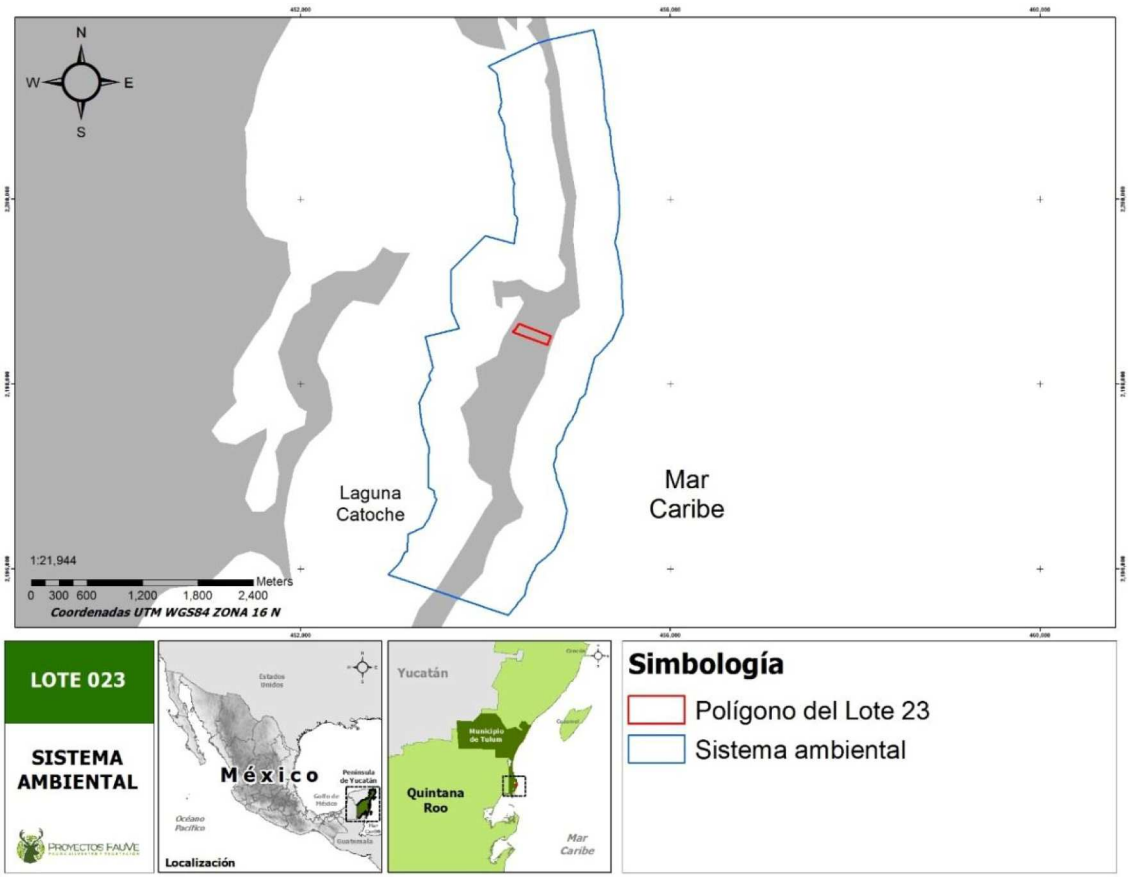


Figura 8. Localización del predio lote 23 dentro del Sistema Ambiental Regional.

Los tipos de vegetación predominantes en el SAR son manglar, matorral costero y vegetación rastrera de duna costera, también existen áreas inundadas permanentemente y que mantienen comunicación subterránea con la laguna o el mar, así como áreas que se inundan durante la época de lluvias.

De acuerdo con la caracterización vegetal del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT) del estado de Quintana Roo (UQROO, 2005), la comunidad vegetal en el área de estudio es característica de la comunidad vegetal de la duna costera y corresponde a una asociación vegetal de "Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma Chit)". La estabilidad de esta comunidad se encuentra altamente afectada, debido a la extracción de madera de chit que se realiza principalmente cerca de las comunidades de importancia pesquera como Punta Herrero y Punta Allen.

Junto a la vegetación de duna costera hay vegetación de manglar mixto, ésta integra una franja de vegetación que recorre todo el sistema de manglares en el Estado (UQROO, 2005).

El mangle se desarrolla en una zona que consiste de suelos margosos, de color pardo oscuro, muy profundos, las mediciones realizadas alcanzaron hasta 1.5 m de profundidad, siendo la limitante de estos la presencia de roca calcárea.

Otra zona de influencia además del Mar Caribe son los humedales que se encuentran en los márgenes de la laguna de Xamach y Laguna Catoche, donde se pueden observar asociaciones como los manglares, los saibadales (o Sabanas) y tulares, entre otros. El manglar que se ubica justo al oeste del predio es un manglar mixto donde se observan 2 de las 4 especies de mangle descritas para el estado de Quintana Roo. De ahí la importancia de la conservación de dichos humedales (Figura 9).

En cuanto a la edafología, geología e hidrología, el SAR tiene las mismas características que las ya descritas, puesto que ésta zona es muy homogénea (Tabla 5, Figura 9).

Tabla 5. Geología, Edafología, Hidrología superficial y subterránea del Sistema Ambiental Regional.

Aspecto biótico	Características
Geología	Litoral - Representado por depósitos de arena fina a gruesa constituidas principalmente por fragmentos, espículas de equinodermos, moluscos, ostracodos, briozoarios y esponjas, además de miembros de microforaminíferos bentónicos y planctónicos; forma una franja angosta y plana, ligeramente inclinada asociada a las dunas. Lacustre – Correspondiente a la zona este del SAR en donde se encuentra la laguna Catoche originada, como otras lagunas costeras, por la exposición de la plataforma continental a procesos terrestres y atmosféricos y sujeta a la erosión de valles y cuencas, así como a la sedimentación en las planicies y deltas.
Edafología	Regosol – suelo poco desarrollado constituido por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma.
Hidrología superficial	La región presenta una alta permeabilidad. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido, por lo que la hidrología dominante está en el subsuelo.
Hidrología subterránea	La región presenta una alta permeabilidad. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido, por lo que la hidrología dominante está en el subsuelo. El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE.

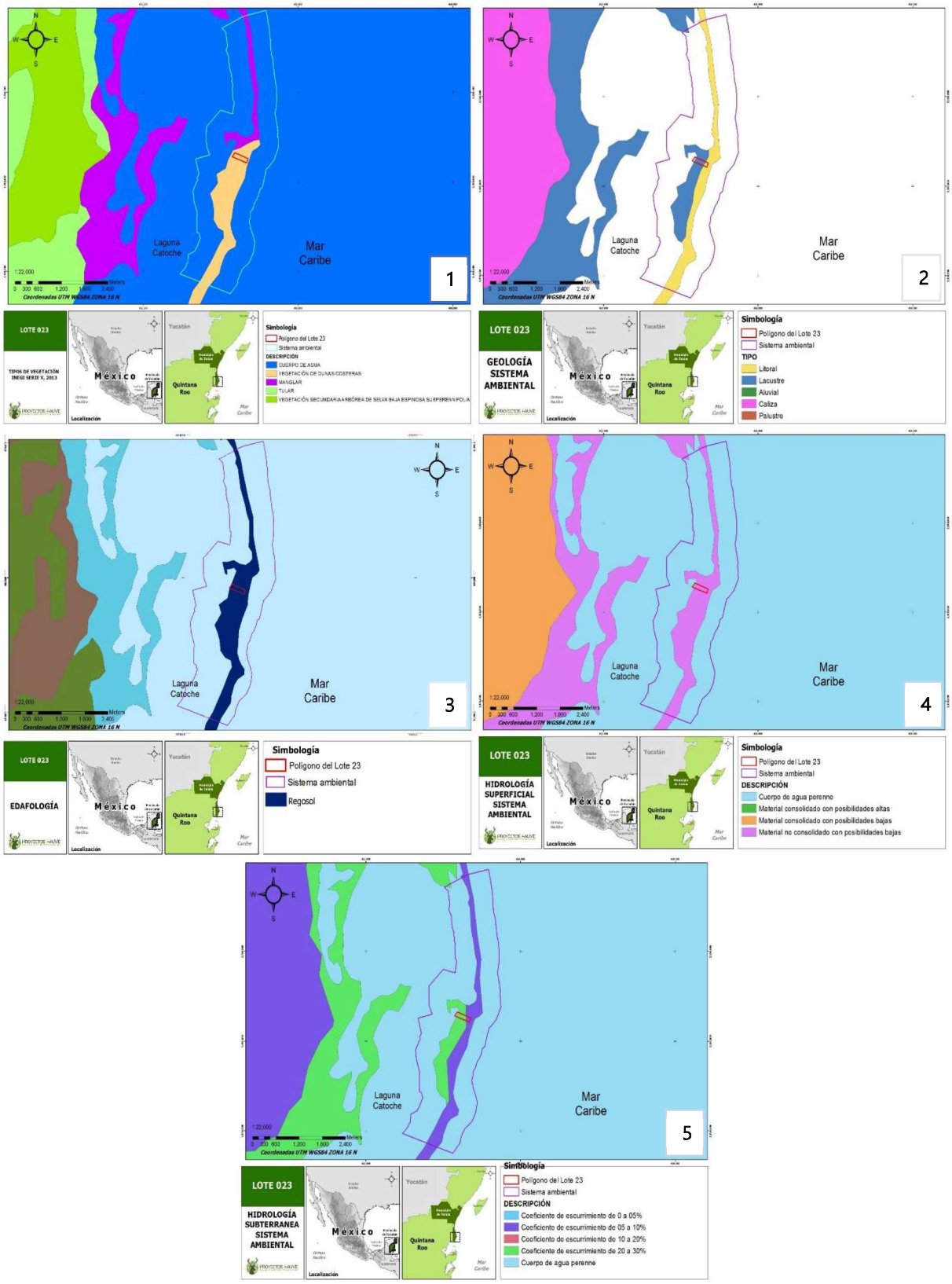


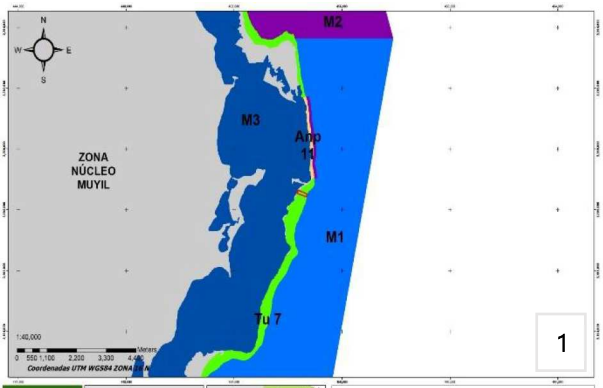
Figura 9. Mapas de vegetación (1), Geología (2), Edafología (3) Hidrología superficial (4) e Hidrología subterránea (5) del Sistema Ambiental.

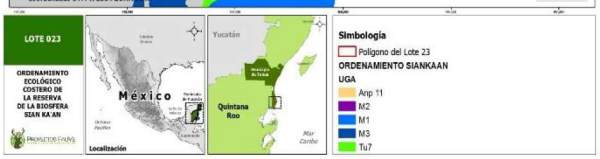
Debido a la importancia de la zona en la que se encuentra inmerso el proyecto y a su vez el sistema ambiental en cuanto a biodiversidad y recursos naturales, ésta ha sido incluida en diversos programas que tienen como objetivo conservar, restaurar y tener un mejor manejo de la zona, a continuación se describen los programas y regiones a las que pertenece: (Tabla 6, Figura 10).

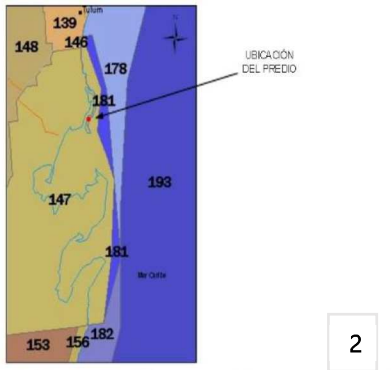
Tabla 6. Programas y regiones en las que se encuentra el área del proyecto.

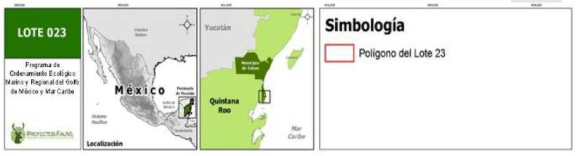
Programa / Regiones	Características
Ordenamiento Ecológico Costero de la Reserva de la Biosfera Sian Ka´an	Los usos de suelo y las actividades productivas en la franja costera ubicada entre Tulum y Punta Allen es regulada por este ordenamiento, el cual ubica al proyecto en la Unidad de Gestión Ambiental Tu7, a la que corresponde una Política de Conservación, Uso predominante de Turismo de bajo impacto; Usos compatibles, flora y fauna; Usos condicionados, Infraestructura.
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y del Caribe	El proyecto se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental #147 en la que se aplican además los lineamientos del decreto y programa de ANP e Islas.
RAMSAR	El proyecto se encuentra dentro de un sitio RAMSAR por lo que se encuentra regulado dentro de planes establecidos por órganos nacionales e internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.
Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias Programa de Regiones Terrestres Prioritarias Programa de Regiones Marinas Prioritarias	La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) crea dichos programas con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas, sistemas acuáticos y en la parte continental del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido Región definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Existe un alto nivel de conocimiento. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Mahahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal. Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en

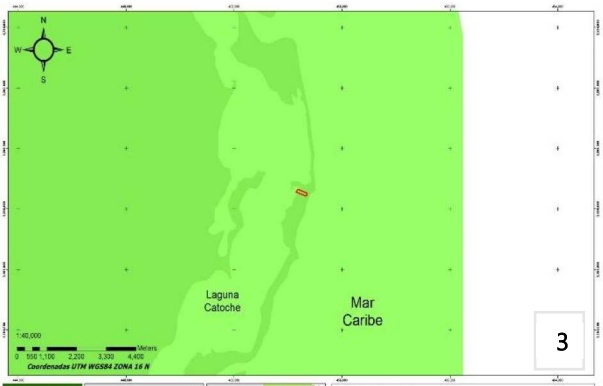
Programa / Regiones	Características
	un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Mahahual-Santa Cecilia y del entronque de Mahahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice. En cuanto a biodiversidad marina presenta moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, tortugas aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas (*Chelonia mydas*, caguama) y aves migratorias. Abundancia y rareza de moluscos (*Strombus gigas*), crustáceos (*Panulirus argus*). Presenta zona pesquera de tres cooperativas y desarrollos turísticos costeros.
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	AICA SE-34 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. Categorías a las que aplica 5 -Se considera una zona importante para llevar a cabo estudios sobre la dinámica de los humedales en buen estado de conservación. G-1 *Agriocharis ocellata* G-2 *Piranga roseogularis, Amazona xantholora, Cyanocorax yucatanicus, Nyctiphrynus yucatanicus, Agriocharis ocellata, Amazilia yucatanensis, Melanoptila glabirostris*. MEX-1 *Mycteria americana* (1200 nidos), *Geranospiza caerulescens, Jabiru mycteria, Penelope purpurascens, Egretta rufescens*. NA-1 *Sterna antillarum* NA-2 *Agriocharis ocellata*
Corredor Biológico	El corredor biológico de Sian Ka´an forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, éste conecta dos de las Reservas de la Biosfera (RB) más importantes del trópico mexicano, abarcando tres municipios de Quintana Roo (Tulum, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos) y uno en Campeche (Calakmul).

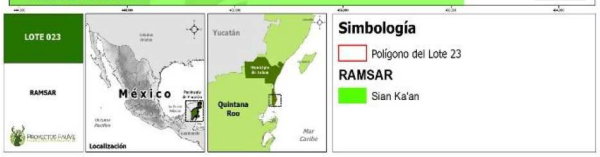

M2
M3
Anp 11
M1
Tu 7
ZONA NÚCLEO MUYIL
1

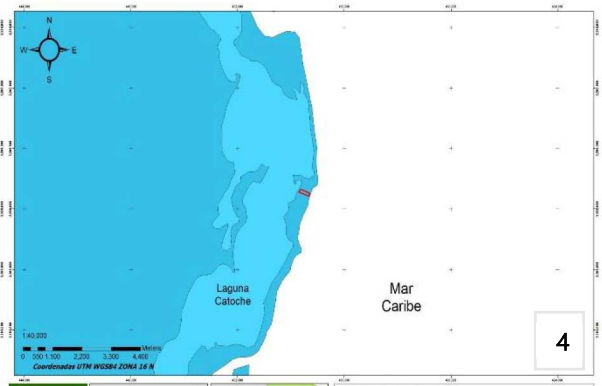

LOTE 023
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO COSTERO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA AN
México
Quintana Roo
Yucatán
Localización
Simbología
Polígono del Lote 23
ORDENAMIENTO SIANKAAN
UGA
Anp 11
M2
M1
M3
Tu7

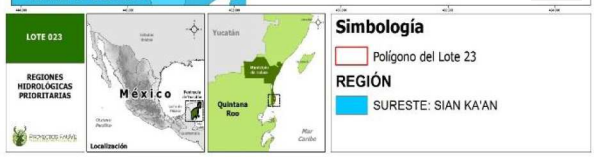

Tulum
139
148
146
178
181
193
147
181
153
156
182
UBICACIÓN DEL PREDIO
2

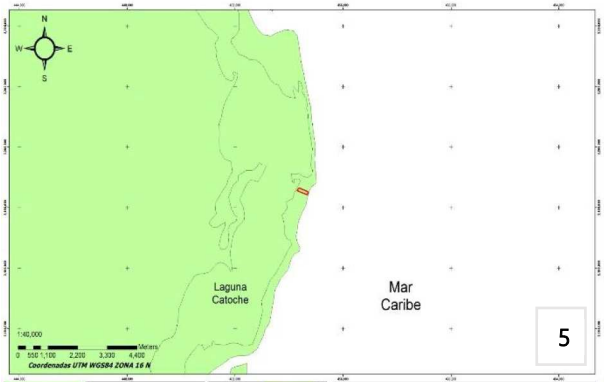

LOTE 023
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
México
Quintana Roo
Yucatán
Localización
Simbología
Polígono del Lote 23

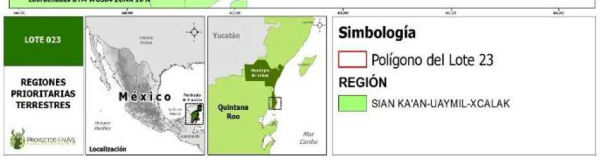

Laguna Catoche
Mar Caribe
3

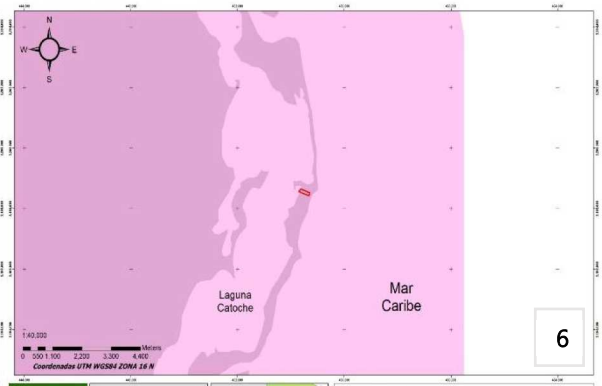

LOTE 023
RAMSAR
México
Quintana Roo
Yucatán
Localización
Simbología
Polígono del Lote 23
RAMSAR
Sian Ka'an

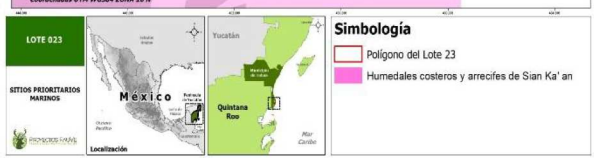

Laguna Catoche
Mar Caribe
4


LOTE 023
REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS
México
Quintana Roo
Yucatán
Localización
Simbología
Polígono del Lote 23
REGIÓN
SURESTE: SIAN KA'AN


Laguna Catoche
Mar Caribe
5


LOTE 023
REGIONES PRIORITARIAS TERRESTRES
México
Quintana Roo
Yucatán
Localización
Simbología
Polígono del Lote 23
REGIÓN
SIAN KA'AN-UAYMIL-XCALAK


Laguna Catoche
Mar Caribe
6


LOTE 023
SITIOS PRIORITARIOS MARINOS
México
Quintana Roo
Yucatán
Localización
Simbología
Polígono del Lote 23
Humedales costeros y arrecifes de Sian Ka' an

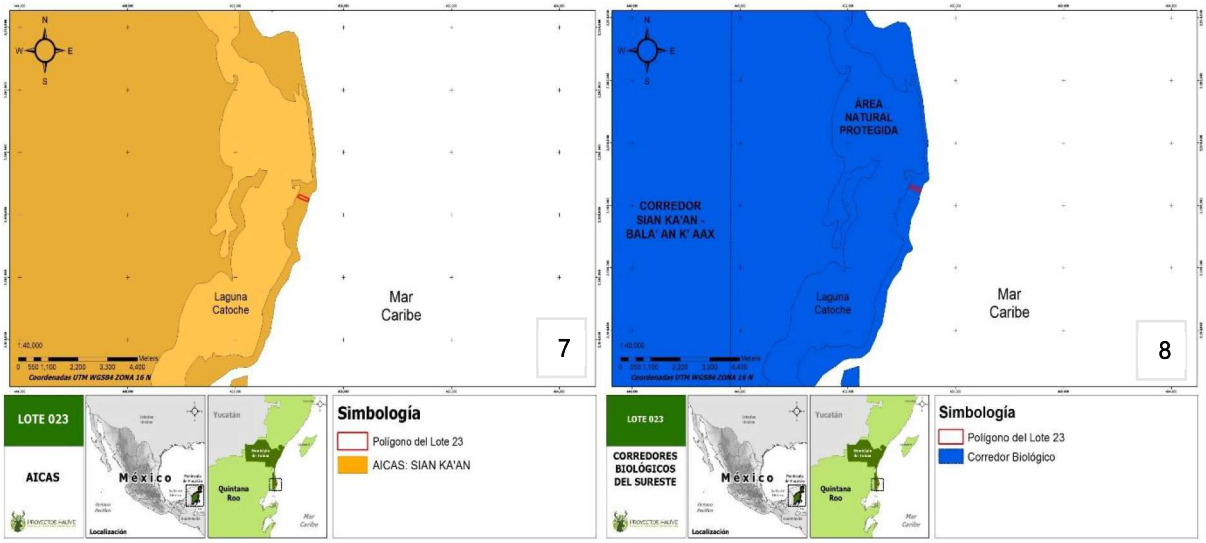


Figura 10. Mapas de programas y regiones de importancia en las que está inmerso el predio: 1) Ordenamiento Ecológico Costero de la Reserva de la Biosfera Sian Ka´an, 2) Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y del Caribe, 3) RAMSAR, 4) Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, 5) Programa de Regiones Terrestres Prioritarias, 6) Programa de Regiones Marinas Prioritarias, 7) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 8) Corredor biológico.

La zona de la reserva donde se ubica el proyecto ha sido afectada continuamente por fenómenos meteorológicos como Wilma y Emily en el 2005. El último fenómeno de magnitud importante que impactó en la zona fue el huracán "Dean" (Agosto, 2007).

Además de dichas condiciones, también ha sido transformada por el hombre. Entre las modificaciones más importantes se encuentra la introducción y propagación de las Palmas de coco, y el cultivo de la palma de chit, que actualmente cubre extensiones importantes dentro de la reserva. Además hay cambios relacionados con los desarrollos turísticos que aun cuando son de baja densidad, han provocado cambios permanentes en la zona costera de la Reserva. Poblaciones como Tulum y Punta Allen, son las zonas urbanas más cercanas al predio del proyecto (Figura 10).

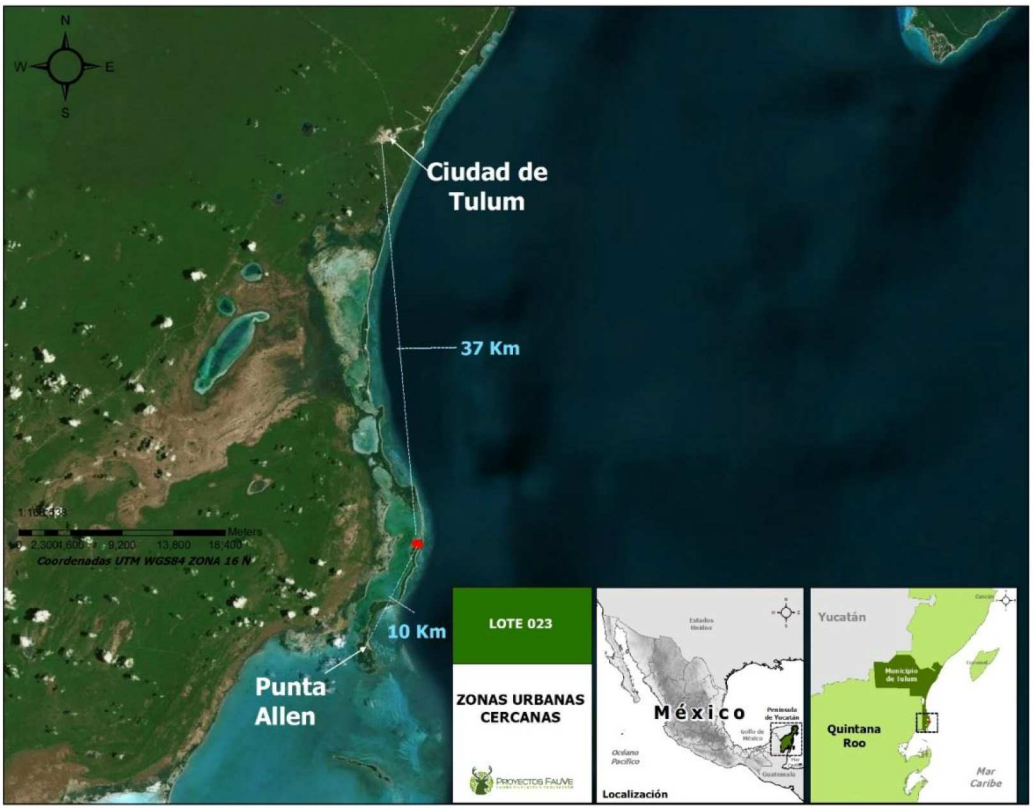


Figura 10. Zonas urbanas cercanas al Lote 23.

4.2. Sistema ambiental local

El sistema ambiental local corresponde al área que rodea al proyecto, sus límites están definidos por límites naturales y antropogénicos. Al norte, colinda en 370.044 m con lote 053-24; al sur, en 401.789 con lote 053-22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen.

Debido a que se trata de una propiedad privada dentro de una Reserva de la Biosfera, el área de estudio aún conserva su cubierta vegetal al igual que los predios que colindan directamente con él (Figura 11).

Figura 11. Cubierta vegetal de lote 23 y lotes colindantes

La vegetación del predio corresponde a Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit) y en la sección posterior del predio, (colindante a la laguna Catoche), se encuentra una sección de vegetación que corresponde a Manglar.

La vegetación en general se encuentra en buen estado de conservación, sin embargo en algunas secciones del Noroeste del Lote 23, cruzando el camino principal se detectaron áreas abiertas de vegetación con dominancia de halófitas costeras pioneras, principalmente *Ernodea littoralis*, *Bomellia macrocarpa* entre otras. Estas zonas abiertas de vegetación pueden ser evidencia de eventos meteorológicos pasados como huracanes. Por otro lado, en los márgenes con el camino comunal, la perturbación tiene un mayor grado debido al tránsito de vehículos que afecta la vegetación de ambos lados del camino ya que al ser de terracería se levanta el polvo y éste se acumula sobre el follaje de la vegetación. Sin embargo, esta es una perturbación constante y muy puntual que tiene un efecto máximo de 4 metros de distancia a cada lado del camino (Figura 12).

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 de 120 km de longitud; el "Sistema Arrecifal Mesoamericano", 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 (SEMARNAT-2014).

En esta zona de la Reserva se desarrollan los arrecifes denominados Boca Paila y Yu yum. Se caracterizan porque la cresta arrecifal termina en un sistema incipiente de macizos y canales,

dominado por gorgonáceos, algas y pedacería 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).

Figura 12. Imagen del camino que divide el área de estudio en dos porciones.

En el frente con el Mar Caribe el predio presenta una playa arenosa muy erosionada en la cual se aprecia una berma de 1.80 m en promedio, con algunos elementos de vegetación rastrera de duna, por lo que la única asociación vegetal presente dentro de los límites del área de estudio es el matorral costero (Figura 13).

Figura 13. Vista del frente de playa del área de estudio. En esta se observa una berma de 1.80 m en promedio que se ha formado tras la erosión de la duna.

Los humedales marginales de la laguna de Boca Paila, Caapechen, Xamach y Catoche, se encuentran habitados por varias especies animales. Entre estos los más evidentes son los insectos, las aves, los reptiles y los crustáceos.

Dada la cercanía del área de estudio con el mar Caribe y los manglares de las laguna de Xamaxh y Catoche y la importancia de éstos como un ecosistema continuo, cualquier actividad humana que se pretenda en el sitio, deberá estar regulada y programada en el marco de las restricciones

correspondientes que se señalan en el Ordenamiento de la Zona y en el Programa de Manejo de la Reserva. Así mismo, deberá considerarse en todo momento la cercanía con el Mar Caribe y sobre todo con el sistema arrecifal de la Reserva.

Figura 14. Manglar que se ubica al oeste del predio.

5. ASPECTOS BIÓTICOS

5.1. Vegetación

5.1.1. Antecedentes

Los estudios de vegetación que se han realizado para el Estado de Quintana Roo se han basado principalmente bajo criterios estructurales y fisonómicos, ejemplo de esto es el trabajo de Miranda de 1958, uno de los estudios más detallados y completos para su época. Dicho autor reconoció tres grandes formaciones vegetales: la selva alta, mediana y baja, así mismo hace el reconocimiento de otras formaciones menores tales como tasistales, bucidales, popales, que siguiendo los criterios de tonalidad (las relaciones climato-edafológicas a macroescala global), pertenecen a sistemas vegetales azonales por su deficiencia de drenaje durante gran parte del año (Islebe y Sánchez, 2001).

Estudios más recientes describen para el Estado que la vegetación predominante es la selva mediana subperennifolia cuya altura oscila entre los 15 a 25 m y en menor proporción se reporta el tular-saibal, el popal, tasistal y la sabana con pino caribeño además de los manglares (Valdés-Hernández e Islebe, 2011).

Específicamente para la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an existen diversos estudios algunos de ellos especializados en algunos taxas tanto de flora como de fauna siendo uno de los más sobresalientes el de "Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an Quintana Roo", México Vol. I y II de 1990 y 1992 respectivamente y "Biodiversidad Marina y costera de México" de 1993, que incluye algunos estudios muy específicos sobre aves, arrecifes y manejo costero en la Reserva.

Así también, la serie de publicaciones que edita la Asociación Civil "Amigos de Sian Ka'an" que va desde literatura científica muy especializada, hasta cuadernos de trabajo y pequeños boletines dirigidos a nivel básico y medio de educación, así como numeroso folletos de divulgación. Entre estos destacan las obras de Juan José Morales Barbosa en el libro "La Gran Selva Maya" (1995), en el que presenta un mapa donde se describe la presencia de vegetación de duna costera y matorral para el área costera de Sian Ka'an.

En el ambiente acuático hay estudios muy interesantes que compilan el monitoreo de varios años de trabajo en los arrecifes de la reserva como Carbonell *y col*. (1993), que hacen la caracterización de los Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka´an, Q. Roo; en este dividieron a los arrecifes de la reserva en XII regiones.

En el portal de internet del Centro Ecológico Sian Ka'an se menciona una lista de especies para la zona costera de la Reserva, las cuales corresponden a especies de duna y matorral costeros (www.cesiak.org).

Otro estudio que es relevante ya que se realiza para la vegetación de dunas costeras, es el que realizaron Castillo y Moreno-Casasola (1998): *"Análisis de la Flora de Dunas Costeras del Litoral Atlántico de México"*. Donde se menciona una serie de especies típicas para estas comunidades y donde por supuesto se incluye la Reserva de Sian Ka'an, como parte del estado.

Entre los estudios más recientes, destaca el del Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas para la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (2001) decretada en 1986; en el apartado de vegetación se menciona que ésta cuenta con las principales comunidades propias de la península de Yucatán y el Caribe reportándose aproximadamente 800 especies vegetales debido a que se sitúa como una zona de transición que permite una diversidad de ambientes en donde se desarrollan organismos tanto mesoamericanos como antillanos. Siendo las comunidades principales:

• Selvas tropicales (150,000 ha aproximadamente) con 4 subtipos (selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva baja inundable).

• Vegetación inundable (175,000 ha aproximadamente) que comprende cayos, manglares de franja, manglares chaparros, marismas de zacate, tasistales y comunidades inundables arboladas con dosel abierto.

• Comunidades arbustivas (20,000 ha aproximadamente) que incluyen acahuales (vegetación secundaria), quemadales, vegetación de dunas costeras y áreas perturbadas.

• Cuerpos de agua (17,000 ha aproximadamente) como cenotes, lagunas interiores, las lagunas costeras y canales de escorrentía.
• Bahías (103,000 ha aproximadamente), representadas por cuerpos de agua marina someros con influencia de agua dulce.

• Plataforma arrecifal (15,000 ha aproximadamente) que abarca hasta la isobata de 50 m hacia mar abierto.

Según el archivo cartográfico de la CONABIO (2011), el área del Lote 23 se encuentra cubierta por humedales. Sin embargo, esto podría no ser tan exacto debido a la escala o el método usado para la clasificación del análisis. Por su parte la clasificación de INEGI serie V, nos indicó que el Lote 23 está cubierto en su totalidad por vegetación de duna costera. Es posible ver un manchón de manglar al Noroeste fuera del Lote 23. La escala es menor (1:1 000 000) con referencia a lo presentado por la CONABIO.

La CONABIO en el 2010 a partir de datos de percepción remota de imágenes de alta resolución, realizan el Mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la Zona Costera Asociada a Manglares de la Península de Yucatán. Con base en este estudio la cobertura de vegetación de manglar se encuentra al Noroeste del Lote 23 (sección posterior del predio), dicha cobertura de manglar se encuentra como una franja que bordea la laguna Catoche.

En el estudio de la CONABIO (2010) no se define qué tipo de vegetación es la que predomina en la parte central y frontal del Lote 23, sin embargo, nos permite definir que existen al menos dos tipos de vegetación en el predio.

Según la información obtenida de la carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, F16-11, escala 1:250,000), la vegetación que corresponde a este predio se reconoce como vegetación hidrófila. Esto se debe principalmente a la escala que maneja esta carta, ya que no alcanza a detectar la presencia de matorral costero.

Los principales impactos para la región son los causados por las actividades antrópicas, como la deforestación, la construcción de caminos y la fragmentación de manglares y vegetación de dunas por el aumento de la actividad turística. Aunado a esto, los impactos naturales se suman, tales como huracanes y tormentas tropicales.

5.1.2. Metodología

A continuación se describe de manera general la comunidad vegetal que prevalece en el área de estudio.

a) Diseño de muestreo

Los resultados preliminares del estudio de prospección del Lote 23 nos permitieron plantear un diseño experimental que se ajustara según las condiciones del sitio finalmente registradas.

El tipo de muestreo seleccionado fue un muestreo sistemático por estrato de vegetación.
En este diseño los cuadrantes son distribuidos regularmente a través del área de muestreo, permitiendo detectar variaciones de la comunidad.

Para seleccionar el área mínima de muestreo se consideró la homogeneidad florística y espacial de la vegetación. Bajo el supuesto de que toda comunidad vegetal tiene una superficie por debajo de la cual no puede reconocerse como tal.

Para estimar el tamaño de la muestra se utilizó un método no paramétrico el cual nos indica que si la superficie muestreada o completenness es cercano a 1 (100%), la muestra es representativa. En la sección de resultados en diversidad se abordan los datos obtenidos de la cobertura de la muestra.

Esto con base en la fórmula propuesta por Chao & Shen en el 2010 y siendo la propuesta para este análisis la de Chao & Jost, 2012.

$$\hat{C}_n = 1 - \frac{f_1}{n}\left[\frac{(n-1)f_1}{(n-1)f_1 + 2f_2}\right]$$

Dónde:

f1 = número de singletons. Se refiere a cuántas especies están representadas por un sólo individuo en la muestra.

f2 = número de dobletons. Se refiere de cuantas especies están representadas por dos individuos en la muestra

n= Número de individuos

Para la obtención de estos valores se usó el Software R 3.3.3 con la paquetería iNext y Entropart.

La forma de las unidades muestreales corresponderá a cuadrantes. Se seleccionan cuadrantes debido a que es una metodología usada en estudios de vegetación de matorral costero en la Península de Yucatán (Torres et al., 2010).

En el Lote 23 con base en el estudio prospectivo se encontraron dos tipos de vegetación predominantes, el primero y de mayor cobertura fue matorral costero y el segundo vegetación de manglar. Esta información nos permitió plantear el siguiente esquema metodológico.

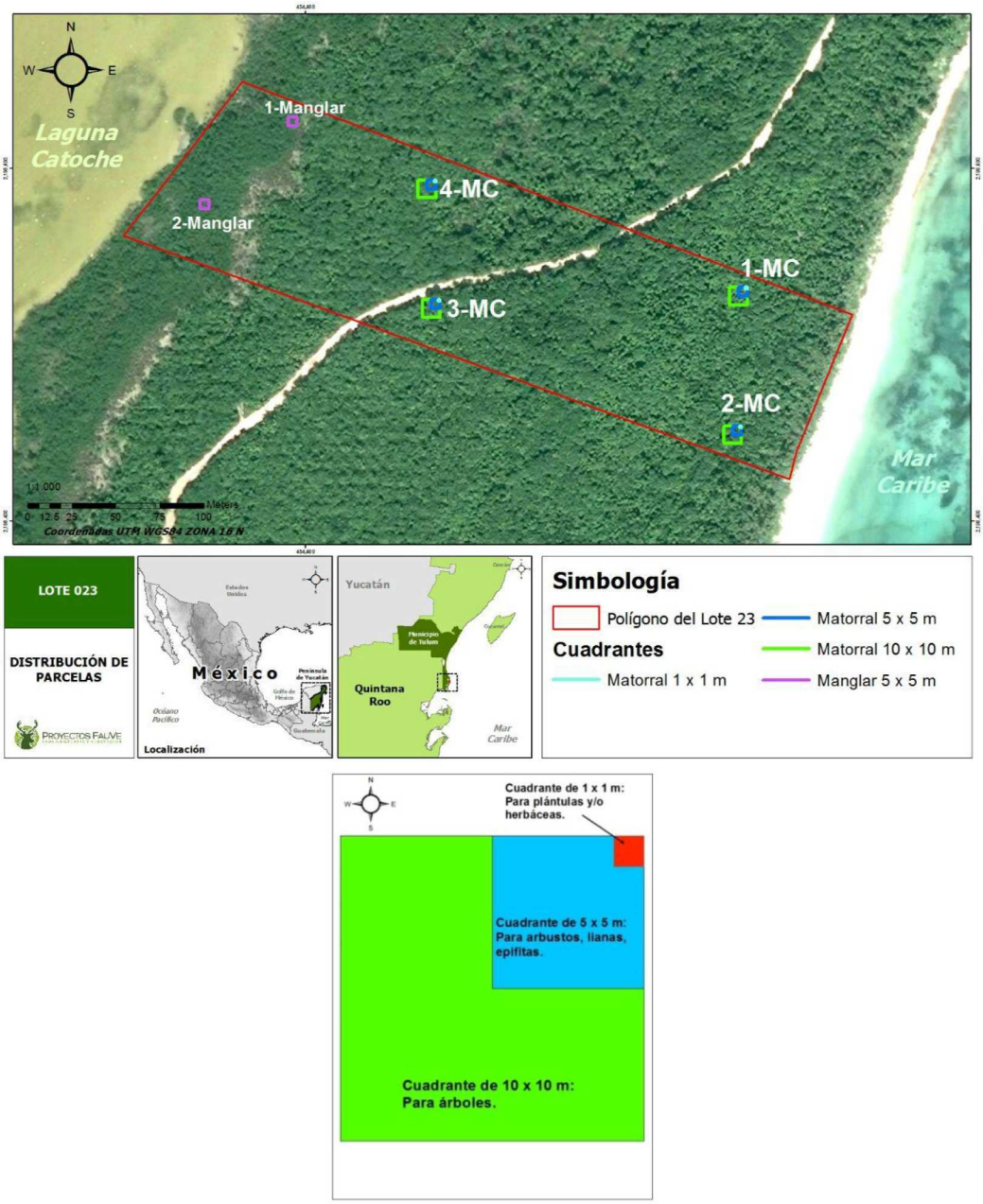


Figura 15. Esquema metodológico y distribución espacial de la parcelas de vegetación.

Siguiendo el sistema de clasificación de las plantas por forma de crecimiento propuesto por Whittaker (1970) consideramos a los árboles como individuos leñosos de más de 3 m de alto, a los arbustos como individuos leñosos menores a 3 m de altura, a lianas como individuos trepadores leñosos, epífitas y hierbas. Las palmas bajo esta clasificación entrarían en árboles y arbustos.

Para los árboles dentro del matorral costero se realizaron 4 parcelas con forma de cuadrantes con dimensiones de 10 x 10 m, dando un total de una superficie muestreada de 400 m^2. De manera incluyente en las 4 parcelas de 10 x 10 m, en el vértice Noreste se crearon unidades de muestreo con forma de cuadrante de 5 x 5 m en donde se registraron los individuos

arbustivos menores a 3 m hasta 0.50 m de altura, también se registraron en este cuadrante lianas y epífitas. En total fueron 4 parcelas que dan una superficie muestreada de 100 m^2. También, en este vértice se realizaron cuadrantes de 1 x 1 m para registrar herbáceas y/o plántulas. En total se realizaron 4 parcelas, que dan una superficie de 4 m^2.

Para la vegetación de manglar se crearon 2 unidades de muestreo en forma de cuadrantes de 5 x 5 m, dando un total de superficie de muestreo de 50 m^2. Se registraron a todos los individuos de árboles, arbustos, lianas, epífitas y hierbas dentro de la parcela.

b) Datos registrados

En cada sitio de muestreo se registraron los siguientes datos:

Número de sitio. La asignación del sitio de muestreo se realizó desde el noreste al suroeste del predio Lote 23. Una vez localizado el sitio se marcaron con cinta los cuatro vértices de los cuadrantes de 10 x 10 m y la de 5 x 5 m con cinta bicolor (amarillo/negro). Se colocó una rafia temporal para limitar el espacio de cada uno.

Número de individuos. El número de individuos se registró para todos los árboles presentes dentro del cuadrante de 10 x 10 m, en los de 5 x 5 m se registraron todos los arbustos, lianas y epífitas que se encontraron. Y en los cuadrantes de 1 x 1 m se registraron todos los individuos de plántulas y herbáceas.

Especie. Para los árboles se asignó a cada individuo un número de identificación (ID). De todos los individuos registrados en campo se anotó el nombre común o la especie y se agregó en la base de datos y se le asignó una fotografía. Si no se conocía el individuo registrado se le asignó un nombre por parte de los técnicos (por ejemplo parecido a Pithecellobium sin espinas, tallo pubescente), se tomaron fotografías del individuo y una muestra, que fue colocada en una bolsa Ziploc humedecida, posteriormente en el campamento base, las muestras fueron revisadas y se extrajeron los caracteres vegetativos foliares (por ejemplo tipo y disposición de las hojas, presencia y color del exudado, presencia de glándulas, presencia de estípula, forma de yema, entre otros) y en caso de tener fruto y flor se tomaron fotografías y se extrajeron los datos de estructuras observados. Posteriormente con los datos de caracteres vegetativos se identificó a nivel de familia usando el programa online abatax Famex (2015 © AbaTax (ABACo A.C. Asociación de Biólogos Amigos de la Computación). Con éstas características se consultaron los listados florísticos para la zona de estudio. Por ultimo las especies que fueron consideradas como de posible identidad de los individuos, se revisaron sus claves en los proyectos de flora de mesoamericana, flora de Nicaragua (http://www.tropicos.org/Project/FM/), flora de la Península de Yucatán (http://www.cicy.mx/sitios/Flora%20Digital/bibliografia.html) entre otros documentos. De ser necesario se solicitó apoyo para la determinación de las especies del estudio al personal de posgrado del laboratorio de ecología y sistemática vegetal, del Instituto de Investigación en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIIES).

Diámetro a altura de pecho (DAP). La medida se registró mediante una cinta diamétrica a 1.30m de altura, medida estandarizada.

Altura. Con la ayuda de un estadal graduado se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.

Para las especies del estrato herbáceo se estimó el porcentaje total de la cobertura de cada especie dentro del cuadrante de 1 x 1 m, principalmente para los ejemplares juveniles (plántulas), herbáceas, especies de hábitos rastreros, postrados y procumbentes o trepadores.

c) Materiales

Para llevar a cabo la caracterización de vegetación, se utilizaron las siguientes herramientas:

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm.
- Cinta de fibra de vidrio de 30 m de longitud.
- Cinta métrica flexible.
- Cinta diamétrica.
- Lupa de 35x.
- Tijera de poda de jardinero.
- Bolsas ziploc.
- GPS map 62s Garmin.
- Cámara Rebel T3 (Cannon).
- Cuadrante graduado de PVC de 50 x 50 cm.
- Machete.
- Hojas de registro.
- Lápices de grafito.

d) Fórmulas aplicadas al análisis de datos

A continuación se describen los parámetros de la comunidad vegetal que se calcularon con los datos obtenidos en campo lo anterior con base en: Mostacedo y Fredericksen, 2000; Begon et al., 1990; Chao & Jost, 2012.

Riqueza Específica

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

Diversidad de especies

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. La diversidad tiene tres componentes principales que lo conforman: la diversidad alfa (α), diversidad beta (β) y diversidad gamma (γ).

- Diversidad alfa (α) diversidad puntual que contiene una muestra de un ensamble.
- Diversidad beta (β) mide las diferencias de especies entre comunidades. Las diferencias pueden ocurrir en el espacio.
- Diversidad gamma (γ) Pool regional de especies. Incluye las especies de todas las comunidades de estudio.

Ya que la abundancia de individuos no es homogénea entre especies, y por tanto, unas especies pueden tener un impacto mayor sobre el funcionamiento y estructura de las comunidades es importante usar índices de vegetación.

Diversidad verdadera

Expresa el número equivalente de especies o número efectivo de especies.

El índice de entropía de Shannon y otras medidas de complejidad se utilizan frecuentemente para evaluar la diversidad de especies en comunidades ecológicas, aun cuando su comprensión es difícil y sus valores no son comparables. Las medidas de diversidad verdadera permiten obtener una interpretación intuitiva y fácilmente comparable de la diversidad de especies (Moreno et al., 2011).

Este análisis es propuesto por Jost, 2006; Tuomisto, 2010; Chao et al., 2010; éste corrige los problemas de duplicación encontrados en los índices de Shannon y Simpson. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$ {}^{q}D \equiv \left(\sum_{i=1}^{S} p_i^q \right)^{1/(1-q)} $$

Dónde:
S= número de especies
q= orden de diversidad

Ordenes de diversidad q0, q1 y q2

- Orden 0 de diversidad (q0) es equivalente a la riqueza de especies, es decir, el número total de especies de la comunidad.
- Orden 1 de diversidad (q1) es equivalente al exponencial del índice de Shannon, este valor de diversidad representa el número de especies comunes y/o típicas en la comunidad.
- Orden 2 de la diversidad (q2) es equivalente al inverso del índice de Simpson, este valor de diversidad representa el número de especies dominantes en la comunidad.

Factor de equitatividad o Evenness factor

Grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$(EF) = 2D/0D$$

Dónde:

2D= Orden de diversidad q2
0D= Orden de diversidad q0

El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies.

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Cuando no es posible contar o evaluar el número de individuos de cada especie de forma independiente la abundancia puede estimarse en función de la Cobertura, principalmente en la presencia de especies con forma de vida rastrero o postrado que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterradas bajo el suelo, como el caso de la mayoría de las herbáceas.

Cobertura

La cobertura también ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil, especialmente para especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algunos arbustos. Sin embargo, se utiliza principalmente para determinar la dominancia de especies o formas de vida.

En el método de cuadrantes la cobertura se expresa en términos del porcentaje del espacio que ocupa una especie dentro de la unidad de muestreo.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o de una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad (D) es el número de individuos de una especie presentes 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:

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

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio. Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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 la 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:

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

Diámetro

Este parámetro se midió utilizando una cinta diamétrica a una altura promedio de 1.30 m.

El nivel de 1.30 m de altura para realizar la medición sólo se utilizó para estimar el diámetro de los individuos con formas de vida arbóreas. Para el caso de los individuos que se ramifican desde la base se midieron los diámetros de todos los tallos y sus áreas se sumaron. Uno de los supuestos de éste cálculo es que se considera que los troncos tengan una forma circular perfecta al corte. Esta medida también es una forma de calcular la dominancia. Dado que se utilizó una cinta especial graduada "Cinta diamétrica" no se requirió de ninguna fórmula ya que el dato se generaba inmediato.

Dominancia

Considerada como el área que ocupa una especie. La Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies, es una medida que se expresa en porcentaje y se calcula a partir de la siguiente fórmula:

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

Índices de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) es el 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 IVI es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener éste índice 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 IVI 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 en Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies. En algunos casos se utilizó la variante de Dominancia en forma de Cobertura para las formas de vida herbácea y rastrera donde no fue posible medir el área a la altura del pecho.

IVI = Abundancia relativa + Frecuencia relativa + Dominancia o Cobertura relativa

Cabe resaltar que al calcular el IVI no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros de manera individual resultan ser los de mayor importancia ecológica.

5.1.3. Resultados

a) Tipos de vegetación y diagnóstico general

Para el predio del Lote 23 con base al estudio de campo realizado en este proyecto, se diferenciaron dos tipos de vegetación: Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit) y Manglar. A continuación, se describen de manera general a estas comunidades y se establece de manera diagnóstica el estado de conservación en que se encuentra.

b) Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit)

En Sian Ka'an hay 100 km de dunas costeras en una estrecha franja de 100 a 200 m de ancho,

que separan el oleaje marino de las lagunas salobres interiores. El 90% de ellas están cultivadas de coco (*Cocos nucifera*), el 10% restante presenta una formación vegetal compuesta por elementos florísticos típicos de la zona como son el chit (*Thrinax radiata*), skimay (*Tournefortia naphaloides*), (*Strumplia maritime*), riñonina (*Ipomoea pres-caprae*), siricote de playa (*Cordia sebestena*), lirio (*Hymenocallis sp.*), *Sesuvium sp.*, uva de playa (*Coccoloba uvifera*), (*Ageratum lifforale*) entre otros (Espejel, 1983).

El programa de manejo de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, realizado por la CONABIO; registran 15 grupos de comunidades entre las que destacan, en zonas pioneras, *Sesuvium, Ambrosia*, *Hymenocallis*, y en la comunidad de matorral *Coccoloba-Thrinax*.

El tipo de vegetación predominante en el Lote 23 fue el matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit), esto determinado con el apoyo de los estudios de estructura, composición y diversidad realizados en este trabajo.

En la sección frontal del predio (colindante a la ZOFEMAT) en algunas secciones fue posible observar una mezcla de arbustos *T. radiata* y *Cocos nucifera* (palma de coco) con especies halófitas costeras pioneras arbustivas y herbáceas.

Figura 16. Vegetación presente en la sección frontal del Lote 23.

En la sección central del Lote 23 se observaron individuos de *T. radiata* y algunos individuos de *Metopium brownei* (Cheechem). En algunas zonas también fue posible observar pocos individuos de *C. nucifera*.

Figura 17. Vegetación presente en la sección central del Lote 23.

c) Manglar

El manglar está formado por una agrupación de árboles donde predomina el mangle, los cuales están adaptados a la inundación por aguas con alta salinidad. Su altura llega a ser de 80 cm hasta 25 metros. Otra característica propia de este sistema, son sus raíces en forma de zancos, las cuales están adaptadas al contacto directo con el agua salobre. Este se desarrolla en zonas bajas, suelos fangosos de las zonas costeras, en lagunas, esteros y estuarios de ríos. Las especies principales que componen los manglares son el mangle rojo (*Rhizophora mangle)*, negro (*Avicennia germinans)*, blanco (*Laguncularia racemosa)* y botoncillo (*Conocarpus erectus)*.

Espejel (1983) describe la vegetación de manglar de franja presente en Sian Ka'an, como pantanos en los cayos y en los bordes de lagunas costeras, con alturas de hasta 12 m, más comúnmente de 6 a 8 m. Con componentes típicos de *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*, en este orden de resistencia a la salinidad del agua.

En el Lote 23 al noroeste del polígono que corresponde a la sección posterior del predio, (colindante a la laguna Catoche), se encuentra una sección de manglar de franja.

Antes de esta franja de manglar aparece una sección de individuos de la especie *Spartina spartinae* (pasto aguja) en donde esta especie se entremezcla con algunos individuos juveniles de mangle botoncillo y rojo. Esta comunidad de pastos en donde domina casi en su totalidad *Spartina spartinae* algunos autores la definen como una comunidad vegetal diferente del manglar, pero que forma parte de los humedales. En este estudio la comunidad vegetal de *Spartina spartinae* la incluimos dentro de la vegetación de manglar, pues esta especie se encuentra en algunas secciones internas del manglar de franja.

Figura 17. Vegetación presente en la sección posterior del Lote 23.

A continuación se presenta el mapa de vegetación y uso de suelo y la tabla de superficie que corresponde a estos tipos de vegetación de *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus*.

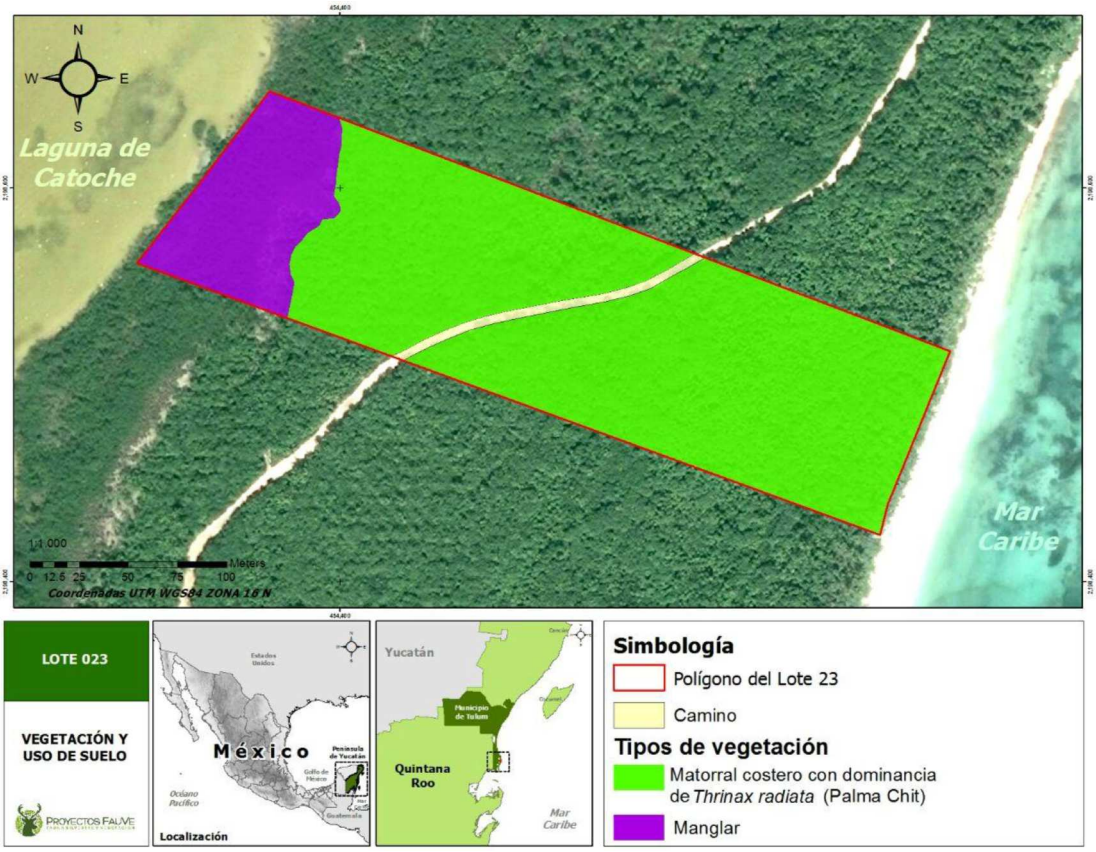


Figura 18. Mapa de vegetación y uso de suelo del Lote 23.

La vegetación en general se encuentra en buen estado de conservación, sin embargo en algunas secciones del Noroeste del Lote 23, cruzando el camino principal se detectaron áreas abiertas de vegetación con dominancia de halófitas costeras pioneras, principalmente *Ernodea littoralis, Bomellia macrocarpa* entre otras. Estas zonas abiertas de vegetación pueden ser evidencia de eventos meteorológicos pasados como huracanes.

Tabla 7. Superficies de vegetación y uso de suelo.

Tipo de vegetación	Área en m^2	Área en Ha	Porcentaje (%)
Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit)	32,314.70	3.23	82
Manglar	6,468.24	0.65	16
Subtotal	38,782.95	3.88	98
Otras categorías	Área en m^2	Área en Ha	Porcentaje (%)
Camino	732.89	3.88	2
TOTAL	39,515.837	7.76	100

d) Composición florística.

En el predio se registraron un total de 23 especies, correspondientes a 19 familias botánicas. Las familias más representadas son Arecaceae, Boraginaceae, Fabaceae y Sapotaceae. El resto sólo registran una especie por familia (Figura 18 y Tabla 8). Tres especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 todas en la categoría de Amenazadas siendo estas: *Thrinax radiata* (palma chit), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo).

e) Estructura

Para el estrato arbóreo se registraron un total de 7 especies distribuidas en 6 familias con un registro total de 121 individuos.

La altura promedio del dosel fue de 5.31 m y un máximo de 8 m. Con respecto al diámetro a la altura de pecho se tuvo un promedio de 8.92 cm, un máximo 24.5 cm y un mínimo de 1.83 cm.

Las familias con mayor valor de importancia para el Lote 23, fueron Arecaceae con un 43 %, le sigue la familia de las Anacardiaceae con 33 % y la familia Fabaceae con un 12 %, el resto de familias restantes acumulan juntas un 11%.

A continuación se presentan las figuras del número de especies por familia registrada y la tabla del listado de especies.

Tabla 8. Listado de especies registradas en el Lote 23 (se incluyen las especies observadas fuera del área de muestreo). A. Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ID	Familia	Especie
1	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*
2	Anacardiaceae	*Metopium brownei*
3	Arecaceae	*Cocos nucifera*
4		*Thrinax radiata* (A)
5	Asteraceae	*Ambrosia hispida*
6	Bataceae	*Batis maritima*
7	Boraginaceae	*Cordia sebestena*
8		*Tournefortia gnaphalodes*
9	Capparaceae	*Quadrella incana*

10	Celastraceae	*Wimmeria obtusifolia*
11	Combretaceae	*Conocarpus erectus* (A)
12	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*
13		*Zygia sp*
14	Myrtaceae	*Eugenia sp.*
15	Nyctaginaceae	Desconocida
16	Poaceae	*Spartina spartinae*
17	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*
18	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle* (A)
19	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*
20	Sapotaceae	*Pouteria sp.*
21		*Sideroxylon americanum*
22	Theophrastaceae	*Bomellia macrocarpa*
23	Verbenaceae	*Lantana involucrata*
N=23	N=19	N=23

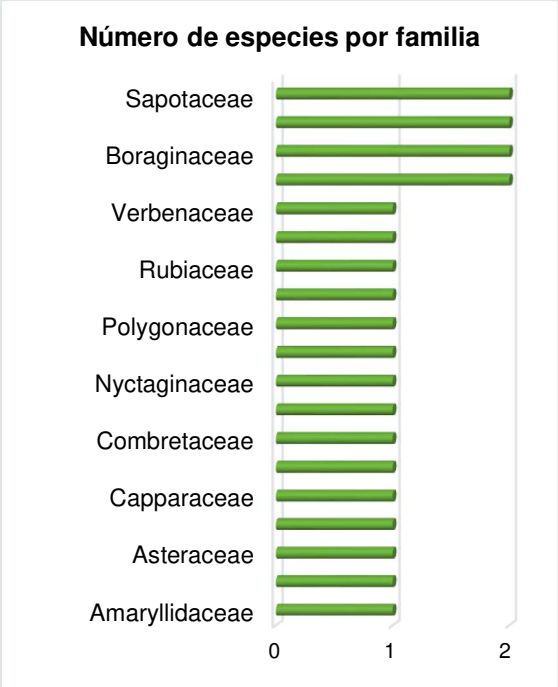


Figura 18. Gráfica del número de especies registradas por familias.

- Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit)

En las siguientes figuras se muestran las clases diamétricas y altimétricas del estrato arbóreo de la vegetación de matorral costero.

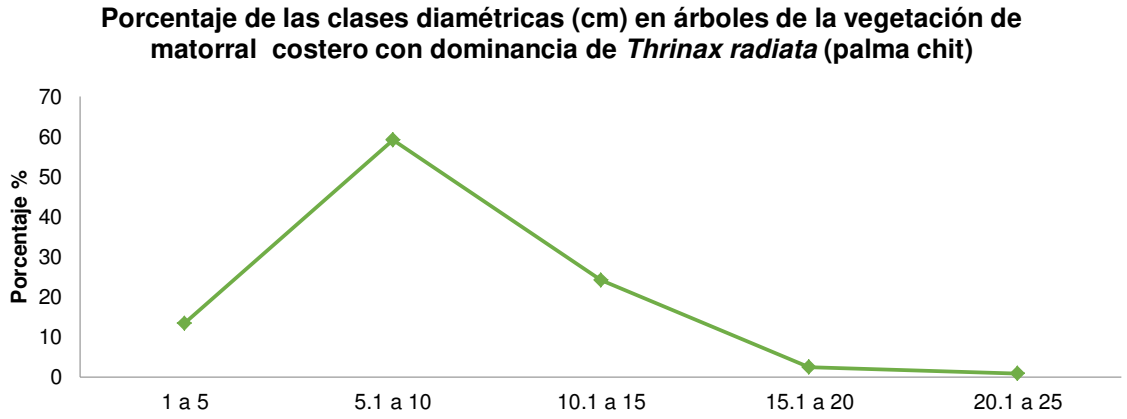


Figura 19. Gráfica de clases diametricas para el estrato arbóreo.

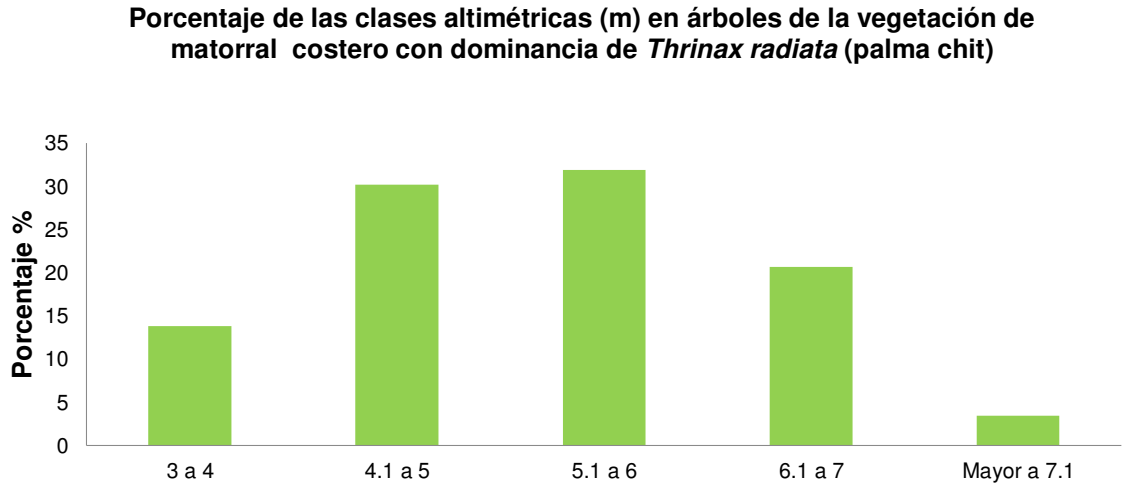


Figura 20. Gráfica de clases altimétricas para el estrato arbóreo.

Para el estrato arbóreo del matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit) más del 50% de los árboles presentan diámetros entre 5.1 a 10 cm. Con respecto a la altura del dosel se encuentra entre 4 a 6 m.

Por último se presenta el valor de importancia en tablas y la gráfica para el estrato arbóreo.

Tabla 9. Índice de valores de importancia para las especies arbóreas presentes en el Lote 23.

Orden	Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI	IVI (100%)
1	*Thrinax radiata*	56.20	23.53	43.09	122.82	41
2	*Metopium brownei*	28.93	23.53	46.71	99.17	33

Orden	Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI	IVI (100%)
3	*Zygia sp.*	9.92	23.53	2.07	35.51	12
4	*Desconocida*	2.48	11.76	0.69	14.94	5
5	*Cocos nucifera*	0.83	5.88	4.78	11.48	4
6	*Coccoloba uvifera*	0.83	5.88	2.61	9.32	3
7	*Quadrella incana*	0.83	5.88	0.05	6.76	2
		100	100	100	300	100

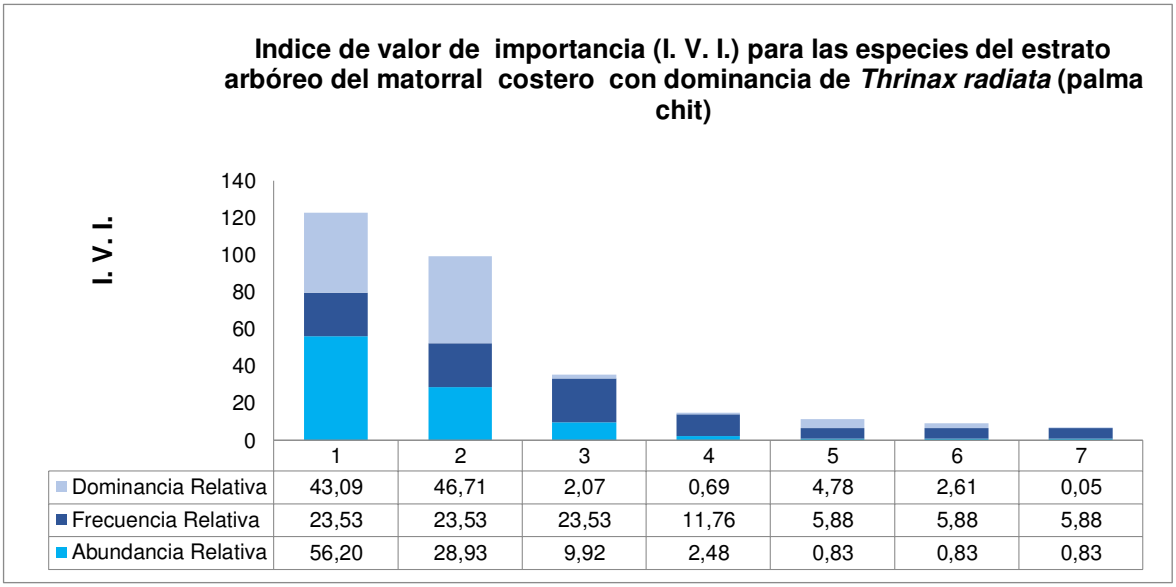


Figura 21. Gráfica del índice de valor de importancia para las especies del estrato arbóreo del matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit).

La especie *Thrinax radiata* (palma chit) presenta el mayor valor de importancia con un valor de 122.82, le sigue cercanamente *Metopium brownei* (cheechem) con 99.17 y por último con un valor de 35.51, *Zygia* sp.

Con respecto a la dominancia relativa, *M. brownei* presenta el mayor valor con relación a *T. radiata,* esto nos indica que *M. brownei* presenta diámetros mayores, esto se debe principalmente a la forma de crecimiento, ramificaciones, entre otras características de *M. brownei.*

Las 3 especies comparten el mismo valor de frecuencia. Esto se debe a que todas aparecieron en las diferentes unidades de muestreo realizadas, siendo estas especies el componente florístico que caracteriza al predio. Por otro lado, *T. radiata* tiene el mayor valor de abundancia relativa esto quiere decir que es la especie que presenta la mayor cantidad de individuos en el predio para el estrato arbóreo.

Vegetación de matorral costero con dominancia de Thrinax radiata (palma chit) en parcelas de

5 x 5 m.

En estas parcelas se registran los individuos arbustivos mayores a 0.50 m de altura (Véase sección de diseño experimental).

Para este muestreo se registraron un total de 3 especies distribuidas en 2 familias. En total se registraron 24 individuos. La familia Arecaceae presenta un valor de 87% y Fabaceae con un 13%. A continuación se presentan la tabla del I. V. I. para este muestreo por especies y la gráfica de los valores.

Tabla 10. Índice de valores de importancia para las especies arbóreas y arbustivas presentes en el Lote 23.

ORDEN	Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI	IVI (100%)
1	*Thrinax radiata*	91.67	66.67	78.87	237.21	79
2	*Cocos nucifera*	4.17	16.67	20.92	41.75	14
3	*Zygia sp.*	4.17	16.67	0.21	21.04	7
	S3	100	100	100	300	100

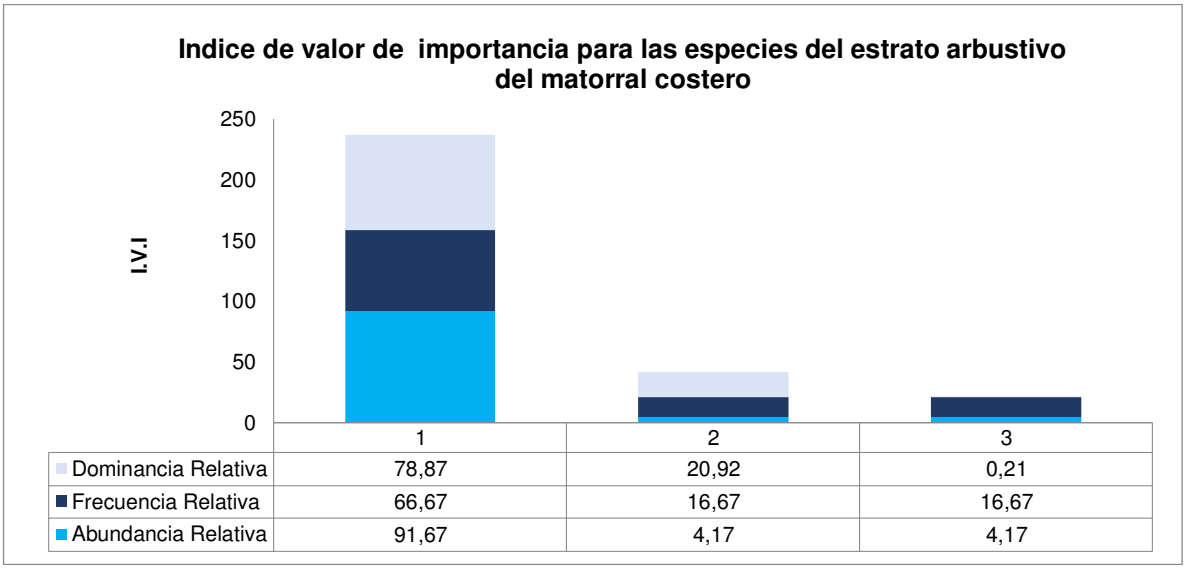


Figura 22. Gráfica del índice de valor de importancia para las especies del estrato arbustivo del matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit).

En este muestreo el valor de importancia de *Thrinax radiata* es completo. Es decir que sus valores en relación a la dominancia, frecuencia y abundancia son los más altos registrados en el muestreo.

Esto nos dice que el estrato arbustivo es dominado por *T. radiata* mientras que *M. brownei* no está presente en este estrato. Otra observación de este muestreo es que *C. nucifera* ocupa el segundo lugar en el valor de importancia debido a su dominancia relativa.

El diámetro predominante es nuevamente de 1 a 5 cm con un 57% prácticamente todo por individuos jóvenes de *T. radiata,*

No se registraron en las parcelas de 5 x 5 m la presencia de lianas y epífitas.

A continuación se presentan las tablas de clases diamétricas y altimétricas del estrato arbóreo y arbustivos.

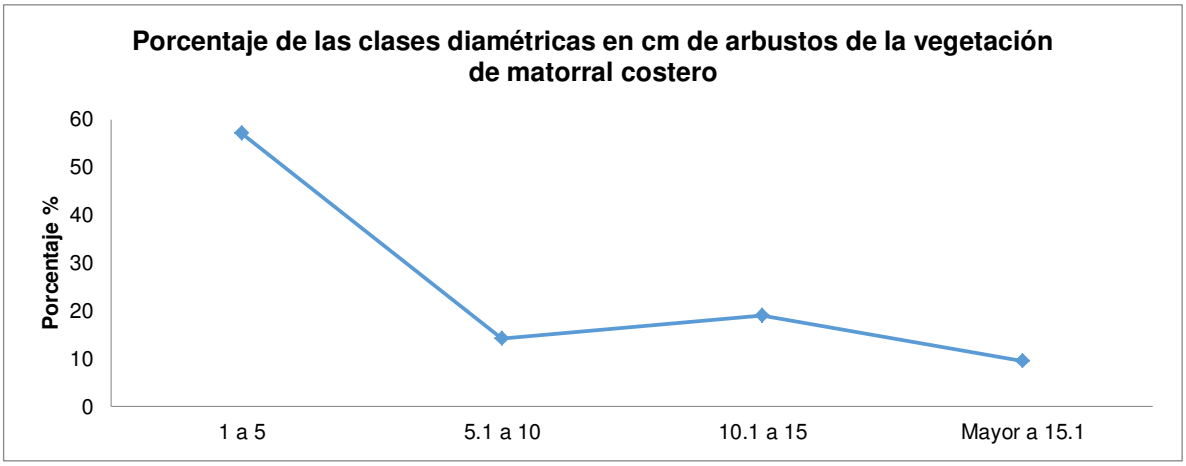


Figura 23. Gráfica de clases diamétricas para el estrato arbustivo en los cuadrantes de 5 x 5 m.

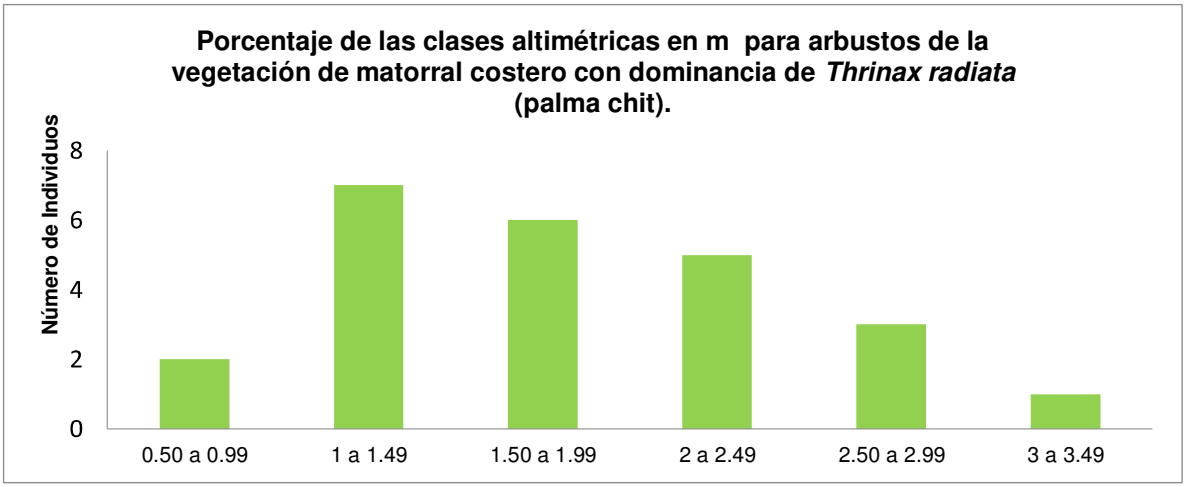


Figura 24. Gráfica de clases altimétricas para el estrato arbustivo en los cuadrantes de 5 x 5 m.

Estrato herbáceo

En las 4 parcelas de 1 x 1 m solo se registraron plántulas de *Thrinax radiata* (palma de chit), un total de 55 individuos con una altura promedio de 0.20 m, un máximo de 0.5 m y un mínimo 0.1 m. Si se extrapola la cantidad de individuos de plántulas registrados en el muestreo, se podría calcular que en una hectárea es posible encontrar un total aproximado 137,500 individuos de *Thrinax radiata* (palma de chit).

Índice de Sorensen para las parcelas del matorral costero con dominancia de Thrinax radiata (Palma chit).

El índice de Sorensen se utiliza para comparar la similitud entre las parcelas del matorral costero.

Tabla 11. Índice de Sorensen para las parcelas del matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit).

Índice de Sorensen	Parcela 1 y 2	Parcela 1 y 3	Parcela 1 y 4	Parcela 2 y 3	Parcela 2 y 4	Parcela 3 y 4
Is	85.71	85.71	66.67	75.00	60.00	80.00

El índice nos muestra que la similitud entre las parcelas está relacionada a la cercanía entre estas y muy probablemente al gradiente de la costa (véase el arreglo de las parcelas). Las parcelas más cercanas a la costa son más semejantes entre sí con respecto a las más alejadas.

- Manglar

Vegetación de Manglar parcelas de 5 x 5 m

En total se registraron 31 individuos que pertenecen solamente a tres especies. Las especies fueron *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Spartina spartinae* (pasto aguja). La altura de esta comunidad fue de 4.14 m y un máximo de 7 m y un diámetro promedio de 6.48 cm, un máximo de 24.8 cm y 2.08 cm.
Para el estrato arbóreo se realizó el I. V. I. a continuación se presenta las tablas y gráfica.

Tabla 12. Índices de valores de importancia para las especies arbóreas presentes en el manglar del Lote 23.

ORDEN	Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI	IVI (100%)
1	*Conocarpus erectus*	23.81	50.00	81.35	155.16	51.72
2	*Rhizophora mangle*	76.19	50.00	18.65	144.84	48.28
	S=2	100	100	100	300	100

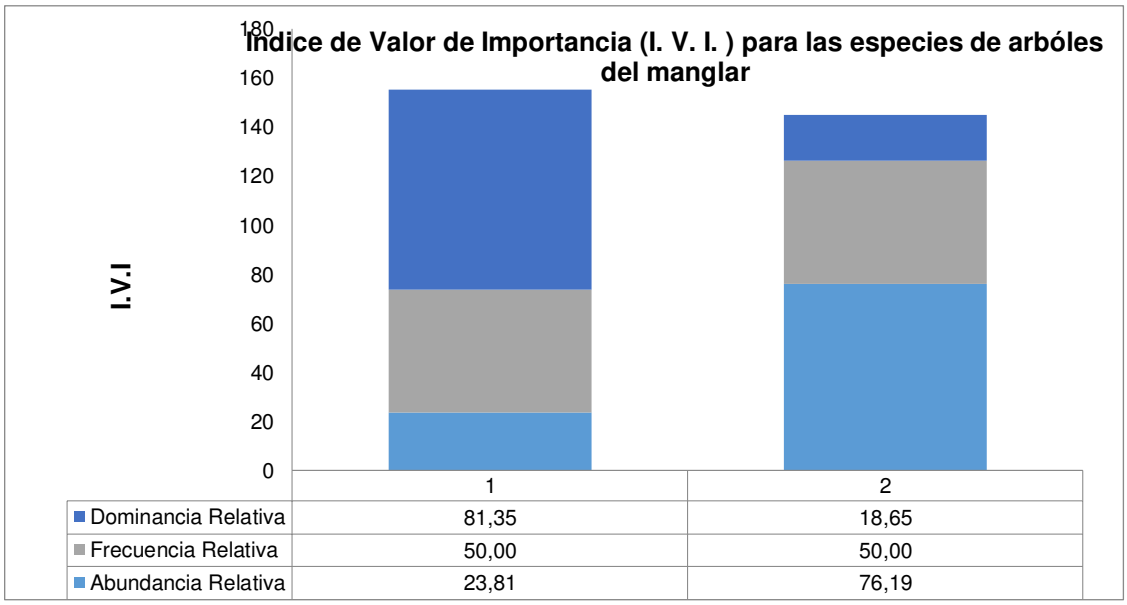


Figura 25. Gráfica del índice de valor de importancia para las especies del estrato arbóreo del manglar.

C. erectus (mangle botoncillo) presenta el mayor valor de importancia, esto debido a la dominancia relativa. La forma de crecimiento del *C. erectus* genera muchas ramificaciones y estas son muy engrosadas. En cambio *R. mangle* (mangle rojo) presenta muchos individuos con respecto al *C. erectus*. Con respecto a la frecuencia ambas especies se encuentran en los sitios de muestreos realizados.

Sólo en la primera parcela se registraron 10 individuos de *S. spartinae*, con una altura promedio de 1.70m.

Con respecto a la densidad de individuos por hectárea se obtuvo lo siguiente, para el estrato arbóreo la densidad de individuos fue 3,025 ind/ha, del estrato arbustivo 2,400 ind/ha y para el estrato herbáceo 137, 500 ind/ha.

El manglar presenta una densidad de 4,200 ind/ha. Mientras que el pasto *S. spartinae* presenta 1 individuo con una cobertura en $1m^2$ de 0.90%, si se extrapola esta cobertura para la sección de franja solida del pasto se podría calcular 18, 563 ind/ha.

Diversidad

La cobertura de la muestra para el matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit), fue de 0.96 (96%) y para la vegetación de manglar es de 0.95 (95%). Como ambas coberturas de la muestra son cercanos a 1 (100%) se concluye que el esfuerzo de muestreo para ambos muestreos fue representativo.

A continuación se presentan las gráficas de los órdenes de diversidad q0, q1 y q2 en alpha, beta y gamma para las parcelas de matorral costero y de manglar.

- Parcela C1 (línea negra), 3 especies totales, 1.38 especie común, 1.78 especie dominante y 1.62 especies raras.
- Parcela C2 (línea punteada roja), 4 especies totales, 2.99 especies comunes, 2.63 especies dominantes y 1.01 especie rara.
- Parcela C3 (línea punteada verde), 4 especies totales, 3.20 especies comunes, 2.96 especies dominantes y 0.80 especie raras
- Parcela C4 (línea punteada azul), 6 especies totales, 4.25 especies comunes, 3.46 especies dominantes y 1.75 especies raras.

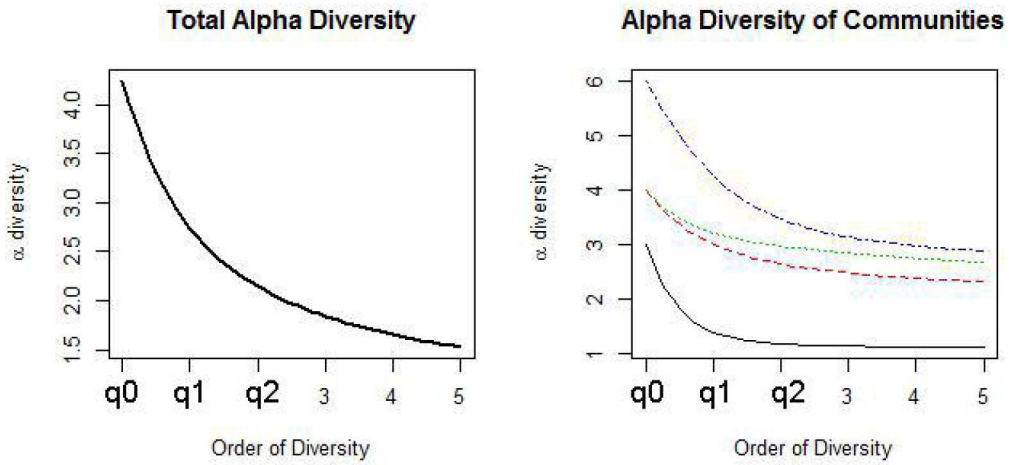


Figura 26. Gráfica de la diversidad alfa con respecto a los órdenes de diversidad para el matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit).

La diversidad α total (primer gráfico de la izquierda), representa un promedio de los órdenes de la diversidad del muestreo de las cuatro parcelas del matorral costero, en donde se considera la riqueza y la abundancia (diversidad).

Para la diversidad α considera que en el matorral hay 4.25 especies totales, de las cuales 2.95 son comunes, 2.55 son dominantes y 1.30 especies rara.

Conociendo las especies en el lote 23 (riqueza de especies) y sus abundancias, es posible asociar a *T. radiata*, *M. brownei* y *Zygia sp* son las especies comunes del predio, las especies dominantes son *T. radiata* y en menor proporción *M. brownei.* Y la especie rara corresponde a la especie desconocida de la familia Nyctaginaceae.

La diversidad alfa de las comunidades (gráfico de la derecha), representa el orden de diversidad dentro de las cuatro parcelas muestreadas.

Los valores son redondeados para relacionarlo con el número de especies.

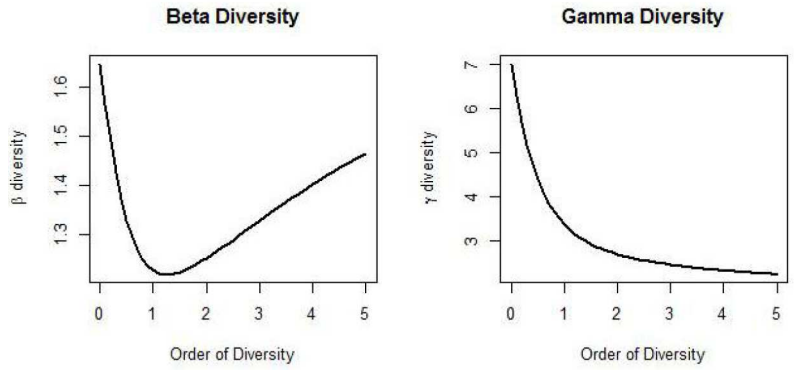


Figura 27. Gráfica de la diversidad Beta y Gamma con respecto a los órdenes de diversidad para el matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit).

Con respecto a la diversidad beta en el matorral costero con dominancia *T. radiata* (palma chit). La curva disminuye drásticamente del orden 0 al 1 y aumenta ligeramente en el orden 2. Esto quiere decir que no hay recambio en las especies comunes y que podría existir un recambio entre una de las especies, aunque es muy bajo este valor.

Con respecto a la diversidad gamma (el total de especies) en la metacomunidad se registraron 7 especies totales, de las cuales 3.36 especies son comunes, 2.69 son especies dominantes y 3.64 especies raras.

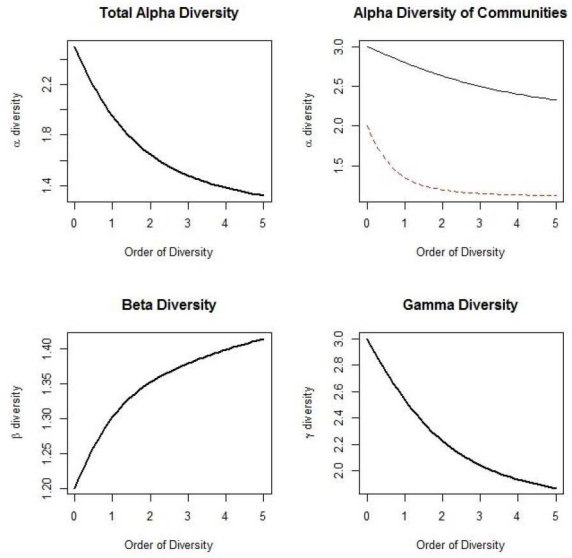


Figura 28. Graficas de los órdenes de diversidad en diversidad alfa, beta y gamma para la vegetación de manglar.

La diversidad alfa total (primer gráfico de la izquierda) nos muestra que el número de especies totales son 2.5 de las cuales 1.95 son especies comunes, 1.65 especie dominante y 0.55 especie rara.

Para el C1 (línea sólida) se registraron 3 especies totales, 2.8 especies comunes y 2.7 especies

dominantes. Para C2 (línea punteada roja) se registraron 2 especies totales, 1.4 especies comunes y 1 especies dominantes.

En la diversidad beta del manglar, la curva aumenta con respecto a los órdenes de diversidad, esto quiere decir que al aumentar la dominancia es muy probable que exista el recambio en las especies dominantes.

Con respecto a la diversidad gamma en la comunidad se registraron 3 especies totales, de las cuales 2.54 son especies comunes, 2.23 son especies dominantes y 0.46 es especie rara.

En términos generales los resultados del análisis cuantitativo y cualitativo, señalan que el área de estudio se encuentra en buen estado de conservación a pesar de los factores climáticos y las actividades antropogénicas que se han dado lugar en la porción norte de la reserva.

5.1.4. Conclusiones y Recomendaciones

- La especie *T. radiata* se distribuye en el estado de Yucatán y Quintana Roo, los hábitats en que se encuentra son matorral costero, selva baja subcaducifolia y mediana subperennifolia (Calvo-Irabién y Orellana-Lanza, 2011).

- Con respecto a la diversidad alfa, la comunidad vegetal del matorral costero presente en el lote 23 tiene a *T. radiata*, *M. brownei* y *Zygia sp,* como las especies comunes, esto quiere decir que puede encontrarse en todo el predio que es ocupado por la vegetación de matorral costero con dominancia de *T. radiata*. La comunidad es dominada por *T. radiata* y en menor proporción *M. brownei*. La diversidad beta es muy baja, esto indica que no hay recambio de especies en la comunidad vegetal presente en el lote 23. La comunidad es poco equitativa (inequitativa) pues solo una especie es dominante con respecto a las demás.

- Para ambos tipos de vegetación, en particular la comunidad de manglar, la diversidad beta aumenta de manera más marcada cuando se aumenta el valor de q (orden de diversidad), lo cual quiere decir que las especies con mayor dominancia podrían ser diferentes, llegando a alcanzar un valor en q2 de 1.35 especies efectivas.

- Por su parte, el pool total de especies (diversidad gamma γ) está bien representado tanto en el matorral costero como en el manglar, lo cual se relaciona a la vez con los bajos valores de la diversidad beta en general, por lo que los perfiles tienen un comportamiento muy similar a la diversidad alfa.

- En el matorral costero se registraron 3,025 ind/ha. Torres et al., 2010, presenta localidades con un máximo de 8,167 ind/ha, un mínimo 2,583 ind/ha en la sección del litoral yucateco. La densidad de individuos está en un rango registrado en el litoral de la Península de Yucatán.

El predio donde pretende desarrollarse el proyecto se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva y donde de acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva (SEMARNAT-2014) está permitida la construcción de casas habitación la cual se puede considerar un proyecto de bajo impacto dado que es un sitio cuyo uso de suelo lo permite ajustándose a los parámetros que marca y, siempre y cuando se implementen acciones para amortiguar los posibles impactos que pudiera causar esta obra. Por lo tanto las acciones recomendadas respecto a la vegetación son:

- Los vientos han originado erosiones importantes en el talud de la duna, por lo que será necesario implementar acciones para disminuir este proceso, con la finalidad de evitar que la construcción pudiera llegar a ser afectada por el mismo. Cada una de las posibles acciones deberán obedecer en todo momento la normatividad enmarcada en el Programa de Manejo de la Reserva.

- Se implementará un Programa de rescate de vegetación (Anexo técnico 1) considerando en particular las plántulas y ejemplares jóvenes de las especies presentes.

- Debido a la cercanía y comunicación con los manglares y los arrecifes, se recomienda incluir en el diseño del proyecto la construcción de infraestructura para el correcto manejo de las aguas residuales tales como biodigestores y humedales artificiales. Pero sobre todo se recomienda que antes de cualquiera actividad proyectada se implemente un programa de eliminación de residuos sólidos (plásticos, vidrios, etc.), con la finalidad de que estos no queden enterrados durante las obras.

- Finalmente, dado que en una fracción del predio se encuentra manglar, es recomendable conservar y vigilar la protección de ésta vegetación con la finalidad de evitar cualquier intromisión en los suelos inundables que ahí prevalecen y de este modo evitar afectar los manglares y las aguas de la laguna.

- Los resultados obtenidos para la vegetación del Lote 23 en Sian Ka'an corresponde en composición y estructura florística a lo descrito en los trabajos de Miranda (1959), Cabrera, et al. (1982), Rzedowski (1978), Lopez Ornat y Duran (1983), Espejel (1983) y Olmsted y Duran (1990). En donde mencionan a *T. radiata* (palma Chit) como una de las especies comunes y dominantes del matorral costero y las comunidades de manglar de franja.

5.2. Caracterización macrofaunística.

5.2.1. Introducción.

Quintana Roo es un estado con una biodiversidad importante en el país. Pero, el acelerado desarrollo turístico y urbano está originando la pérdida de su diversidad biológica. Los esfuerzos realizados en materia de protección y conservación del patrimonio natural se basan en la integración de diagnósticos e investigaciones sobre la situación ambiental y social que

prevalece en diferentes regiones. La recuperación de hábitats, el orden en el desarrollo turístico, y el establecimiento de áreas naturales protegidas.

La caracterización de fauna persigue conocer las especies distribuidas en el predio bajo estudio (riqueza de especies), su abundancia relativa y los índices ecológicos en el momento del mismo. Así como las especies incluidas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las introducidas o endémicas, y las especies indicadoras. Partiendo de los datos generados su análisis a mediano y largo plazo deberán detectar las posibles relaciones de las poblaciones biológicas y los factores de perturbación e impactos de actividades productivas a desarrollarse en el sitio o bien naturales.

Detectar los cambios en el estado de conservación de los ecosistemas, enfocándose en elementos clave como: especies indicadoras, zonas prioritarias, e información de los cambios en el manejo y organización de las actividades productivas ofrecerá información integral a los administradores para la toma de decisiones en el desarrollo de algún proyecto con el objetivo de implementar acciones en pro de su conservación.

La posible generación de los impactos ambientales, crea la necesidad de definir medidas integrales de manejo, que permitan la mitigación, prevención, reducción o compensación de dichos impactos.

5.2.2. Antecedentes.

En el Estado de Quintana Roo, la combinación de múltiples y diversos factores ambientales y ecológicos (ubicación geográfica, historia geológica, historia biogeográfica y los procesos regionales) favorecen o limitan la presencia de las especies a lo largo del territorio estatal creando comunidades naturales adaptadas a esas condiciones. Por ejemplo la biota de Quintana Roo, se enfrenta a fenómenos naturales que implican la constante colonización y recolonización de espacios por lo que mantiene una dinámica de gran plasticidad ecológica, presumiblemente por ello es alta la riqueza de especies del corredor y ha dado origen a un mosaico heterogéneo de comunidades de vertebrados con diferentes grados de similitud entre sí, que en su conjunto representan los diferentes estadios de sucesión de los sistemas ecológicos locales, todo lo cual a su vez ha dado origen y forma al característico paisaje regional.

En una escala de análisis regional, la composición específica de cada sitio será producto de la heterogeneidad de los microhábitats que existen dentro del mismo, junto con su historia y de lo intenso o extenso de las transformaciones (naturales o antrópicas) que haya sufrido la vegetación original, como ya se mencionó. Se ha demostrado que bajo ciertas circunstancias, la creación de nuevos ambientes favorecerá el recambio de aquellas especies con requerimientos ambientales más estrictos por otras con requerimientos ambientales menos estrictos mejor adaptadas a los nuevos ambientes, ya sea, por la permanencia de algunas de las especies originales más plásticas o con la colonización por especies antes ausentes en cada lugar.

El estudio de la flora y fauna del estado de Quintana Roo, se conocía sólo de manera parcial, gracias a los esfuerzos de algunos naturalistas extranjeros que refirieron la presencia de ciertas especies. Posteriormente, la biodiversidad del Estado de Quintana Roo se estimó de manera indirecta, por la extensión del área de distribución de las especies reportadas en otros puntos de observación en la provincia biogeográfica denominada península de Yucatán, ejemplo de ello son los trabajos publicados por Paynter (1955) sobre aves, Duellman (1965) y Lee (1980,1996, 2000) que tratan sobre la herpetofauna; Jones y Lawlor (1965), Jones, et al. (1973, 1974a y 1974b), Birney et al., (1974) y Genoways (1975) sobre los mamíferos. El gobierno del Estado de Quintana Roo y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) han publicado el libro Riqueza Biológica de Quintana Roo (Pozo et al., 2011).

Además de los trabajos mencionados existen otros de carácter aún más general que incluyen a las especies de Quintana Roo, como son las obras de Hall y Kelson (1959), en Los mamíferos de Norte América; Hall (1981), sobre los mamíferos de Norte América, y Ramírez-Pulido et al., (1986), quién estudió bibliográficamente a los mamíferos de México, Emmons (1990), sobre los mamíferos de los Bosques Tropicales Americanos, Reid (1997), sobre mamíferos de Centro América y sureste de México, Ceballos y Oliva (2005) sobre la obra monográfica acerca de los mamíferos de México Smith y Smith (1977, 1979) y Smith y Taylor (1945, 1948 y 1950) todos estos sobre los anfibios y reptiles de México. Sobre aves están los trabajos recientes de Howell y Webb (1995), sobre las aves de México y Centro América, Howell (1999), sobre las aves de México.

A pesar de las obras tan importantes arriba mencionadas, la fauna de vertebrados de la franja costera del estado es poco conocida. No fue, sino recientemente a raíz del acelerado crecimiento y en parte anárquico desarrollo de la ciudad de Cancún y de la Riviera Maya, que los científicos y autoridades nacionales, así como el público en general, comenzaron a preocuparse por los problemas locales. Teniendo como antecedente la experiencia de Cancún y a la vista el rápido desarrollo del Corredor Turístico Cancún-Tulum, han aparecido en la literatura estudios que tratan sobre diferentes aspectos relacionados con la franja costera de Quintana Roo, como los de Colmenero (1989) y Gallo (1982) sobre los manatíes, Gil-Hernández (1988) que estudia a las tortugas marinas y sus sitios de anidación, los realizados por el Instituto de Ecología (1985a, 1985b, 1986) sobre impacto ambiental de diferentes obras turísticas y de explotación de caliza a cielo abierto, López-Ornat et al., (1989), sobre aves, López-González (1991), Lynch et al., (1989) también sobre aves pero migratorias, Rico-Gray (1989) que estudia el hábitat de los monos y Watts y Rico-Gray (1987) la distribución de los mismos en la Península de Yucatán incluyendo la franja costera del norte del Estado de Quintana Roo, Sánchez-Herrera et al., (1986) que publican nuevos registros de mamíferos para el estado.

Actualmente, los estudios de fauna realizados en Quintana Roo han generado un registro de 128 especies de peces dulceacuícolas y los marinos que ingresan a aguas continentales, 22 especies de anfibios, 106 de reptiles, 483 de aves y 114 de mamíferos (Pozo, 2011).

5.2.3. Metodología y resultados.

Para realizar el presente análisis faunístico, se llevó a cabo una investigación documental (bibliográfica) de la fauna de vertebrados reportados para la Reserva de Sian Ka'an donde se localiza el lote 23 bajo estudio. Posteriormente se realizó el trabajo de campo el cual se llevó a efecto del 11 al 14 de mayo de 2017. Durante el estudio de fauna se implementaron estrategias de observación directa e indirecta para cuatro taxones (anfibios, reptiles aves y mamíferos). Las técnicas de muestreo utilizadas fueron de muestreo aleatorio estratificado y muestreos aleatorios simples. Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda y observación directa de los organismos y/o indirecta.

La metodología utilizada para el registro de especies consistió en muestreos directos e indirectos en los sitios seleccionados dentro del predio. Las técnicas de muestreo para cada grupo taxonómico se realizaron siguiendo a Jones, (1986), Casas-Andreu (1990), y Cherkiss et al., (2005). Los muestreos de la fauna vertebrada terrestre consistieron en recorridos diurnos y nocturnos cubriendo todos los ambientes presentes.

Los registros indirectos de las especies se realizaron mediante transectos para captura de mamíferos pequeños con el uso de trampas:

a) Trampas Sherman cebadas con una mezcla de avena, crema de cacahuate y jarabe de vainilla, estas trampas se colocaron en los sitios elegidos al caer la noche, y a primera hora del día siguiente eran revisadas y recogidas.

b) Trampas mapacheras para mamíferos medianos cebadas indistintamente con sardina, atún y con fruta, éstas trampas se ubicaban en los sitios elegidos al caer la noche, y a primera hora del día siguiente eran revisadas y recogidas.

c) Redes de niebla para murciélagos, las cuales se colocaban en la tarde antes del ocaso y se mantenían abiertas hasta la media noche revisándolas cada 15 minutos para verificar la captura, determinación a nivel de especie e inmediata liberación de los ejemplares.

Los registros directos de las especies e individuos se realizaron mediante:

a) Transectos diurnos y nocturnos para reptiles y anfibios, que consistían en caminatas a la hora de actividad de estos grupos revisando cualquier microhábitat normalmente utilizado por las especies.

b) Transectos por puntos de observación para aves y mamíferos, que consistían en recorridos lineales con paros cada 20 m para avistar aves principalmente aunque también se utilizó esta metodología para mamíferos (Apuntes VII Curso Taller Internacional sobre Técnicas aplicadas a la Conservación y Manejo de Fauna Silvestre, 2000).

Durante los recorridos se registró y determinó aquel taxón avistado o colectado de la fauna terrestre concerniente a este trabajo. El trabajo de campo fue complementado observando signos de presencia de dichos animales como huellas impresas en el sustrato, nidos, ejemplares muertos, aromas, cantos, excretas, entre otros. La información mínima que se tomó a cada taxón colectado o avistado fue: fecha, especie, hábitat, vegetación y abundancia. Los ejemplares colectados vivos fueron determinados específicamente, registrados, fotografiados y liberados *in situ* sin daño alguno. La categoría de riesgo o su característica de endemismo se basó en el listado oficial de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para determinar si la especie es migratoria o no se consultaron diversas fuentes documentales.

La herpetofauna registrada en este trabajo fue determinada mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela et al., (1995), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost et al., (2006), Wüster et al., (2005) y Smith (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín et al., (1997), Wilson y Reeder (1993), Arita y Ceballos (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos et al., (2002) y Rámirez-Pulido et al., (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb (1995) y Edwards (2003), la taxonomía y nombres actuales fueron según la American Ornithologist Union (AOU) 1998. Las especies endémicas fueron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos et al., (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell et al., (1995) para las aves. Para el resto de los nombres comunes se siguió aquellos utilizados en la región.

Derivado del trabajo de campo se realizó un listado taxonómico de la fauna registrada así como su riqueza específica y abundancia relativa e indicadora de diversidad faunística de las especies.

a) Análisis de datos

En el análisis de la diversidad alfa se siguieron los conceptos propuestos por Halffter y Moreno (2005), donde se estimó como el número de especies o riqueza específica total (Magurran, 2004; Moreno, 2001) esto es mediante conteo directo de las especies.

Diversidad

Respecto a los índices de diversidad, los más empleados son el de Shannon Wiener (S-W) y el de Simpson. La diferencia entre estos dos índices es que Shannon - Wiener le da más peso a las especies raras y el índice de Simpson a las especies dominantes. A la par del cálculo de abundancia relativa y para dar mayor importancia a las especies raras, se trabajó con los datos para la obtención del índice de diversidad de especies de Shannon - Wiener presentes en los distintos predios.

Shannon – Wiener

La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

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

Dónde:

S = Especies (la riqueza de especies)
Pi = La proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie)
ln = logaritmo natural
ni = Número de individuos de la especie *i* (abundancia de cada especie)
N = Número de todos los individuos de todas las especies.

La caracterización de la fauna vertebrada desarrollado en el Lote 23 en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo México dio como resultado el registro de 223 ejemplares distribuidos en: 13 Órdenes, 26 Familias y 36 Especies de vertebrados. Las aves fueron el grupo más abundante y diverso dentro del predio con 24 especies y 193 del total de los registros.

Por clase estudiada los registros están representados en un 66.7% por las aves, 27.7% para los reptiles, y 5.6% para los mamíferos. La mayor frecuencia de observación y abundancia se presentó en el grupo de las aves, destacando el tordo cantor (*Dives dives*) con 38 registros.

La especie indicadora registrada en el predio fue el tordo cantor por el número de ejemplares registrados en la vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit).

Del total de especies registradas, 7 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 3 de ellas en la categoría de Bajo Protección Especial, dos de ellas fueron aves y un reptil, y 4 especies en la categoría de Amenazada, tres reptiles y un ave. Además, se registraron 2 especies endémicas a la Península de Yucatán, y 2 introducidas a México.

El hábitat que presentó mayor uso por las especies vertebradas fue el matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit) con 32 especies, después la playa arenosa con 7 especies, y por último el manglar con 6 especies.

Listado de especies registradas

En la Tabla 13 se enlistan el total de especies (36) registradas en el lote 23 para el presente trabajo, taxonómicamente se agrupan en 3 Clases, 13 Órdenes, y 26 Familias.

Tabla 13. Listado de especies registradas en el Lote 23.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
REPTILES	SQUAMATA	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	cuija, besucona
		Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	tolok
		Iguanidae	*Ctenosaura similis*	iguana rallada, garrobo
		Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	roño
		Polichrotidae	*Anolis sagrei*	chipojo
		Colubridae	*Conophis lineatus*	guardacamino
			Leptodeira frenata	serpiente ojo de gato
			Leptophis mexicanus	ranera oliva
		Boidae	*Boa constrictor*	oxcan, boa
		Leptotyphlopidae	*Epictia goudotii*	serpiente lombriz
AVES	PELECANIFORMES	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	pelícano pardo
		Fregatidae	*Fregata magnificens*	fragata
	CICONIIFORMES	Cathartidae	*Cathartes aura*	aura
	FALCONIFORMES	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	aguililla cangrejera
			Geranospiza caerulescens	gavilán zancudo
			Pandion haliaetus	águila pescadora
	GALLIFORMES	Cracidae	*Ortalis vetula*	chachalaca
	CHARADRIIFORMES	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	gaviota risueña
			Sternula antillarum	charran mínimo
	COLUMBIFORMES	Columbidae	*Zenaida asiática*	paloma de alas blancas
	CUCULIFORMES	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	cucú manglero
	APODIFORMES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	colibrí
	PICIFORMES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	carpintero
	PASSERIFORMES	Parulidae	*Coereba flaveola*	platanero común
			Dendroica erithachorides	chipe
		Vireonidae	*Vireo magister*	vireo yucateco
		Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	luis gregario
			Pitangus sulphuratus	luis
			Tyrannus melancholicus	tirano
		Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	chara azul
		Mimidae	*Mimus gilvus*	cenzontle tropical
		Icteridae	*Dives dives*	tordo cantor
			Icterus cucullatus	bolsero
			Quiscalus mexicanus	zanate
MAMÍFEROS	RODENTIA	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	cereque
	CARNIVORA	Procyonidae	*Procyon lotor*	mapache

Composición taxonómica y riqueza específica

Durante el trabajo de campo en el Lote 23 se lograron recopilar 223 registros correspondientes a 36 especies de vertebrados terrestres (sin contar a los peces) pertenecientes a 13 Órdenes, 26 Familias taxonómicas. Esta fauna está representada 10 especies de reptiles, 24 especies de aves y 2 especies de mamíferos. No hubo registro de anfibios (Tabla 14, Figura 29).

El grupo taxonómico con más registros fue el de las aves con 193, le siguen los reptiles con 27, y finalmente los mamíferos con 3. Las aves representan el grupo más abundante y diverso dentro del predio con 66.7%, le siguen los reptiles con 27.7%, y los mamíferos con 5.6%.

Tabla 14. Composición taxonómica de la fauna vertebrada registrada en el Lote 23.

Clase	Orden	Familia	Especies	%
Anfibios	0	0	0	0
Reptiles	1	8	10	27.7
Aves	10	16	24	66.7
Mamíferos	2	2	2	5.6
Totales	13	26	36	100

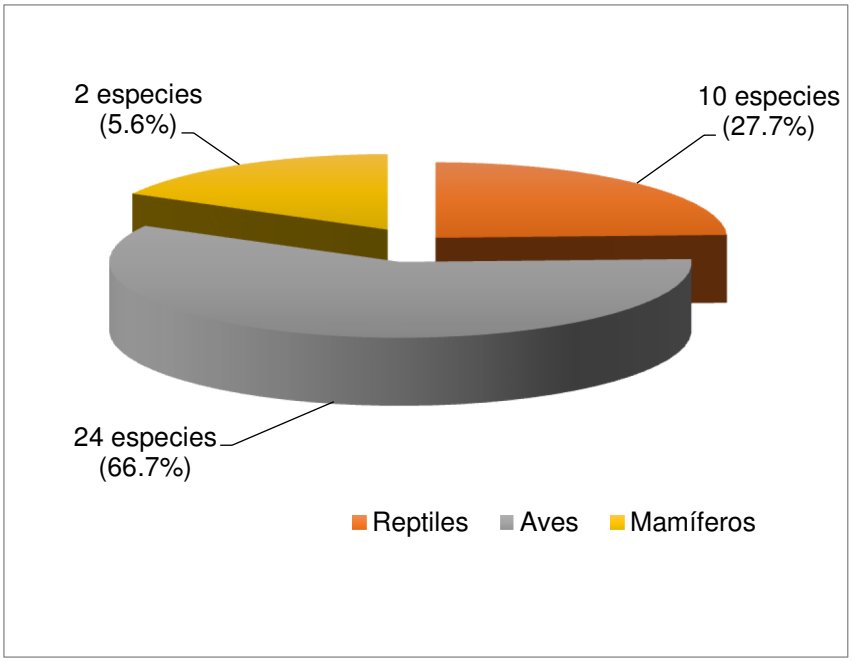


Figura 29. Gráfica de porcentajes de registros por Clase registrada en el Lote 23.

Abundancia

El cálculo de la abundancia relativa de las 36 especies de vertebrados terrestres registrados en el Lote 23 se muestra en el Tabla 15. Como se puede observar, el mayor índice de abundancia relativa lo representa el tordo cantor (*Dives dives*) con 38 registros y un valor de 0.038 respecto a la abundancia relativa. Los datos obtenidos sobre la abundancia de especies para el presente monitoreo son relativos y derivados del muestreo realizado.

Tabla 15. Abundancia proporcional de la fauna registrada en el Lote 23.

CLASE	Nombre Científico	Número de registros	Abundancia relativa
REPTILES	*Hemidactylus frenatus*	5	0.005
	Basiliscus vittatus	2	0.002
	Ctenosaura similis	8	0.008
	Sceloporus cozumelae	4	0.004
	Anolis sagrei	2	0.002
	Boa constrictor	2	0.002
	Conophis lineatus	1	0.001
	Leptodeira frenata	1	0.001
	Leptophis mexicanus	1	0.001
	Epictia goudotii	1	0.001
AVES	*Pelecanus occidentalis*	18	0.018
	Fregata magnificens	22	0.022
	Cathartes aura	6	0.006
	Buteogallus anthracinus	2	0.002
	Pandion haliaetus	2	0.002
	Geranospiza caerulescens	1	0.001
	Ortalis vetula	7	0.007
	Leucophaeus atricilla	6	0.006
	Sternula antillarum	12	0.012
	Zenaida aurita	16	0.016
	Amazilia rutila	4	0.004
	Melanerpes aurifrons	3	0.003
	Coccyzus americanus	2	0.002
	Dendroica erithachorides	5	0.005
	Vireo magister	6	0.006
	Coereba flaveola	3	0.003
	Myiozetetes similis	4	0.004
	Pitangus sulphuratus	8	0.008
	Tyrannus melancholicus	12	0.012
	Cyanocorax yucatanicus	6	0.006
	Mimus gilvus	2	0.002
	Dives dives	38	0.038

CLASE	Nombre Científico	Número de registros	Abundancia relativa
	Icterus cucullatus	6	0.006
	Quiscalus mexicanus	2	0.002
MAMÍEFROS	*Dasyprocta punctata*	1	0.001
	Procyon lotor	2	0.002

Distribución de los vertebrados

En el Lote 23 para fines de este monitoreo de fauna se reconocen 4 hábitats: matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit), manglar, playa arenosa muy erosionada en la cual se aprecia una berma de 1.80 m en promedio, y zonas sin vegetación que corresponde al camino que divide al predio. En lo que respecta a la distribución de especies de vertebrados en relación a los hábitats reconocidas en el Lote 23, la asociación vegetal que presentó mayor riqueza de especies fue el matorral costero con 32 especies, el manglar con 6 especies, la playa arenosa con 7 especies y las zonas sin vegetación con 6 especies.

Los valores en las columnas de la tabla 16 corresponden al total de especies por clase taxonómica que fue registrada en cada hábitat. Una misma especie pudo haber utilizado varios hábitats.

Tabla 16. Distribución de las Clases taxonómicas con relación a los hábitats identificados en el lote 23.

Clase	Manglar	Matorral Costero	Playa	Sin Vegetación
Reptiles	1	10	1	2
Aves	4	20	6	2
Mamíferos	1	2	0	2
Total	6	32	7	6

Diversidad de especies

Los valores obtenidos en el cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') a partir de los registros correspondientes al monitoreo de fauna del Lote 23 se muestran en la tabla 17. El índice de biodiversidad para las especies de vertebrados registrados siguiendo a Shannon-Wiener fue de; H= 0.01004735, y Hmax= 3.58351894. La Equitatividad de J'= 0.00280377.

Tabla 17. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para las especies vertebradas registradas en el Lote 23.

		Índice de Shannon-Wiener para todas las especies		
CLASE	Nombre Científico	pi	Ln pi	pi*Ln pi
REPTILES	*Hemidactylus frenatus*	0.0000225	-10.7009722	-0.00024101
	Basiliscus vittatus	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Ctenosaura similis	0.0000360	-10.2309551	-0.00036868
	Sceloporus cozumelae	0.0000180	-10.9241203	-0.00019683
	Anolis sagrei	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Boa constrictor	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Conophis lineatus	0.0000045	-12.3104282	-0.00005545
	Leptodeira frenata	0.0000045	-12.3104282	-0.00005545
	Leptophis mexicanus	0.0000045	-12.3104282	-0.00005545
	Epictia goudotii	0.0000045	-12.3104282	-0.00005545
AVES	*Pelecanus occidentalis*	0.0000811	-9.4199798	-0.00076378
	Fregata magnificens	0.0000991	-9.2192911	-0.00091362
	Cathartes aura	0.0000270	-10.5186462	-0.00028429
	Buteogallus anthracinus	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Pandion haliaetus	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Geranospiza caerulescens	0.0000045	-12.3104282	-0.00005545
	Ortalis vetula	0.0000315	-10.3644910	-0.00032681
	Leucophaeus atricilla	0.0000270	-10.5186462	-0.00028429
	Sternula antillarum	0.0000541	-9.8254720	-0.00053111
	Zenaida aurita	0.0000721	-9.5377719	-0.00068741
	Amazilia rutila	0.0000180	-10.9241203	-0.00019683
	Melanerpes aurifrons	0.0000135	-11.2118069	-0.00015151
	Coccyzus americanus	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Dendroica erithachorides	0.0000225	-10.7009722	-0.00024101
	Vireo magister	0.0000270	-10.5186462	-0.00028429
	Coereba flaveola	0.0000135	-11.2118069	-0.00015151
	Myiozetetes similis	0.0000180	-10.9241203	-0.00019683
	Pitangus sulphuratus	0.0000360	-10.2309551	-0.00036868
	Tyrannus melancholicus	0.0000541	-9.8254720	-0.00053111
	Cyanocorax yucatanicus	0.0000270	-10.5186462	-0.00028429
	Mimus gilvus	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
	Dives dives	0.0001712	-8.6726753	-0.00148451
	Icterus cucullatus	0.0000270	-10.5186462	-0.00028429
	Quiscalus mexicanus	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
MAMÍFEROS	*Dasyprocta punctata*	0.0000045	-12.3104282	-0.00005545
	Procyon lotor	0.0000090	-11.6172765	-0.00010466
				-0.01004735
			H=	0.01004735
			Hmax=	3.58351894
		Equitatividad (J)	J=H/Hmax=	0.00280377

Indicadores biológicos

Una especie indicadora es un taxón cuya presencia, ausencia o abundancia refleja una condición ambiental específica. Las especies indicadoras pueden ser señal de un cambio en la

condición biológica de un ecosistema en particular, y por lo tanto pueden ser utilizadas como un puente para diagnosticar la salud de este.

Ciertas especies son mucho más sensibles debido a su biología y a sus características ecológicas, de comportamiento, fisiológicas y genéticas. El riesgo de pérdida aumenta significativamente cuando una especie presenta una fuerte sensibilidad al cambio climático.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha identificado 5 grupos de características que pueden ser responsables de una mayor sensibilidad de las especies al cambio climático:

- Dependencia de un hábitat y/o un microhábitat especializado;
- Reducida tolerancia o umbrales ambientales muy estrechos que son susceptibles de ser sobrepasados en cualquiera de las etapas del ciclo vital;
- Dependencia de un detonante o señal ambiental específica que es susceptible de sufrir una perturbación;
- Dependencia de interacciones interespecíficas susceptibles de sufrir perturbaciones;
- Limitada capacidad de dispersión o de colonización de zonas nuevas o más favorables.

En este sentido, en el Lote 23 se registraron especies endémicas como la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) (Tabla 18).

El tordo cantor (*Dives dives*) fue la especie con más registros, principalmente se le observó en el matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit) que en el Lote 23 es muy denso, en otras cercanas al predio bajo estudio con el mismo tipo de vegetación pero en un estado menor de conservación o menos denso su presencia no es numerosa. Esto significa que si hay un impacto importante a la vegetación el número de individuos de esta especie será desplazado a zonas mejor conservadas.

Tabla 18. Especies endémicas registradas en el Lote 23 en 2017.

Nombre Científico	Endémica
Cyanocorax yucatanicus	
Sceloporus cozumelae	X

En este mismo sentido, los anfibios son sensibles a la desecación, en temporada de secas estivan y cuando aparecen las primeras lluvias emergen de su letargo para reproducirse. Si hay modificaciones en el sustrato o humedales el número de organismos por especies de anfibios pueden resultar afectados, en el presente estudio no se registraron especies de la Clase de los Anfibios ya que es la temporada de secas y más calurosa del año y a pesar de presentarse una lluvia efímera y esporádica no se registró ningún ejemplar.

En general la sensibilidad de algunas especies, nos indica cómo afectarán los cambios y transformaciones de un ecosistema en sus poblaciones. Las especies indicadoras nos darán una idea del grado de perturbación y/o alteración en el ecosistema mediante su presencia-ausencia en futuros estudios. La mayoría de las aves registradas en el predio muestran sensibilidad baja a los cambios y perturbaciones.

No se registraron tortugas marinas a pesar que estamos en temporada de anidación ya que la playa frente al Lote 23 está muy erosionada, no hay duna costera, y existe un escalón de 1.8 metros en promedio. Las tortugas marinas especies consideradas como indicadores de la pérdida de playa en la zona.

Por otra parte de registraron 2 especies introducidas a México que están compitiendo con especies nativas. Las especies registradas son los reptiles; el chintete (*Anolis sagrei*), y la besucona (*Hemidactylus frenatus*).

Especies de interés particular

Como resultado de las acciones de monitoreo de fauna del Lote 23, se identificaron 7 especies (Tabla 19) que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y poseen alguna categoría de riesgo por lo que es prioritaria su conservación.

Se registraron 3 especies Amenazadas de la Clase Reptiles; la iguana rallada (*Ctenosaura similis*), la serpiente ranera oliva (*Leptophis mexicanus*), y la boa (*Boa constrictor*), así como una especie de la Clase Aves en esta misma categoría de Amenazada, el gavilán zancudo (*Geranospiza caerulescens*). Respecto a las especies Sujetas a Protección Especial se registraron 2 especies de la Clase Aves; la aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus*) y el charrán mínimo (*Sternula antillarum*), y una especie de la Clase Reptiles; la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*).

Tabla 19. Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrada en el Lote 23.

CLASE	Protección Especial (Pr)	En Peligro (P)	Amenazada (A)	Total
ANFIBIOS	0	0	0	0
REPTILES	0	1	3	4
AVES	2	0	1	3
MAMIFEROS	0	0	0	0
Total	2	1	4	7

5.2.4. Conclusiones.

- El trabajo de campo realizado en el lote 23 abarcó las diferentes asociaciones vegetales y hábitats reconocidos para este monitoreo (matorral costero, manglar, playa y zonas sin vegetación (camino).

- En el lote 23 se registraron 36 especies, taxonómicamente agrupadas en 3 Clases, 13 Órdenes, y 26 Familias.

- Por clase estudiada los registros están representados en un 66.7% parar las aves, 27.7% para los reptiles, y 5.6% para los mamíferos. La mayor frecuencia de observación y abundancia se presentó en el grupo de las aves destacando el tordo cantor (*Dives dives*) con 38 registros.

- La asociación vegetal que presentó mayor riqueza de especies fue el matorral costero con 32 especies, después la playa con 7 especies, el manglar con 6 especies observadas, y por último las zonas sin vegetación con 6 especies.

- El índice de biodiversidad para las especies de vertebrados registrados en el lote 23 siguiendo a Shannon-Wiener es de; H= 0.01004735, y Hmax= 3.58351894. La Equitatividad es de J'= 0.00280377.

- Se registraron 4 especies Amenazadas; la iguana rallada (*Ctenosaura similis*), la serpiente ranera oliva (*Leptophis mexicanus*), la boa (Boa constrictor), y el gavilán zancudo (*Geranospiza caerulescens*). Asimismo, 3 especies en la categoría Sujetas a Protección Especial; la aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus*), el charrán mínimo (*Sternula antillarum*), y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*).

- Se registraron 2 especies endémicas a la Península de Yucatán, la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*), y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*). En contraparte, 2 especies introducidas; las lagartijas *Anolis sagrei* y *Hemidactylus frenatus*.

- Los registros de la fauna del lote 23 para este monitoreo es similar a los resultados obtenidos en otros predios con semejantes características.

5.2.5. Recomendaciones.

Se recomienda desmontar únicamente las áreas necesarias para la construcción del proyecto, y 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.

Durante la época de arribazón de tortugas, en caso de registrarse nidadas en la ZOFEMAT, se deberá contactar al campamento tortuguero y llevar a cabo las medidas necesarias y establecidas por éste para facilitar el uso del área por las tortugas (Anexo técnico 5).

Se implementará un Programa de Educación Ambiental (Anexo técnico 1), para impedir que los trabajadores de la obra causen daños y/o perturbaciones a la fauna.

No se deberán construir dentro del área del predio cercas o barreras que impidan el paso de algunas especies de fauna.

Se deberá implementar un Programa de rescate de fauna (Anexo técnico 4), puesto que 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 desmonte sea gradual.

Es importante mantener los residuos controlados y realizar un manejo adecuado de ellos para evitar la introducción y proliferación de fauna nociva que pueda ocasionar graves perjuicios tanto a los humanos 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.

6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

6.1. Antecedentes

El 8 octubre de 1974 se expidió el decreto que convertía al Territorio Federal de Quintana Roo, en Estado Libre y Soberano de Quintana Roo con siete municipios: Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas y Othón Pompeyo Blanco.

El 19 de mayo de 2008 se expidió el decreto por el que se crea el Municipio de Tulum, con cabecera municipal en la Ciudad de Tulum, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, con una superficie de 2,040.94 km^2, dentro de la cual (junto con el municipio

de Felipe Carrillo Puerto) se distribuye 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 Tulum. Considerando lo anterior, en el presente capítulo se expondrán datos socioeconómicos de este municipio, sin embargo, debido a que anteriormente perteneció al municipio de Solidaridad y a que el municipio de Tulum es más reciente y la información en algunos aspectos es escasa, también se hará referencia a datos socioeconómicos de éste, dando en algunos casos particular importancia a Playa del Carmen, Cabecera Municipal.

6.2. Población

La población del estado de Quintana Roo hasta el año 2015 era de 1,501, 562 habitantes. De éstos el equivalente al 2.17% de la población del estado, es decir 32, 714 residía en el municipio de Tulum (INEGI, 2015).

La tasa media de crecimiento anual de la población total del país se expresó en 1.2% entre 1995 y 2000. En Solidaridad la tasa de crecimiento media anual intercensal fue de 19.04% para el período 1990-1995, y de 20.4% para el período 1995-2000, siendo el porcentaje más alto del país.

La población en Tulum pasó de 2,111 a 14,790 en 15 años (1990-2005), lo que representa una tasa de crecimiento de 6.0 o una razón de crecimiento de 60 %, lo que comparativamente con las tasas de crecimiento de otras ciudades en el estado -Cancún, Playa del Carmen- no es significativa, pero sí lo es si se compara con la tasa media de crecimiento poblacional en México de 1.6 entre 1995 y 2000.

Lo anterior tiene su origen en la migración, fenómeno característico de toda la entidad y que obedece a la dinámica económica vinculada al turismo que permanentemente abre nuevas posibilidades de empleo. Las estadísticas derivadas de los censos realizados por el INEGI muestran en Quintana Roo una tendencia distinta al promedio nacional en cuanto a la distribución de la población según su lugar de nacimiento. En efecto, casi el 55 % de los mexicanos que viven en Quintana Roo nacieron en otra entidad. Por supuesto, esta situación está más polarizada en las ciudades turísticas del estado donde el porcentaje de inmigrantes alcanza hasta 69 % de la población como es el caso de Cancún, en tanto que en localidades como Tulum, los inmigrantes representan alrededor de 33 %.

Dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, la mayor parte de la población se concentra en las colonias de pescadores en las localidades de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y Punta Herrero con cerca de 1,000 habitantes. El resto de la población se encuentra diseminada a lo largo de la costa en pequeños ranchos y desarrollos turísticos.

La densidad poblacional para la Reserva de Sian Ka'an, reportada en el Plan de Manejo del Área Natural Protegida, es de 0.16 habitantes por km2 y el porcentaje de terrenos utilizados para la actividad humana es del 0.85 por ciento.

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).

Para el año 2010, aumentó a 469 habitantes de los cuales 51.81% eran hombres y 48.18% mujeres (INEGI, 2015).

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.

El español es el lenguaje común en el pueblo, aunque el 13% de la población mayor de 5 años de edad también habla maya y el 10% inglés (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

El 57% de la población es católica, el 17% Testigos de Jehová, el 20% no profesa ninguna religión y el 6% restante no se ha identificado (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

6.3. Salud y Seguridad Social

Quintana Roo presenta características de morbilidad particulares muy relacionadas con las condiciones de vida de la población. Las principales causas de enfermedad registradas por el sector salud son las infecciones respiratorias, enfermedades intestinales y diversas parasitosis, que en conjunto representan el 75% de los casos.

La zona norte, con una población flotante anual de 4 millones de personas, es vulnerable a enfermedades sexuales, farmacodependencia, traumatismos producto de accidentes y enfermedades crónicas degenerativas como hipertensión arterial, diabetes y cardiopatías.

En el municipio Solidaridad, el Instituto Mexicano del Seguro Social atendió durante 1999 a casi 38,000 pacientes en distintos niveles y tipos de afecciones.

Para el 2016, las unidades médicas en el municipio de Tulum eran cinco (4 de Servicios Estatales de Salud y 1 a cargo del DIF) (1.9% del total de unidades médicas del estado; tabla 20).

Tabla 20. Unidades médicas en servicio de las instituciones del sector público de salud, 2015.

MUNICIPIO	TOTAL	IMSS	ISSSTE	SEDENA	SEMAR	IMSS-PROSPERA	SSA	DIF
SOLIDARIDAD	9							
De consulta externa	7	1	1				3	2
De hospitalización general	2	1					1	
TULUM	5							

MUNICIPIO	TOTAL	IMSS	ISSSTE	SEDENA	SEMAR	IMSS-PROSPERA	SSA	DIF
De consulta externa	5						4	1

En Punta Allen sólo se cuenta con un servicio médico y es el único 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.

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).

6.4. Aspectos urbanos

a) Urbanización, equipamiento e infraestructura

La consolidación de la Riviera Maya como un destino importante en el Caribe ha inducido a un dinámico crecimiento demográfico y urbano de la ciudad de Playa del Carmen, definida como núcleo de la actividad urbana y turística de la Riviera Maya y de mayor importancia del Estado.

Actualmente Playa del Carmen representa el centro de población con mayor dinamismo sociodemográfico del Estado y por ende los requerimientos de equipamiento (vivienda, instalaciones de salud y educación, unidades deportivas, áreas verdes y sitios de recreación), infraestructura (energía eléctrica, agua potable, drenaje, vías de comunicación) y servicios públicos indispensables (recolección y tratamiento de residuos sólidos, alumbrado público, pavimentación) cada vez se hacen más urgentes, a pesar de los esfuerzos de las autoridades municipales y estatales.

Las características del crecimiento explosivo y desorganizado que se registra en Playa del Carmen, han generado una serie de procesos que dañan continuamente al medio ambiente, siendo importantes fuentes de contaminación y de daño a la salud de la población.

Por otro lado, 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.

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 diesel que funciona 12 horas diarias en promedio, la cual está a cargo del municipio de Tulum.

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).

Para el 2010, se registró en Punta Allen 204 viviendas habitadas de las cuales 26 contaban con línea telefónica fija, 72 disponían de teléfono celular, 9 con internet, 21 disponían de computadora y 279 pobladores son derechohabientes del IMSS, ISSSTE o Seguro Popular. (Censo de Población y Vivienda, 2010).

Tanto la colonia Javier Rojo Gómez en Punta Allen, como Punta Herrero (esta última pertenece al Municipio Felipe Carrillo Puerto), cuentan con caminos de acceso que los comunican con las poblaciones ubicadas fuera de la reserva. La colonia Rojo Gómez, tiene un camino de terracería de aproximadamente 60 km, que corre por la zona costera a partir de la Zona Arqueológica de Tulum. Punta Herrero, comunica mediante un camino de terracería con el poblado de Mahahual, 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, sin embargo, debido al alto costo del transporte hacia Punta Allen, los precios de los productos en venta son muy altos (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

b) Residuos sólidos.

En el municipio de Solidaridad según estadísticas de la Dirección General de Servicios Públicos Municipales, el ayuntamiento recolecta un promedio de 550 toneladas de residuos sólidos diariamente.

Al 30 de octubre de 2016 existía un parque vehicular de 32 camiones compactadores de basura. Solamente operaban 13 vehículos propios, para la recolecta de las zonas urbanas y 10 más, que eran concesionados, estaban destinados para la atención de la zona turística, con una operatividad de 24 horas al día de lunes a sábado, lo que imposibilitaba realizarles el servicio de mantenimiento preventivo. Es decir el parque vehicular de camiones recolectores era prácticamente nulo, inservible e incluso bajo arrendamientos elevados.

Por otro lado, existe la problemática de tiraderos a cielo abierto clandestinos.

En el año de 2001, los tiraderos a cielo abierto ubicados en Playa del Carmen captaron un total de 52,252 toneladas. En Akumal recibieron un total de 17,264 toneladas y el tiradero de Tulum captó 4,187 toneladas.

Para el 2014, se reportaron para el municipio de Tulum, un promedio diario de 73,590 kg de residuos sólidos urbanos recolectados y del periodo 2013-2016, la producción de basura en el municipio de Tulum aumentó un 30%, sin embargo el servicio de recolecta no cuenta con el parque vehicular necesario para mantener limpia la ciudad.

En la zona rural no se brinda este servicio y las comunidades depositan sus desechos en terrenos aledaños y los incineran.

c) 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 diesel, 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 del agua mensualmente (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

En cuanto a las aguas negras, para el 2003 Punta Allen no contaba con drenaje sanitario. La mayoría de las casas utilizaban fosas sépticas pero no todas se encontraban 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 freático (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003). Para el 2010 algunas viviendas contaban con drenaje sanitario, sin embargo, la totalidad de ellas no cuentan con el servicio (CONEVAL, 2010).

d) Vivienda y Reservas Territoriales

El acelerado crecimiento económico derivado del proceso turístico, inicialmente de Cancún y posteriormente en la Riviera Maya, ha rebasado toda expectativa de planeación urbana y demográfica. Ello ha provocado el desfasamiento de los marcos urbanos reguladores cuya función entre otras, es la dotación de reservas territoriales para la construcción de viviendas y servicios públicos.

Adicionalmente y como consecuencia de lo anterior, los acelerados procesos migratorios que se presentan en esta zona del Estado de Quintana Roo, han sido los más significativos no sólo del Estado, sino de todo el país, caracterizándose por una gran concentración de población hacia polos turísticos en desarrollo y una gran dispersión de los pobladores de sus lugares de origen.

Ante este panorama, se evidencia un déficit de vivienda y adicionalmente de reservas territoriales para la planeación urbana del Municipio Solidaridad. Este déficit se calcula en alrededor de 11,000 viviendas.

En el Corredor Cancún-Tulum, el Fideicomiso Caleta de Xel-há y del Caribe (FIDECARIBE), transferido por el gobierno federal en el mismo año de la creación del Municipio de Solidaridad (1993) al Gobierno del Estado de Quintana Roo, se convirtió en el poseedor del mayor número de hectáreas existentes en el Corredor Turístico Cancún-Tulum.

FIDECARIBE puso a la venta lotes hoteleros adquiridos por distintas empresas nacionales y extranjeras, pero el desarrollo que se produjo no fue estructurado en el marco de un plan maestro, lo que ocasionó que problemas de urbanización como el suministro de agua potable, el drenaje, la disposición de los desechos sólidos y la instalación de infraestructura y equipamiento, quedaran a cargo del municipio.

La insuficiencia 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 Municipio de Solidaridad: Playa del Carmen, Tulum y Akumal (Tabla 21).

Tabla 21. Reserva territorial adquirida (Ha) 1999

LOCALIDAD	TOTAL
Playa del Carmen	155.2
Tulum	1,094.7
Chemuyil	10.6
Akumal	8.3
TOTAL	1,268.8

De conformidad con los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda, en 1995 el Municipio de Solidaridad contaba con 6,937 viviendas particulares. Para el año 2000 se llegó a la cifra de 16,832 viviendas particulares ocupadas. Ello significó un incremento del 58.78% en el periodo censal comprendido, con un índice de ocupantes de 3.76 habitantes/vivienda.

Para el 2010, el promedio de ocupación de vivienda en el Municipio Tulum fue de 3.7 habitantes por vivienda con 7,628 viviendas, cifra que aumentó a 9,404 para el 2015. Este incremento se da a un ritmo del 10 % anual en respuesta al crecimiento de la de la población.

La mayor parte de las viviendas que se presenta en la zona urbana están construidas con materiales consolidados como: losa de concreto, tabique, ladrillo y terrado con vigueta en techos; y en las zona rural con materiales como lámina de cartón en techos con palma,

tejamanil y madera. Sin embargo, la gran demanda de vivienda aún no satisfecha por la elevada tasa de crecimiento poblacional, origina que el costo de la tierra en el municipio sea muy elevado, lo que fomenta un esquema de casa habitación no óptimo, ya que se llegan a construir hasta cuatro viviendas en una superficie de 162 m^2 bajo un diseño condominal.

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.

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.

6.5. Aspectos culturales

En el Municipio de Solidaridad un alto porcentaje de la población menor de edad (90%) tiene acceso a educación primaria. La atención de los educandos se realiza en planteles localizados en las comunidades más importantes. Esto implica para algunos pobladores de comunidades cercanas el traslado de los menores de edad hacia ese lugar. La zona maya acapara el 50% de los planteles educativos.

En 1980 el grado promedio de escolaridad era de 2.3 años; en 1990 se elevó a 6.3 y los datos de la Secretaría Estatal de Educación de Quintana Roo muestran que para 2002 el grado promedio de escolaridad en Quintana Roo era de 7.9. Para el 2015, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.6, lo que equivale a poco más de secundaria concluida (INEGI, 2015).

Es importante notar que los poblados de apoyo localizados en la Riviera Maya cuentan con la educación hasta el nivel medio y los jóvenes que pretenden ingresar al nivel medio superior cambian su lugar de residencia hacia la ciudad de Playa del Carmen, ya que es la única opción.

En Quintana Roo, 4 de cada 100 personas de 15 años y más, no saben leer ni escribir. El analfabetismo en el municipio de Solidaridad es de aproximadamente el 8%, siendo mayor en mujeres que en hombres y en personas adultas que en jóvenes. Para el año 2015 el analfabetismo disminuyó a 3%.

Tabla 21. Adultos (mayor de 15 años) registrados y alfabetizados, y alfabetizadores en educación. Municipio de Solidaridad, 2015.

ADULTOS REGISTRADOS a/			ADULTOS ALFABETIZADOS b/			ALFABETIZADORES
TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	
951	456	495	585	281	304	184

a/ Se refiere a educandos que fueron atendidos durante todo el año; es el resultado de sumar al número de educandos activos que continuaron del año anterior, los inscritos en el año en curso y descontar los que se inactivaron.

b/ Se refiere a personas que han acreditado el nivel inicial completo de la vertiente del Modelo de Educación para la Vida y el Trabajo que les corresponde según su situación lingüística o edad, con al menos un módulo por examen final.

El municipio de Solidaridad cuenta con infraestructura educativa hasta nivel medio superior. El nivel primaria es en el que se encuentra la mayoría dentro de la población de alumnos, seguido por secundaria, preescolar y finalmente bachillerato (Tabla 22).

La zona del municipio de Tulum hasta el 2010 se contaba con una oferta educativa desde preescolar hasta educación superior. De ellas, 24 de educación preescolar, 25 de educación primaria, 11 de educación secundaria, 2 de educación media superior y una de educación superior.

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. Se encuentra una escuela de educación inicial (educación inicial indígena) con un horario discontinuo. 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; consulta México pueblos América, 2016).

Tabla 22. Alumnos inscritos, personal docente y escuelas. Municipio de Solidaridad. Ciclo escolar 2014/15. (INEGI 2016)

2014/15	ALUMNOS INSCRITOS	ALUMNOS EXISTENCIAS	ALUMNOS APROBADOS	ALUMNOS EGRESADOS	PERSONAL DOCENTE	ESCUELAS
Preescolar	8 558	7 780	7 767	4 173	295	63
Primaria	25 409	23 377	23 146	3 467	732	78
Secundaria	10 076	9 012	7 703	2 055	692	34
Bachillerato general	ND	2 450	1 580	478	ND	ND
Bachillerato tecnológico y niveles equivalentes	ND	2 353	2 094	624	ND	ND
TOTAL	44 043	44 972	42 290	10 797	1 719	175

6.6. Actividades productivas

a) Turismo

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.

En 1970, comenzó el desarrollo turístico nacional del Corredor Cancún Tulum, particularmente de los predios costeros comprendidos entre las caletas de Xel-ha y Yalkú. Estos se designaron patrimonio inmobiliario de FIDECARIBE con el objetivo primordial de lograr el desarrollo turístico de la zona con base en los atractivos naturales con que cuenta. En 1973 FIDECARIBE incrementó ese patrimonio con terrenos de la Isla de Cozumel, para perseguir los mismos fines.

La cercanía de las zonas arqueológicas de Tulum y Xel-ha, entre otras influyó para que se estableciera el primer centro turístico de la zona continental en las playas de Akumal con villas y club de yates. En sus alrededores se instalaron hoteles proporcionando el disfrute de la naturaleza con la comodidad de sus exclusivas instalaciones.

En 1989, con la puesta en operación de la Fase I del desarrollo turístico Playacar, en la ciudad de Playa del Carmen, se inició el crecimiento de carácter explosivo de la ciudad y del corredor turístico Cancún-Tulum. Actualmente este corredor ofrece una amplia gama de servicios y atractivos para satisfacer a los variados segmentos del turismo nacional e internacional.

Para fines del año 1993 el Gobierno Federal hizo entrega al gobierno del Estado del patrimonio de FIDECARIBE y es cuando se inicia una promoción intensiva de los predios para desarrollos turísticos hoteleros. En el programa de comercialización se lograron objetivos muy importantes con la venta de terrenos para un total de 4 complejos turísticos.

A partir de entonces el crecimiento de la infraestructura hotelera en el municipio Solidaridad y la afluencia turística, tanto de nacionales como de extranjeros, ha ido en constante aumento.

Un importante sector turístico que se ha desarrollado en la zona norte del estado, en especial en la Isla de Cozumel, es el de los cruceros, al grado de colocar a Quintana Roo como líder nacional. En 2001 los puertos de Cozumel, Playa del Carmen y Costa Maya registraron en su conjunto 1,294 arribos de cruceros, con una afluencia total de 1'918,445 visitantes.

El municipio de Solidaridad contaba hasta el mes diciembre de 1999 con 221 establecimientos de hospedaje y para el mismo mes del año 2005 ya presentaba 378 establecimientos, Lo que representó un incremento del 171% en un periodo de 5 años. De los 378 establecimientos de hospedaje con que contaba el municipio de Solidaridad en ese año representaban el 49.34% de los 766 existentes en el estado.

En cuanto al número de cuartos, en diciembre de 1999 Solidaridad contaba con 12,903 cuartos y para el mismo mes del año 2005 ya contaba con 27,615, esto representó un crecimiento del 114% en el número de cuartos disponibles.

El municipio de Solidaridad contaba para el 2005 con 27,615, de los 63 948 cuartos disponibles en el estado lo que representaba el 43.19% de los cuartos disponibles.

Tabla 23. Infraestructura hotelera en el estado y en el Municipio de Solidaridad

Categoría turística	Establecimientos		Cuartos disponibles	
	Estado	Municipio	Estado	Municipio
1999				
Total	574	221	45 486	12 903
Cinco estrellas	81	20	26 213	6 534
Cuatro estrellas	74	22	8 583	2 381
Tres estrellas	90	30	4 452	1 172
Dos estrellas	55	10	1 494	204
Una estrella	43	19	993	542
SIN CATEGORÍA c/	231	120	3 751	2 070
2005				
Total	766	378	63 948	27 615
Cinco estrellas	127	57	41 887	19 615
Cuatro estrellas	86	38	10 402	3 562
Tres estrellas	122	59	4 919	1 532
Dos estrellas	74	24	2 004	491
Una estrella	45	5	1 100	118
SIN CATEGORÍA c/	312	195	3 636	2 297

Tabla 24. Origen de los turistas que visitan las zonas turísticas del Municipio de Solidaridad, en 1999 y 2005.

Residencia	Estado		Municipio	
	1999	2005	1999	2005
Residentes en el país	1 288 722	1 563 784	177 198	213 281
No residentes en el país	2 994 237	4 548 886	590 343	1 981 484
TOTAL	4 282 959	6 112 670	767 541	2 194 765

Otros establecimientos que han presentado un incremento significativo en cuanto a su presencia son las Agencias de viajes y las empresas arrendadores de tal y como se puede

apreciar en la siguiente Tabla, Solidaridad contaba con 121 (28.8%) de las 420 agencias de viajes presentes en el estado hasta el mes de diciembre del 2005 y con 33 (22%) de las 150 empresas arrendadoras de automóviles.

Tabla 25. Agencias de viaje y empresas arrendadoras de automóviles presentes en el estado y en el municipio de Solidaridad, en 1999 y 2005.

Concepto	Estado		Municipio	
	1999	2005	1999	2005
Agencias de viajes b/	91	420	10	121
Empresas arrendadoras de automóviles	74	150	17	33

Para el 2015, el municipio de Tulum contaba con 7,060 establecimientos entre hoteles, cabañas, pensiones y casas amuebladas para servicio de hotelería.

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 rústicos 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. Sin embargo se ha dado el desarrollo turístico de baja densidad en la zona definida como amortiguamiento de la Reserva.

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).

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 (Tabla 26) (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003).

Tabla 26. Cooperativas existentes actualmente en la comunidad de Punta Allen que ofrecen servicios turísticos. Tomado de Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003.

Cooperativa	No. de Miembros	Servicios ofrecidos
Punta Allen	24	Restaurante, botes, centro de información
Vigía Grande	46	Restaurante, botes, centro de información, renta de bicicletas
Gaytanes	10	Restaurante, botes, centro de información
Las Boyas	5	Botes, centro de información

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 servicios son menos solicitados (Solares-Leal y Álvarez-Gil, 2003)

b) 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 (Tabla 27).

Tabla 27. Población ocupada del municipio de Solidaridad y Tulum y su distribución porcentual según sector de actividad económica al 15 de marzo de 2015.

Sector de actividad económica (Porcentaje)						
Municipio	Total	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
Estado	671 186	5.37	13.43	16.63	63.48	1.10
Solidaridad	106 588	0.78	13.26	14.80	69.97	1.19
Tulum	14 718	5.95	11.39	12.02	69.91	0.73

c) Agricultura

En el municipio de Solidaridad en 1999 se practicaba la siembra de maíz, frijol y naranja agria con fines principalmente de autoconsumo, aplicando técnicas tradicionales de roza-tumba-quema y generalmente con altas pérdidas por la irregularidad en el régimen de lluvias. Para el 2005 la producción se centró en el cultivo de frijol y de papaya (Tabla 28).

Tabla 28. Volumen y valor de la producción anual agrícola Municipio de Solidaridad, 1999 y 2005.

Tipo de cultivo	Volumen (toneladas)			Valor (miles de pesos)		
	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal
1999						
Cultivos cíclicos	NA	NA	NA	5 271.9	0.0	5 271.9
Maíz	2 661.5	0.0	2 661.5	4 657.6	0.0	4 657.6
Frijol	68.3	0.0	68.3	614.3	0.0	614.3
Cultivos perennes	NA	NA	NA	87.5	0.0	87.5
Naranja	125.0	0.0	125.0	87.5	0.0	87.5
2005	NA	NA	NA	1 342.5	22.5	1 320.0
Cultivos cíclicos	NA	NA	NA	1 320.0	0.0	1 320.0
Frijol	88.0	0.0	88.0	1 320.0	0.0	1 320.0
Cultivos perennes	NA	NA	NA	22.5	22.5	0.0
Papaya	9.0	9.0	0.0	22.5	22.5	0.0

En la Reserva, el cultivo de milpas de temporal se practica de forma esporádica, principalmente en los bordes del camino que va de Felipe Carrillo Puerto hacia Vigía Chico. Sin embargo, la pobreza de los suelos obliga a los campesinos a abandonar rápidamente las tierras.

La actividad coprera fue abandonada desde tiempo atrás debido a la poca rentabilidad del producto y a la presencia del amarillamiento letal del cocotero, que diezmó las poblaciones de esta palma durante los años setenta y ochenta.

d) Ganadería y apicultura

La actividad ganadera en el municipio de Tulum 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 por ciento del total estatal, ocupando la quinta posición en cuando a extensión dedicada a ganadería. La población de ganado bovino de 2 mil 254 cabezas representa el 1.7 por ciento con respecto a las existencias a nivel estatal en donde dependen de esta actividad 68 productores.
En el área de apicultura destaca el centro productor de abejas reinas de Tulum, sin que ninguna de estas actividades sean representativas para la economía del Municipio (Tabla 29).

Tabla 29. Volumen y valor de la producción de miel y cera en greña en el municipio de Solidaridad y Tulum, 2015.

Municipio	Volumen de la producción de miel (Toneladas)	Valor de la producción de miel (Miles de pesos)	Volumen de la producción de cera en greña (Toneladas)	Valor de la producción de cera en greña (Miles de pesos)
Solidaridad	4.2	154	0.1	6
Tulum	141.9	5134	4.4	205

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.

e) Forestal

El ejido de Tulum tiene alto potencial forestal y es integrante de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya, una de las sociedades civiles forestales del Estado. En 1996 se otorgó un sólo permiso en todo el Municipio para la explotación de maderas tropicales (como pueden ser: sacchacah, chacah, amapola, jabín, ciricote, granadillo, pucté, chechén y tinte) con un volumen autorizado de 3,230 m^3 en rollo.

Sin embargo, 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 (Tabla 30), para el año 2005 la producción forestal en el municipio fue nula. Para el año 2015 no se registró ningún aprovechamiento tanto para el municipio de Solidaridad como para el de Tulum.

Tabla 30. Volumen y valor de la producción forestal maderable Municipio de Solidaridad 1994-2000 y 2005.

GRUPO DE ESPECIES	VOLUMEN (METROS CÚBICOS EN ROLLO)	VALOR (MILES DE PESOS)
1994 Comunes tropicales	150	42
1995 Comunes tropicales	90	27
1999 Comunes tropicales	70	40
2000 Comunes tropicales	80	165
2005	0	0

Esta es la actividad más antigua en la Reserva de Sian Ka'an, centrada originalmente en la actividad chiclera. Paralelamente se dió 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.

f) Caza y Pesca

En lo que se refiere a la pesca, el municipio cuenta con 156 personas dedicadas a la pesca, de las cuales 105 pertenecen a cooperativas y 51 son particulares, las dos principales cooperativas en el municipio son Pescadores de Tulum y Pescadores de Vigía Chico y un grupo de pescadores permisionarios de Playa del Carmen.

Solidaridad es el municipio con mayor captura de langosta, con 93 de las 248 toneladas reportadas para el estado, sin embargo, la producción de otros productos como especies de escama, camarón, tiburón, pulpo, caracol y almeja, es escasa pero suficiente para el consumo local, algunas empresas restauranteras además reciben mercancía de importación. Como se puede apreciar en la siguiente tabla la producción pesquera en el 2005 disminuyó aunque no fue muy marcada la diferencia entre 1999 y 2005 (INEGI 2006).

Tabla 31. Volumen y valor de la captura pesquera en el municipio de Solidaridad.

Año	Peso desembarcado (ton)	Valor (miles de pesos)
1999	143	10,108
2005	124	15,924

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.

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 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.

7. PAISAJE

La comunidad costera de esta zona de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, forma parte de un corredor turístico en la parte norte que va desde el Arco Maya en los límites del Ejido Pino Suárez hasta la comunidad de Javier Rojo Gómez (Punta Allen). A pesar del desarrollo turístico que se ha dado en esta zona, los inversionistas han optado por utilizar la vegetación natural y lo que este a su alrededor para darle belleza a la arquitectura de los proyectos y eso es lo que hace de la costa de la Reserva, un área ecológica de descanso.

La infraestructura de este sitio no choca con la belleza natural del lugar, sino que conserva la magnificencia de la naturaleza y trasmite la grandeza de las áreas naturales protegidas del Estado de Quintana Roo. Promoviendo la conservación de los sistemas naturales y sus especies integrantes, mismas que se constituyen así en uno de los principales atractivos de esta área 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.

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 el establecimiento del proyecto se provoca una disminución de la vegetación, pero no se impide la sucesión ecológica, se cambiará una mínima parte del entorno por el desplante de las estructuras y se incrementa la presencia humana. Si bien este servicio ambiental se modifica, no se pondrá en riesgo el valor paisajístico de la zona, ya que la vegetación existente en el predio corresponde a vegetación de matorral costero, la pendiente topográfica no será afectada y la transparencia atmosférica se mantendrá. Así pues el desmonte que será mínimo para el asentamiento de la casa unifamiliar no provocará afectaciones significativas. Debe hacerse mención de nuevo que tanto en las áreas de despalme, como de desmonte se van a conservar todos los elementos principales de la vegetación, y éstos serán reubicados dentro del mismo predio.

También, los individuos vegetales que estén en el límite de área construida, en forma selectiva formarán parte del Programa de Rescate de Vegetación (Anexo técnico 3) y serán replantados dentro del predio. En ambos casos se, asegura una sobrevivencia superior al 80 %.
El proyecto contempla aspectos relevantes de restauración ecológica para mantener la belleza escénica del lugar. Por ejemplo, se conservará el 96.47 % de la vegetación existente en el predio que permanecerá con su cobertura vegetal forestal, se mantendrá con vegetación nativa productora de semillas y frutas atractivas para especies de fauna silvestre

nativa (aves y mamíferos voladores). El cambio de uso de suelo no tuvo un impacto significativo, ya que el proyecto formará parte de la belleza escénica integrado al sistema paisajístico.

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El proyecto Casa Lote 23 se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, la cual se caracteriza por la presencia de ecosistemas íntegros y representativos de provincias biogeográficas, áreas extensas y diversidad natural, área no dependiente de otras en recursos hídricos, existencia de fauna y flora y de asociaciones vegetales amenazadas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como son estuarios, petenes, manglares y arrecifes coralinos. El éxito en la conservación del sitio radica en las condiciones actuales de tenencia de la tierra, ya que los terrenos de Sian Ka'an son de propiedad nacional en un 99%.

De manera más específica y derivado del análisis del SA donde se asienta el proyecto, se puede observar que se presentan dos tipos de vegetación: (1) vegetación de manglar en zona colindante a la Laguna Catoche y (2) vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit) hacia el Mar Caribe. La calidad de estos componentes medioambientales se encuentra en buen estado de conservación, aun cuando la mayoría de ellos se encuentran presionados por el crecimiento humano debido a la promoción por parte del sector turístico de la zona costera.

La infraestructura de este sitio no choca con la belleza natural del lugar, sino que conserva la magnificencia de la naturaleza y trasmite la grandeza de las áreas naturales protegidas del Estado de Quintana Roo. Promoviendo la conservación de los sistemas naturales y sus especies integrantes, mismas que se constituyen así en uno de los principales atractivos de esta área, 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.

El proyecto Casa Lote 23 se pretende desarrollar en un ambiente natural en donde las actividades que se llevarán a cabo, no afectan significativamente los ecosistemas naturales (entendido este como el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que son objeto de afectación). 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.

El sistema natural presente en el sitio del proyecto está constituido por vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit), el cual ha sido impactado

por efectos naturales de huracanes uno de los cuales el más reciente y fuerte que impactó la zona de estudio fue "Dean" ocurrido en el año 2007. En términos generales, puede definirse que la vegetación en el sitio del proyecto colindante al mar Caribe se encuentra en un proceso de recuperación, que ha tolerado los efectos de las actividades humanas, sin efectos relevantes y se estima que su capacidad homeostática, tolera aún un importante crecimiento, que bien planeado es factible.

En cuanto a la vegetación, la Palma Chit, es abundante en la zona de la Reserva de Sian Ka´an y existe buena cantidad de ejemplares en el sitio del proyecto, ya que esta especie se encuentra en estatus de "Amenazada" en la Norma 059-SEMARNAT-2010, tomando en cuenta esta situación se procederá a un Programa de Rescate de Vegetación que otorgue especial atención a esta especie para la recuperación de los individuos sanos y vigorosos que puedan ser reubicados dentro del mismo predio.

En cuanto a la fauna, existen en el predio 7 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y poseen alguna categoría de riesgo: en Amenazada la iguana rallada (*Ctenosaura similis*), la serpiente ranera oliva (*Leptophis mexicanus*), la boa (*Boa constrictor*), el gavilán zancudo (*Geranospiza caerulescens*). Respecto a las especies Sujetas a Protección Especial se registraron 3 especies: la aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus*) y el charrán mínimo (*Sternula antillarum*), y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*). Por ello se llevará a cabo un Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 4) por lo que no hay ningún impacto significativo a largo plazo puesto que en este predio no se presenta alguna comunidad la cual pueda ser afectada. En lo que respecta a las etapas de preparación de sitio y de construcción, contando con el Programa de Rescate de Fauna y de Educación Ambiental, se espera la colaboración de los trabajadores en caso de que llegase a presentarse fauna en el desarrollo de las actividades del proyecto Casa Lote 23.

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 superficie en metros cuadrados cubiertas por el tipo de vegetación reportada, el sembrado de las superficie en metros cuadrados 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 recomiendan 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, 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.

Por otro lado, debido a la falta de playa en el predio no se tiene reportado la presencia de tortugas marinas que lleguen a desovar, sin embargo, se tomarán las acciones necesarias para fomentar la recuperación de la playa y la conservación de las tortugas marinas.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. Introducción 3
1.1. Ubicación del proyecto 3
1.2. Selección del sitio: 3
1.3. Descripción del proyecto: 3
1.4. Inversión requerida 6
1.5. Dimensiones del proyecto: 6
1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 8
1.7. Sistema ambiental 9
1.7.1. Sistema ambiental regional 9
1.7.2. Sistema ambiental local 12
2. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 14
2.1. Indicadores de impacto 15
2.2. Lista de indicadores de impacto 15
2.3. Criterios de evaluación 16
2.4. Metodologías de evaluación 18
2.4.1. Listas de control (check list) 18
2.4.2. Matriz de leopold 19
3. Identificación de los impactos ambientales potenciales 21
4. Análisis de los impactos potenciales 27
5. Conclusiones 37

1. INTRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores se describieron las características generales del proyecto, y la situación ambiental y socioeconómica en la que se enmarca. En el presente capítulo se realiza un resumen de estas características, con el fin de facilitar su revisión, y a manera de introducción al análisis de los impactos ambientales.

Para el análisis de los impactos se empleó el diagrama de proceso productivo a manera de primera aproximación, para identificar los impactos se utilizó un check-list adaptado a los impactos potenciales de un proyecto turístico costero, y para analizar cualitativamente los impactos identificados se usó la matriz de Leopold.

1.1. Ubicación del proyecto

El Lote 23 se ubica en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 39,515.837 m^2 (3.95 ha) según consta en la escritura pública número P. A. 84,400 firmada ante el notario público Luis Miguel Cámara Patrón en la ciudad de Cancún, Quintana Roo el 10 de diciembre de 2015. Colinda al norte, en 370.044 m con lote 053-24; al sur, en 401.789 con lote 053-22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen.

1.2. Selección del sitio:

En cuanto la selección del sitio para el desarrollo del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. El predio está regulado por las políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, decretado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 14 de mayo de 2002.
2. El predio se encuentra dentro de la UGA Tu 7, que de acuerdo a dicho ordenamiento, tiene un uso de suelo turístico y es factible el desarrollo ecoturístico.
3. El proyecto se encuentra regido por el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an dentro del cual se incluye la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, y se encuentra en el área de amortiguamiento.

1.3. Descripción del proyecto:

El proyecto consiste en una casa habitación de uso particular de un nivel, consta de:

- Un pasillo de entrada.

- Un cuarto de servicios en donde se encuentra la bodega, maquinaria de paneles solares y un medio baño.
- Una cocina.
- Una sala – comedor.
- 4 recámaras cada una con un baño completo.
- Decks de madera que comunican con las recámaras.
- Una terraza con vista a la alberca
- Una alberca.
- Y un biodigestor.

La superficie de construcción de la obra será de 371.90 m^2.

Adicionalmente, se contará con un humedal artificial con una superficie de 20 m^2.

El nivel de piso terminado en azoteas de las recámaras será de 3.60 m. En la zona de sala - comedor se colocará una palapa que será el punto más alto de la casa con 7.85 m de altura.

Sobre el techo de la recámara 4 será colocado un tinaco Rotoplas cuya altura alcanzará los 2 m por lo que considerando esta última, más el terminado en azoteas para esta zona, la altura máxima será de 5.60 m.

Sobre el techo de la recámara 3 se instalará el sistema de paneles solares con apenas 0.50 cm de altura, que en conjunto con el terminado en azoteas alcanzará los 4.10 m.

La construcción del proyecto, se realizará de tal manera que visualmente se integre a su entorno, tanto por el tipo de acabados (aplanados, piedra y palapa) como por la forma y los elementos constructivos empleados.

En adición a lo anterior, para el acceso a la propiedad tanto de la maquinaria en las etapas de Preparación y Construcción, como de vehículos para los propietarios en la etapa de Operación y Mantenimiento, se requerirá de la apertura de un camino de acceso rústico de terracería el cual tendrá una superficie de 271.98 m^2. Como estrategia para minimizar el desmonte de vegetación por dicha obra, se consideró que el camino de acceso cuente con 2 dimensiones la primera con un ancho de 3 m en donde se encontrará una glorieta que será el sitio hasta donde podrán ingresar camiones de 1.5 a 3 toneladas para traslado de materiales y la segunda de 1.20 de ancho de donde podrán ser trasladados los materiales con herramientas menores como carretillas y para que trabajadores de obra y propietarios ingresen caminando hasta la casa habitación.

El camino de acceso antes mencionado, cumple con el **Criterio EI-15** del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an que dicta: "**Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m**".

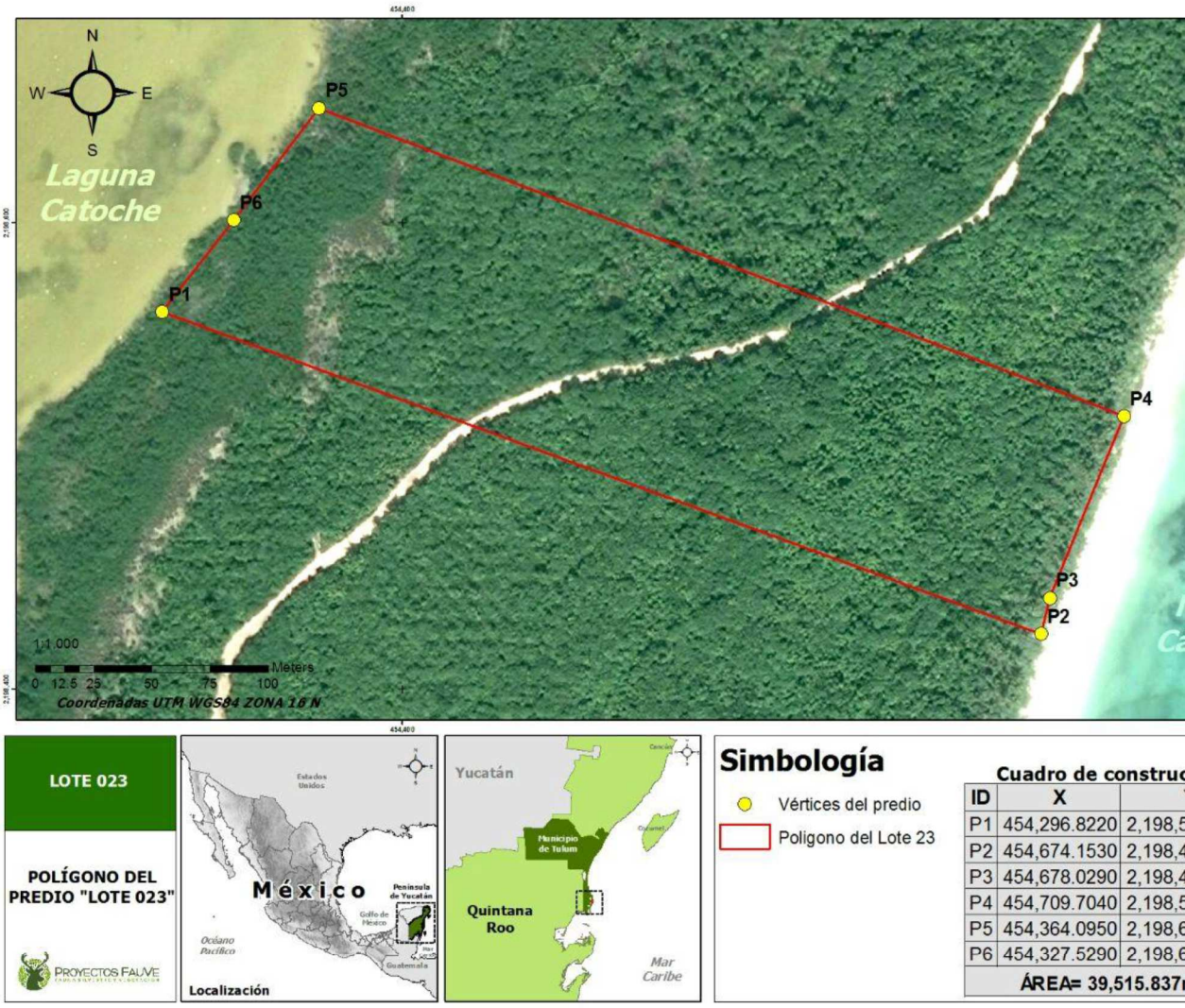


Figura 1. Localización nacional, regional y local del proyecto.

1.4. Inversión requerida

El presupuesto total de inversión programada para la construcción y operación del proyecto es de aproximadamente 4,500,000.00 pesos.

En cuanto al presupuesto para las medidas de prevención y mitigación, se tiene asignado un monto de (345,000.00 M.N), incluidos dentro del monto total de inversión. Éste monto se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 1. Monto asignado para la ejecución de las medidas de prevención y mitigación del proyecto Casa Lote 23.

Medida de Mitigación	Costo en pesos
Programa de Rescate de Vegetación.	75,000.00
Programa de Rescate de Fauna.	45,000.00
Programa de Manejo de Residuos.	45,000.00
Programa de Educación Ambiental.	30,000.00
Acciones para la Conservación de la Playa como Hábitat de Anidación de Tortugas Marinas.	30,000.00
Supervisión ambiental	120,000.00
Monto total de las medidas de prevención y mitigación	**345,000.00**

1.5. Dimensiones del Proyecto:

a. **Superficie total del predio:** En los documentos que demuestran la legal propiedad del predio, se establece que el mismo consta de una superficie total de 39,515.837 m^2. Asimismo, mediante el levantamiento topográfico del predio realizado en marzo de 2017, se obtuvo la misma superficie (39,515.837 m^2) por lo que el diseño arquitectónico se realiza sobre esta.

b. **Superficie de aprovechamiento:** La superficie de construcción implica el aprovechamiento de 371.90 m^2 de vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit) para el desplante habitacional, alberca y biodigestor que forman parte de obras exteriores y decks de madera y terraza consideradas como obras rústicas lo que equivale al 0.94 % de la superficie total del predio.

Se entiende por superficie construida, el área de un lote o predio que puede ser ocupado por la edificación y corresponde a la proyección horizontal de la misma, excluyendo los salientes de los techos, cuando son permitidos.

El total de la superficie de construcción de obra techada será de 293.82 m^2, de tal forma que el Coeficiente Uso (CUS) del predio será de 0.0074 %. Y el total de construcción incluyendo obra no techada será de 371.90 m^2 con lo cual obtenemos un Coeficiente de Ocupación (COS) de 0.0094 %.

De acuerdo a lo anterior el proyecto pretende ocupar una superficie de construcción de 371.90 m^2.

Tabla 2. Superficie de construcción del proyecto.

CONCEPTO	Superficie (m^2)
PASILLO DE ENTRADA	18.83
CUARTO DE SERVICIOS	24.34
COCINA	24.34
SALA - COMEDOR	72.41
RECÁMARA 1	40.74
RECÁMARA 2	40.74
RECÁMARA 3	36.21
RECÁMARA 4	36.21
DESPLANTE HABITACIONAL	**293.82**
ALBERCA	32.00
BIODIGESTOR	2.10
DESPLANTE OBRAS EXTERIORES	**34.10**
TERRAZA	23.88
DECK DE MADERA	20.10
DESPLANTE OBRAS RUSTICAS	**43.98**
TOTAL DE DESPLANTE	**371.90**

Asimismo, se requiere 20 m^2 para la construcción del humedal artificial que, de acuerdo con el criterio EI-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an especifica que: **"…La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en el criterio Ah**".

Por otro lado se requiere realizar el desmonte de 271.98 m^2 para la conformación del camino de acceso, superficie que no llevará ninguna obra. Dicho acceso tendrá 2 dimensiones la primer fracción del camino con un ancho de 3 m y la segunda para minimizar el desmonte de 1.20 m de ancho con lo cual se cumple con el criterio EI-15 que dicta "**Se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m**".

El camino de acceso y el humedal artificial no considerados dentro de la superficie construida (Criterio Ah-8), tendrán una superficie de 291.98 m^2.

Por tanto la superficie de desmonte necesaria para el proyecto incluyendo el camino de acceso y el humedal artificial, será de 663.88 m^2 es decir el 1.68 % del total del predio. Manteniendo un área de conservación de 38,119.067 m^2 que equivale al 96.47% del total del predio.

Tabla 3. Superficie de aprovechamiento y conservación del predio.

CONCEPTO	Superficie (m^2)	Porcentaje (%)	Superficies autorizadas con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
DESPLANTE HABITACIONAL	293,82	0,74	Criterio Ah-10
DESPLANTE OBRAS EXTERIORES	34,10	0,09	
DESPLANTE OBRAS RUSTICAS	43,98	0,11	
Subtotal 1	**371.90**	**0.94**	
ACCESO AL PREDIO*	271,98	0,69	Criterio EI-7
HUMEDAL ARTIFICIAL*	20,00	0,05	Criterio EI-15
Subtotal 2	**291,98**	**0,74**	
CAMINO TULUM-PUNTA ALLEN	732,89	1,85%	
Subtotal 3	**732,89**	**1,85**	
ÁREA DE CONSERVACIÓN	38.119,067	96,47	
Subtotal 4	**38.119,067**	**96,47**	
TOTAL	**39.515,837**	**100,00**	

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

Actualmente el sitio no recibe ningún uso y se encuentra en estado natural con excepción del área ocupada por el camino de terracería que va de Tulum a Punta Allen, el cual tiene entre 4.5 y 5 metros de ancho y abarca una superficie de 732,89 m^2.

En el siguiente plano de conjunto se presenta el desplante de las obras permanentes del proyecto Casa Lote 23 y de sus obras asociadas.

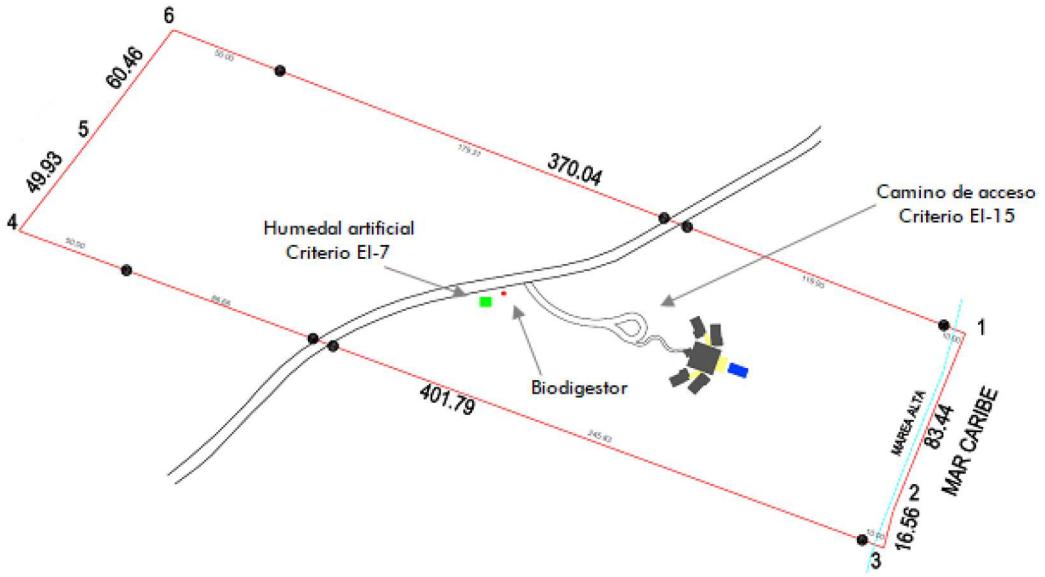


Figura 2. Plano de conjunto del proyecto y ubicación de las obras de apoyo.

1.7. Sistema ambiental

El Sistema Ambiental se refiere al área en torno al predio que puede modificar las características naturales de éste y ser modificada por el proyecto de manera directa. El sistema ambiental para el proyecto Casa Lote 23 se definió con base en la topografía, hidrología, la vegetación, y las perturbaciones antropogénicas recientes en la zona.

1.7.1. Sistema ambiental Regional

Los límites del sistema ambiental regional son: Al norte y al sur el sistema ambiental tiene una distancia del centro al norte de 3,122.51 km y del centro al sur 2,911.75 km.

El predio se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, que cuenta con un Programa de Manejo, en donde se establecen las normas de uso y la zonificación básica de Sian Ka´an (SEMARNAT-2014). La zonificación divide a la reserva en dos grandes áreas: las zonas de amortiguamiento y las zonas núcleo, y éstas a su vez se dividen en subzonas. Como ya se mencionó anteriormente el área de estudio se ubica en la porción norte de la zona de amortiguamiento de la reserva (Figura 3).

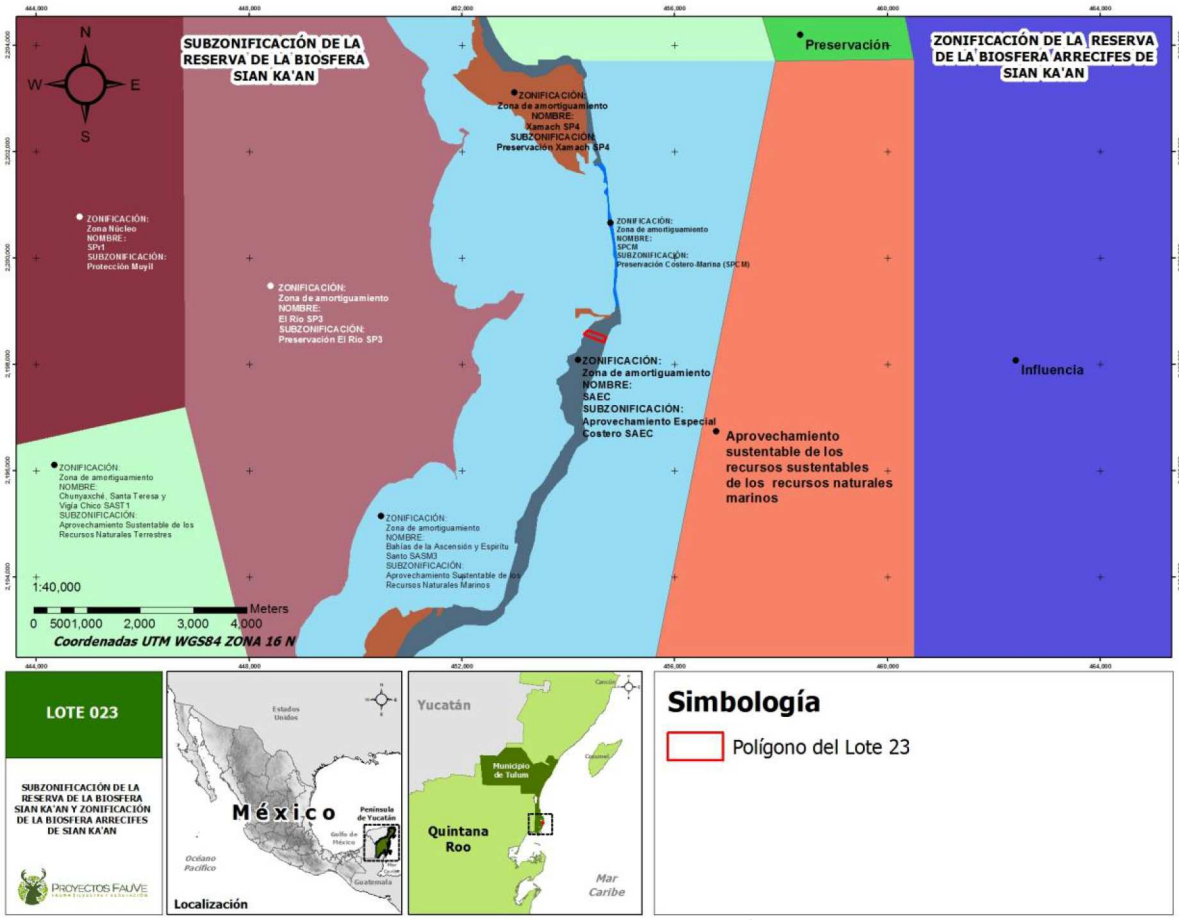


Figura 3. Ubicación del predio del proyecto con relación al Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

El objetivo principal de la zonificación es conservar la zona núcleo de la Reserva. El predio se encuentra en la *zona de amortiguamiento,* que de acuerdo a la LEGEEPA, tiene como función principal que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable.

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. 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.

El sistema ambiental regional del proyecto consiste en una franja de tierra que se separa de la península en la Reserva por la Laguna Catoche. El Lote 23 colinda al oeste con la Laguna Catoche y Xamach y al este con el Mar Caribe (Figura 4).

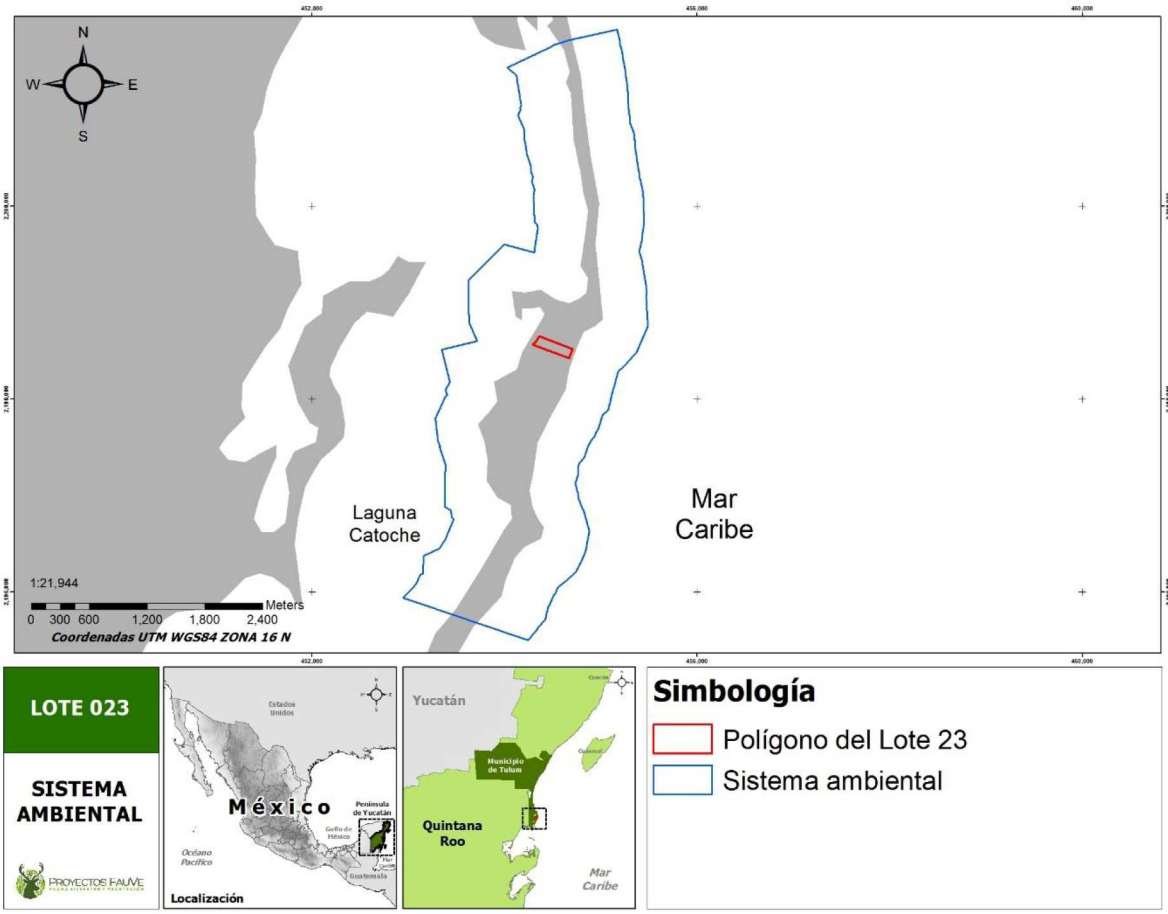


Figura 4. Localización del predio lote 23 dentro del Sistema Ambiental Regional.

Además de dichas condiciones, también ha sido transformada por el hombre. Entre las modificaciones más importantes se encuentra la introducción y propagación de las palmas de coco, y el cultivo de la palma de chit, que actualmente cubre extensiones importantes dentro de la Reserva. Además hay cambios relacionados con los desarrollos turísticos que aun cuando son de baja densidad, han provocado cambios permanentes en la zona costera de la Reserva.

Los tipos de vegetación predominantes en el SAR son manglar, matorral costero y vegetación rastrera de duna costera, también existen áreas inundadas permanentemente y que mantienen comunicación subterránea con la laguna o el mar, así como áreas que se inundan durante la época de lluvias.

De acuerdo con la caracterización vegetal del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT) del estado de Quintana Roo (UQROO, 2005), la comunidad vegetal en el área de estudio es característica de la comunidad vegetal de la duna costera y corresponde a una asociación vegetal de "Matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (palma chit)". La estabilidad de esta comunidad se encuentra altamente afectada, debido a la extracción de madera de chit que se realiza principalmente cerca de las comunidades de importancia pesquera como Punta Herrero y Punta Allen.

Junto a la vegetación de duna costera hay vegetación de manglar mixto, esta integra una franja de vegetación que recorre todo el sistema de manglares en el Estado (UQROO, 2005).

El mangle se desarrolla en una zona consiste de suelos margosos, de color pardo oscuro, muy profundos, las mediciones realizadas alcanzaron hasta 1.5 m de profundidad, siendo la limitante de estos la presencia de roca calcárea.

Otra zona de influencia además del Mar Caribe son los humedales que se encuentran en los márgenes de la laguna Catoche, donde se pueden observar asociaciones como los manglares, los saibadales (o Sabanas) y tulares, entre otros. El manglar que se ubica justo al oeste del predio es un manglar mixto donde se observan 2 de las 4 especies de mangle descritas para el estado de Quintana Roo.

La zona de la Reserva donde se ubica el proyecto ha sido afectada continuamente por fenómenos metereológicos como Wilma, Emily en el 2005 y Dean en Agosto, 2007 por mencionar los más importantes. El oleaje y los fuertes vientos, ocasionaron el desgajamiento del suelo donde se desarrolla el matorral costero, y provocaron el deslave y desgajamiento de la duna.

1.7.2. Sistema ambiental local

El sistema ambiental local corresponde al área que rodea al proyecto, sus límites están definidos por límites naturales y antropogénicos. Al norte, colinda en 370.044 m con lote 24; al sur, en 401.789 con lote 22; al este, en 100 m con Zona Federal Marítimo Terrestre; al oeste, en 110.39 m con Laguna Catoche y se encuentra dividido por el camino comunal Tulum-Punta Allen.

Debido a que se trata de una propiedad privada dentro de una Reserva de la Biosfera, el área de estudio aún conserva su cubierta vegetal al igual que los predios que colindan directamente con él.

La vegetación del predio corresponde a Matorral Costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma Chit) y en la sección posterior del predio, (colindante a la laguna Catoche), se encuentra una sección de vegetación que corresponde a Manglar.

La vegetación en general se encuentra en buen estado de conservación, sin embargo, en algunas secciones del Noroeste del Lote 23, cruzando el camino principal se detectaron áreas abiertas de vegetación con dominancia de halófitas costeras pioneras, principalmente *Ernodea littoralis, Bomellia macrocarpa* entre otras. Estas zonas abiertas de vegetación pueden ser evidencia de eventos meteorológicos pasados como huracanes. Por otro lado, en los márgenes con el camino comunal, la perturbación tiene un mayor grado debido al tránsito de vehículos que afecta la vegetación de ambos lados del camino ya que al ser de terracería se levanta el polvo y éste se acumula sobre el follaje de la vegetación.

Sin embargo, esta es una perturbación constante y muy puntual que tiene un efecto máximo de 4 metros de distancia a cada lado del camino (Figura 5).

Figura 5. Imagen del camino que divide el área de estudio en dos porciones.

En el frente con el Mar Caribe el predio presenta una playa arenosa muy erosionada en la cual se aprecia una berma de 1.80 m en promedio, con algunos elementos de vegetación rastrera de duna, por lo que la única asociación vegetal presente dentro de los límites del área de estudio es el matorral costero (Figura 6).

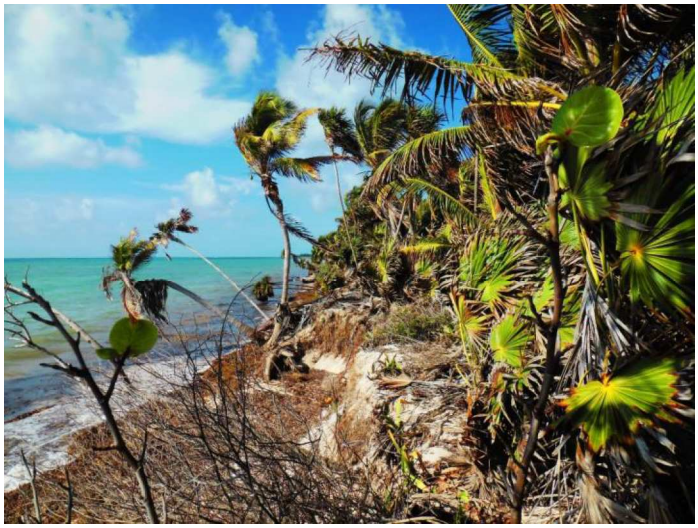


Figura 6. Vista del frente de playa del área de estudio. En esta se observa una berma de 1.80 m en promedio que se ha formado tras la erosión de la duna.

Los humedales marginales de la laguna Xamach y Catoche, se encuentran habitados por varias especies animales. Entre estos los más evidentes son los insectos, las aves, los reptiles y los crustáceos.

Dada la cercanía del área de estudio con el mar Caribe y los manglares de la laguna Catoche y Xamach cualquier actividad humana que se pretenda en el sitio, deberá estar regulada y

programada en el marco de las restricciones correspondientes que se señalan en el Ordenamiento de la Zona y en el Programa de Manejo de la Reserva. Esto en consideración a la cercanía con dichos manglares y la importancia de éstos como un ecosistema continúo. Así mismo, deberá considerarse en todo momento la cercanía con el Mar Caribe y sobre todo con el sistema arrecifal de la Reserva.

Figura 7. Manglar marginal de la laguna que se ubica al oeste del predio.

2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende del tipo de proyecto, de la cantidad de información ambiental con la que se cuente, y principalmente, de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las acciones del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales por la construcción del proyecto Casa Lote 23, se utilizaron dos metodologías diferentes, por medio de las cuales se analizan e identifican los impactos que se provocarían en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

La magnitud del daño sobre el medio ambiente depende de la calidad de los factores ambientales que pueden ser impactados por el desarrollo del proyecto, si consideramos tanto las afectaciones locales como las potenciales en los diferentes niveles del sistema ambiental. Para identificar adecuadamente los impactos al sistema ambiental del proyecto se propuso una serie de indicadores de impacto, que consideran factores físicos, biológicos, sociales y económicos, ya que todos conforman el marco donde se desenvuelve el proyecto.

2.1. Indicadores de Impacto

Una definición genéricamente utilizada de "Indicador" establece que este es "un elemento del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por "Indicadores de Impacto Ambiental" se entiende la expresión medible de un impacto, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración, de esta manera, un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Para analizar los impactos del proyecto Casa Lote 23 se buscaron indicadores que fueran:

- Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores.
- Cuantificables: Se refiere a que sea medible siempre que sea posible en términos cuantitativos, de manera que sea posible estimar la magnitud del impacto.
- De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

2.2. Lista de Indicadores de Impacto

Se buscaron indicadores que reflejaran impactos significativos, considerando las características y cualidades del sistema. Dentro de cada uno de estos indicadores se señalan las principales actividades que pueden afectarlos para de esta manera poder calificar e identificar adecuadamente el sistema.

Tabla 4. Lista de indicadores de impacto utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Indicadores	
Topografía del terreno	Considera el impacto a la topografía del terreno y al uso del suelo, por la destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos importantes, el impacto al uso del suelo a largo plazo, la formación de pendientes o terraplenes inestables.
Agua	Considera tanto la contaminación de los recursos hidráulicos, como el aumento del uso de este recurso. También hay una acción relativa a la modificación de los cursos o caudales de cuerpos de agua.
Residuos sólidos	Considera la generación, y destino de los residuos sólidos y su impacto al ambiente, personas y biota.
Residuos peligrosos	Considera la generación y destino de los residuos peligrosos y su impacto al ambiente, personas y biota.

Indicadores	
Ruido	El impacto producido por el aumento de ruido depende principalmente de las características del área de influencia de un proyecto, del nivel de ruido existente en la zona, la fuente del mismo y el sistema que será perturbado.
Vegetación	Este indicador evalúa los impactos a la vegetación del predio o del área de influencia en cualquier etapa de desarrollo del proyecto.
Fauna	Este indicador contempla el daño posible no sólo a la fauna local, sino también a las comunidades en el área de influencia, considerando como impacto las perturbaciones producidas en cualquier etapa del proyecto, y los efectos indirectos del mismo como la interrupción de los movimientos de la fauna.
Usos del suelo	Contempla los daños producidos por el cambio de uso de suelo considerando las disposiciones del ordenamiento y usos del suelo previstos de la zona.
Transporte terrestre	Este indicador tiene como propósito evaluar el impacto por el aumento de flujo vehicular, y/o tránsito acuático en el sistema.
Servicio público	Este indicador establece si habrá un aumento en la demanda y/o oferta de servicios públicos
Creación de Infraestructura	Este indicador contempla si habrá un aumento en la demanda y/o creación de infraestructura, como sistemas de comunicación y saneamiento. Y en la creación de los mismos por el desarrollo del proyecto.
Población	El aumento de la población que participa en las tres etapas del desarrollo de un proyecto puede acarrear varios impactos, que deben ser considerados, para evaluarlo se propone este indicador.
Salud humana	Como resultado de las actividades de un proyecto puede haber repercusiones a la salud, dependiendo del rubro y las actividades del mismo, se usa este indicador para identificar y proponer medidas para evitar impactos en la salud.
Economía	Considera cambios en indicadores económicos del sistema ambiental regional, como ingreso per cápita, oferta de empleo y valor del suelo.
Estética	Este es un indicador que evalúa los impactos que el desarrollo del proyecto puede generar en una escala paisajística.
Cultura o historia	Considera modificaciones a usos y costumbres locales, así como daños o protección a monumentos arqueológicos e históricos dentro del sistema ambiental.

2.3. Criterios de evaluación

La incidencia de las actividades del proyecto sobre los anteriores indicadores se identificó y evaluó considerando los siguientes criterios:

- Las condiciones actuales del predio.
- Las condiciones del sistema ambiental.
- Los impactos específicos en cada etapa de desarrollo del proyecto.

- Los actores que intervienen en cada una de estas etapas.
- Las disposiciones del ordenamiento territorial aplicable, y la legislación ambiental competente.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar. Sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos ya que su reconocimiento queda en muchos casos, relacionado a la experiencia de campo del evaluador.

Para evitar sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto.

Para evaluar todos los aspectos anteriores se aplicaron dos metodologías diferentes, por medio de las cuales se analizaron e identificaron los impactos que se pudieran provocar en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado. Para analizar si el desarrollo del proyecto modificará la ecología de su zona de influencia al impedir la continuidad de los procesos ecológicos existentes, se realizó un análisis a mayor escala, considerando los efectos de las actividades del proyecto en el sistema ambiental regional, además del local.

Los impactos a los ecosistemas generados por el desarrollo de un proyecto se deben a las modificaciones, directas o indirectas, de la composición, estructura y función de las comunidades bióticas y a su entorno. La magnitud y duración de estas modificaciones dependen tanto de la resiliencia y resistencia del ecosistema, como de su estado de conservación previo al desarrollo del proyecto y la forma en que se realicen las actividades.

Para identificar las posibles alteraciones que se generarán por el desarrollo del proyecto se identificó la estructura de las comunidades y los procesos geofísicos, químicos y biológicos que pueden resultar afectados, los cuales inciden en la forma en que trabaja y se desarrolla el ecosistema como procesador de energía y nutrientes (Krebs, 1985). Los elementos principales para definir la estructura de las comunidades fueron:

- Diversidad
- Estructura
- Conectividad
- Flujo de energía y nutrientes

Se tomaron en cuenta los siguientes procesos ecológicos durante el análisis de impactos. Se consideraron vulnerables debido a que por las actividades del proyecto, y aunque sea de manera sinérgica o indirecta, pueden llegar a tener modificaciones.

Se consideró tanto el ambiente terrestre como el marino debido a que los sistemas costeros tienen una estrecha relación con el mar y con los ecosistemas marinos. La

evaluación de los impactos a dichos procesos se apoyó en las publicaciones de Alongi (1998), Hogarth (1999), Mann (2000) y Morris y Therivel (2004) y fueron los siguientes:

Tabla 5. Procesos ecológicos tomados considerados durante la evaluación de impactos

MEDIO TERRESTRE	MEDIO MARINO
Captación de agua	Ciclo de nutrientes
Corredores biológicos	Erosión de la costa
Disminución hábitat	Cadenas tróficas y detritus
Ciclos nutrientes	Mineralización de materia orgánica
Sucesión	
Reproducción	
Intercambio de material genético	

2.4. Metodologías de evaluación

2.4.1. Listas de control (Check list)

Las listas de control pueden ser usadas para la planificación y dirección de un estudio de impacto ambiental, especialmente si se usan una o más listas específicas para el tipo de proyecto. Proporcionan un enfoque estructural para identificar los impactos claves y factores ambientales afectados. Los factores o impactos de una lista de control simple o descriptiva pueden agruparse para demostrar impactos secundarios y terciarios y/o interrelaciones del sistema ambiental, lo que permite ordenar los impactos de acuerdo con su tipo e intensidad (Tabla 6).

Tabla 6. Descripción de los tipos de impactos y su intensidad según Canter (1988) que se usaron para calificar los impactos del proyecto Casa Lote 23.

Calificación	Definición	Símbolo
Nulo	El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone	0
Adverso significativo	Representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o dañando el indicador.	-3
Adverso moderadamente significativo	Representa un resultado negativo ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o dañando el indicador	-2
Adversos no significativo	Representa una leve degradación de la calidad previa del indicador ambiental	-1
Benéfico significativo	Representa un resultado muy deseable ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador.	3
Benéfico moderadamente significativo	Representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador desde una perspectiva ambiental	2

Calificación	Definición	Símbolo
Benéfico no significativo	Representa una leve mejora de la calidad o el estado previo del indicador.	1

Para identificar los impactos se analizaron los 16 indicadores descritos previamente y se identificaron 65 posibles interacciones. Asimismo, para cada factor se evaluaron los atributos establecidos en la *Guía Para Elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Sector Turismo* de la SEMARNAT, según las siguientes definiciones de Gómez-Órea (2003).

- Signo.- Se refiere a si un impacto es benéfico o perjudicial en general para la comunidad, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, a corto, mediano y largo plazos.
- Incidencia.- Directo o indirecto. Efecto directo es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto es el que deriva de un efecto primario.
- Sinergia.- sinérgico o no sinérgico. Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.
- Aparición.- Corto, mediano o largo plazo. Se refiere a la escala temporal en la que actúa un determinado impacto.

Para realizar este análisis se tomaron en cuenta no sólo los atributos del sitio donde se desarrollará el proyecto, sino también los impactos potenciales al área de influencia. Al tomar en cuenta el área de influencia los impactos sinérgicos e indirectos pueden ser mejor calificados.

2.4.2. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold permite examinar la interacción de las obras y el medio ambiente por medio de un arreglo bidimensional: en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) y en la otra se identifican los indicadores ambientales que pueden ser afectados por éstas. Así, los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Este arreglo se realiza para examinar los factores causales de impactos específicos.

La matriz de Leopold es la metodología que de manera común se ha usado en la mayoría de los estudios de impacto ambiental en México y propone una valoración cualitativa de los impactos cuando no es posible su valoración cuantitativa. Por ejemplo, la emisión de polvos, los límites de ruido o la revisión de los parámetros físicos y químicos producen impactos muy puntuales y de permanencia limitada que dificultan su medición precisa. Por lo anterior, la valoración de cada uno de los impactos se consideró tomando en cuenta criterios cualitativos a partir de los cuales se identificaron como benéficos o adversos y como significativos, moderados o no significativos. La valoración cualitativa de los impactos se realizó según las definiciones propuestas por Canter (1988).

Sin embargo, a pesar de que la matriz engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos, ya que si bien un impacto puede ser considerado benéfico bajo determinadas circunstancias, en otras puede ser perjudicial, si no se proponen las medidas de prevención, mitigación o compensación adecuadas, de aquí que la magnitud de un impacto estará en función de las medidas propuestas.

La presente evaluación asigna el máximo valor negativo (-3) a un impacto que ocasionará el máximo daño posible. Por ejemplo, se le asignará el valor de -3 a la acción del desmonte cuando ésta implique la remoción de la totalidad de la cubierta vegetal de un predio en buen estado de conservación; sin embargo, se le otorgará un valor menor si se elimina sólo una parte de la extensión total de la vegetación del predio o solo los individuos arbustivos del mismo. De esta manera se facilita la identificación de las acciones más complejas en materia de impacto ambiental, para las cuales las medidas de mitigación serán primordiales.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

A continuación se presentan los resultados de la identificación de los impactos y su valoración en cuanto al t
intensidad, incidencia y duración.

Cuadro 7. Check list para el proyecto Casa Lote 23, ✓ = interacción, ▪ = no interacción.

INDICADOR	ACCIÓN Como resultado del desarrollo de la obra se producirá (n):		Negativo			Positivo			Persistencia		Capacidad de recuperación			
		Nulo	No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable
TOPOGRAFÍA DEL TERRENO	Pendientes o terraplenes inestables	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Cambios en la forma del terreno, orillas o cauces de cursos	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares		▪	✓	▪	▪	▪		▪	✓	▪	▪	✓	▪
	Pérdida o erosión del terreno que impidan determinados usos del área a largo plazo		▪	✓	▪	▪	▪		▪	✓	▪	▪	✓	▪
AGUA	Vertidos a un sistema público de aguas	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Cambios en las corrientes o movimientos de agua dulce o marina	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Cambios en los índices de absorción pautas de drenaje o el índice o cantidad de agua o escorrentía	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Alteraciones en el curso o en los caudales de avenidas	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Vertidos de contaminantes y residuos	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectación a mantos freáticos	✓												
RESIDUOS SÓLIDOS	Residuos sólidos en grandes cantidades	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	▪	✓	▪
	Residuos tóxicos para los humanos	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Residuos depositados en el mar	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	✓	▪	▪	✓	▪
RESIDUOS PELIGROSOS	Implicará el contacto humano con residuos peligrosos	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪

INDICADOR	ACCIÓN Como resultado del desarrollo de la obra se producirá (n):	Nulo	Negativo			Positivo			Persistencia		Capacidad de recuperación			
			No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable
	Implicará el contacto de la fauna con residuos peligrosos	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	✓	▪	▪	▪	✓
RUIDO	Mayor exposición de la gente a ruidos elevados	▪	▪	✓	▪	▪	▪	▪	✓	▪	✓	▪	▪	▪
	Mayor exposición de la fauna a ruidos elevados	▪	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
VEGETACIÓN	Cambio en la abundancia de alguna especie	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Cambios en la diversidad biológica del sitio	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectación de especies bajo protección	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Afectación especies de interés comercial	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Reducción o daño en la extensión de algún cultivo agrícola	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectación a un área de litoral o mangle	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
FAUNA	Cambio en la abundancia de alguna especie	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Cambios en la diversidad biológica del sitio	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna exótica	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Afectación a especies bajo protección	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectación a especies de interés comercial	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectación a especies de interés cinegético	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectará la migración o movimiento de la fauna terrestre o marina	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Provocará la colonización de nuevos	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪

INDICADOR	ACCIÓN Como resultado del desarrollo de la obra se producirá (n):	Nulo	Negativo			Positivo			Persistencia		Capacidad de recuperación			
			No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable
	hábitats y/o cambio de los actuales													
USOS DEL SUELO	Alterará substancialmente los usos actuales o previstos del área	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Provocará un impacto en una superficie bajo protección	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO	Un movimiento adicional de vehículos	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	✓	▪	▪	▪
	Impacto considerable sobre los sistemas actuales de transporte	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
SERVICIO PÚBLICO	*Tendrá el proyecto un efecto o producirá la demanda o la creación de servicios como:*	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Protección contra incendios	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Escuelas	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Drenaje	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
CREACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	Energía y gas natural	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Sistemas de comunicación	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Agua	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Saneamiento o fosas sépticas	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	La construcción de carreteras nuevas	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Planta de tratamiento de aguas negras	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Red de aguas blancas o pluviales	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
POBLACIÓN	Alterará la ubicación de la población humana	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Alterará la distribución de la población humana	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Alterará el tamaño de la población actual	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪

INDICADOR	ACCIÓN Como resultado del desarrollo de la obra se producirá (n):	Nulo	Negativo			Positivo			Persistencia		Capacidad de recuperación			
			No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	No significativo	Moderadamente significativo	Significativo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable
SALUD HUMANA	Aumentará el riesgo de exposición de personas a peligros asociados a eventos meteorológicos	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	✓	▪	▪	▪
	Expondrá a la gente a riesgos potenciales para la salud	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
ECONOMÍA	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Afectará la oferta de empleo	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
	Cambiará el valor del suelo	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	✓	✓	▪	▪	▪
ESTÉTICA	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	✓	▪
	Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	✓	▪
	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo	▪	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	✓	▪	▪	✓	▪
CULTURA O HISTORIA	Alterará sitios o construcciones de interés arqueológico	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectará objetos de importancia histórica que no puedan ser redireccionados	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectará de alguna manera el uso de un sitio con valor cultural-tradicional.	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectará la cultura de la región	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
	Afectará obras reguladas y protegidas por: INAH	✓	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪

Estimación cualitativa de los cambios que podrían generarse por el desarrollo del proyecto.

La evaluación cuantitativa de los impactos se realizó por medio de una matriz de Leopold modificada, utilizando los indicadores descritos previamente (Tabla 8).

Tabla 8. Matriz de Leopold para el proyecto Casa Lote 23.

INDICADOR	Acción	ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN			
		Elaboración de Estudios	Desmontes	Instalación de obras provisionales	Limpieza, preparación y nivelación de terreno (área de desplante)	Instalación y construcción del biodigestor y construcción del humedal	Obra civil	Acabados	Instalaciones	Limpieza	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones	Contratación de Empleados
TOPOGRAFÍA DEL TERRENO	*Como resultado del desarrollo de la obra se producirá (n):* Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0
	Pérdida o erosión del terreno que impidan determinados usos del área a largo plazo	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
RESIDUOS SÓLIDOS	*Producirá el proyecto* Residuos sólidos en grandes cantidades	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	-1	0	0
	Residuos depositados en el mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
RESIDUOS PELIGROSOS	Implicará el contacto de la fauna con residuos peligrosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
RUIDO	Mayor exposición de la gente a ruidos elevados	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Mayor exposición de la fauna a ruidos elevados	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0
VEGETACIÓN	Cambio en la abundancia de alguna especie	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Afectación de especies bajo protección	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FAUNA	Cambio en la abundancia de alguna especie	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna exótica	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	0

INDICADOR	Acción	ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN			
		Elaboración de Estudios	Desmontes	Instalación de obras provisionales	Limpieza, preparación y nivelación de terreno (área de desplante)	Instalación y construcción del biodigestor y construcción del humedal	Obra civil	Acabados	Instalaciones	Limpieza	Operación de infraestructura	Presencia de habitantes	Mantenimiento de Instalaciones	Contratación de Empleados
	Provocará la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	0
USOS DEL SUELO	Provocará un impacto en una superficie bajo protección	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0
TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO	Un movimiento adicional de vehículos	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0
SERVICIO PÚBLICO	*Tendrá el proyecto un efecto o producirá la demanda o la creación de servicios como:* Protección contra incendios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
SALUD HUMANA	Aumentará el riesgo de exposición de personas a peligros asociados a eventos meteorológicos	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0
ECONOMÍA	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	Afectará la oferta de empleo	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	1
	Cambiará el valor del suelo	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	2	1	0
ESTÉTICA	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0
	Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0

4. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS POTENCIALES

El *check list* de los impactos potenciales nos permitió evaluar la interacción de los impactos con los indicadores antes descritos, con este análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

De 65 impactos potenciales que un proyecto turístico puede ocasionar sobre este ecosistema para cada uno de los 16 indicadores, 41 resultaron nulos, es decir el 63%, lo que significa que el proyecto no tendrá la mayor parte de las interacciones enlistadas, esto se debe principalmente a las dimensiones del proyecto y al bajo impacto de las actividades a realizar, 17 fueron calificados como impactos adversos, lo que representa el 26% del total de impactos posibles y 5 fueron calificados como benéficos, lo que representa el 11% del total de impactos potenciales (Figura 8).

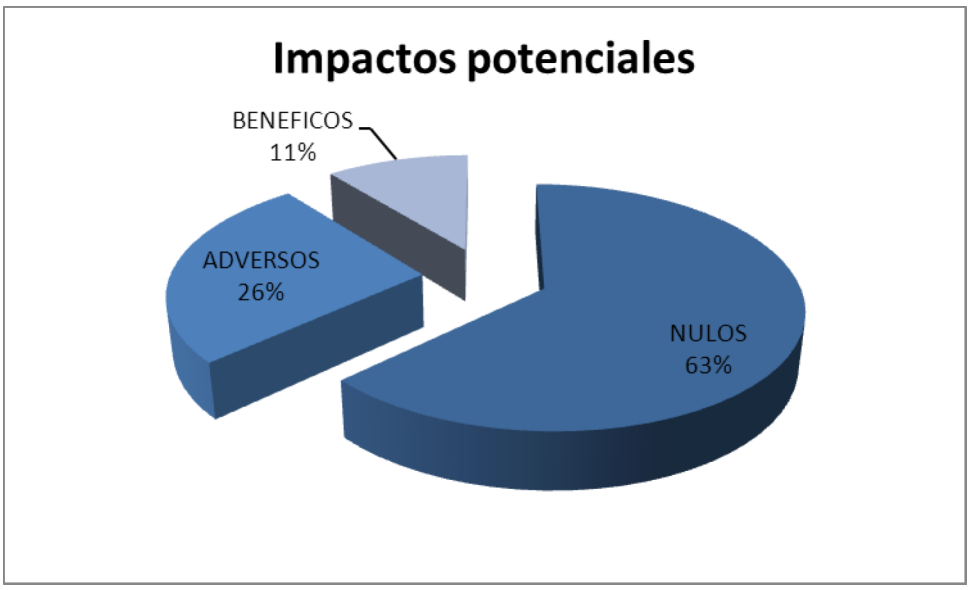


Figura 8. Tipo de efectos potenciales provocados por el desarrollo del proyecto.

Impactos Nulos

En los impactos que fueron calificados como nulos, tenemos que en el indicador "Topografía del terreno", para la actividad: "Creación de pendientes o terraplenes inestables" no existe impacto debido a que el predio presenta una topografía plana, por lo que no se generarán terraplenes elevados que pudieran provocar desplazamientos o derrumbes, así mismo, al no encontrarse el predio a orillas de un cuerpo de agua no existe la posibilidad de que existan alteraciones.

Además de dichas condiciones, también ha sido transformada por el hombre. Entre las modificaciones más importantes se encuentra la introducción y propagación de las Palmas de coco, y el cultivo de la palma chit, que actualmente cubre extensiones importantes dentro de la reserva. Además hay cambios relacionados con los desarrollos turísticos que aun cuando son de baja densidad, han provocado cambios permanentes en la zona costera de la Reserva. Debido a esta situación respecto a la vegetación, no existirán cambios en la composición y abundancia de las especies de flora, ni se

propiciarán condiciones para el establecimiento de especies exóticas, en cuanto a la reducción o daño en la extensión de cultivos agrícolas, en la zona no existe ningún tipo de cultivo, y en las áreas que se someten a evaluación se presenta una vegetación con cierto grado de afectación debido principalmente a fenómenos naturales como los huracanes, lo anterior en la zona colindante con la ZOFEMAT.

En el indicador "Fauna" fueron calificados como nulos 6 posibles impactos, mismos que son: Cambios en la diversidad biológica del sitio, Afectación a especies bajo protección, Afectación a especies de interés comercial, Afectación a especies de interés cinegético, Afectará la migración o movimiento de la fauna terrestre o marina. Estos impactos fueron calificados como nulos debido principalmente a que dentro de los polígonos que se someten a evaluación no se encontraron especies de interés comercial o cinegético, en lo que se refiere a la fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida. En el sitio se identificaron 7 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y poseen alguna categoría de riesgo por lo que es prioritaria su conservación. Del total de especies registradas, 7 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 3 de ellas en la categoría de Bajo Protección Especial, dos de ellas fueron aves y un reptil, y 4 especies en la categoría de Amenazada, tres reptiles y un ave. Además, se registraron 2 especies endémicas a la Península de Yucatán, y 2 introducidas a México.

En cuanto al indicador de "Uso de suelo", los impactos considerados como nulos son: "Alteración substancial de los usos previstos del área" en programas de desarrollo urbano y/o de ordenamiento ecológico y los "impactos sobre superficies de gran tamaño". Estos impactos fueron calificados como nulos ya que el proyecto se apega al Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Dentro del indicador Transporte y Flujo de tráfico, se han considerados como nulos los "Impactos considerables sobre los sistemas actuales de transporte y el "Aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas", al respecto en el sitio del proyecto no existen sistemas de transporte salvo los utilizados por los visitantes ocasiones a la zona, por lo que el incremento durante la etapa de construcción no afectará estas actividades y durante la etapa de operación tampoco se verá modificado o incrementada de ninguna manera la circulación de vehículos.

En cuanto a los indicadores "Servicio Público", "Creación de infraestructura", "Población" y "Salud humana" los impactos potenciales referentes a la demanda o creación de servicios como escuelas, drenaje, energía, sistemas de comunicación, agua, o alteraciones específicas a la salud humana, la realización del presente proyecto no significa ningún riesgo al respecto, ya que el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar en la cual se han considerado el uso de energías alternativas y amigables con el medio ambiente como es el sistema de tratamiento de aguas residuales a base de un humedal artificial y un biodigestor, el uso de paneles solares y utilizar los caminos de acceso con que actualmente se cuentan en el sitio.

Otro indicador en donde se encontraron impactos nulos es el de "Cultura e historia", esto debido a que dentro del predio no se han encontrado construcciones de interés arqueológico u objetos de importancia histórica, el predio no es un sitio de valor cultural-tradicional, ni se han encontrado obras reguladas. En lo que se refiere a la cultura de la región esta no se verá afectada, ya que en la ciudad Cancún, así como en las ciudades

como Playa del Carmen y Chetumal, son centros de población cosmopolitas. Esto gracias a que su principal fuente de empleo es el turismo, lo que han permitido que gente de muchos lugares venga a trabajar o simplemente a vivir en estas ciudades, por lo que hoy en día se puede decir que no hay una cultura especifica.

Impactos benéficos

Tal y como sucede en la mayor parte de los proyectos turísticos, los principales impactos positivos se reflejaron en indicadores de tipo económico y de bienestar social. El presente proyecto además de interactuar de manera benéfica con estos indicadores, también representa un impacto positivo al turismo, que es la principal actividad económica en el estado. Otro impacto positivo de gran relevancia es el aumento del valor del suelo, lo cual se da como consecuencia de la existencia de infraestructura e instalaciones de servicios.

En el predio y la ZOFEMAT hay una gran cantidad de residuos que han sido arrastrados por el mar y los huracanes, como parte del proyecto se realizarán actividades de limpieza, tanto del predio como de la playa del frente y de predios colindantes, lo que implica un impacto benéfico para la fauna marina que puede resultar bastante afectada si estos residuos regresan al mar.

Dentro de los indicadores que serán afectados, se encuentra el de población, esto se debe principalmente a dos factores: el personal contratado para la preparación, construcción y operación del proyecto provendrá del poblado de Tulum, lo que evita la migración de personas de otros estados, y el segundo es que los residentes de la casa son de estancia temporal, lo cual permite que no se altere la estructura y ubicación de la población, en ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto, además de que minimiza la intensidad del uso del sitio para el esparcimiento.

Impactos adversos

Como se mencionó anteriormente, solo el 26% de los impactos potenciales son adversos, debido principalmente a la modificación de las condiciones actuales del medio, el aumento en el uso de los recursos principalmente durante la etapa de operación y las perturbaciones al medio social y natural del área de influencia.

Tabla 8. Clasificación de los impactos adversos.

Indicadores	No significativo	Moderadamente significativo
Topografía del terreno		2
Residuos sólidos		1
Ruido		2
Vegetación	3	
Fauna	3	
Usos de suelo	1	
Transporte terrestre	1	
Salud humana	1	
Estética	3	
Total	**12**	**5**

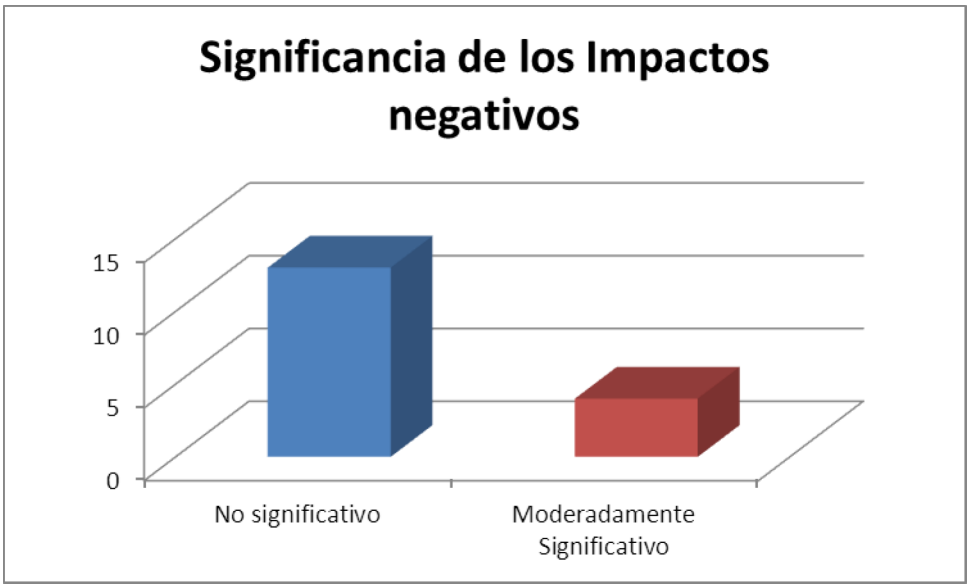


Figura 9. Significancia de los impactos negativos provocados por el desarrollo del proyecto.

A continuación se presenta una explicación de los impactos por cada uno de los factores biológicos que serán afectados por el proyecto.

Indicador: Topografía del terreno.

Impactos Moderadamente Significativos: Cambios en las topoformas, pérdida de suelo (vegetal y mineral), efectos que impidan determinados usos de suelo a largo plazo.

Los dos primeros impactos se darán en la etapa de Preparación del Sitio, debido a que es en esta etapa donde se retira la vegetación y el suelo del área donde se realizarán las obras, también se lleva a cabo la nivelación del suelo para dejarlo preparado para las construcciones, por tal motivo se cambia la topografía y se retira el suelo vegetal y parte del suelo mineral. En el predio del proyecto se removerá la vegetación en una superficie de 371.90 m^2, lo que representa el 0.094% de la superficie total del predio.

En lo que se refiere a los efectos que impidan determinados usos del suelo a largo plazo, este impacto se consideró moderadamente significativo, debido a que el área en la que se construirá la vivienda, así como la superficie que será utilizada para los servicios perderá sus cualidades naturales, por lo que no podrá ser utilizado para otros fines.

Indicador: Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.

Impactos No Significativos: Generación de residuos sólidos en grandes cantidades.

Debido a la naturaleza del proyecto este impacto se califica como no significativo, ya que si bien es cierto que desde la etapa de preparación se generarán diferentes tipos de residuos, principalmente sólidos, desde el material de desmonte hasta los residuos domésticos que generan los empleados de las diferentes etapas del proyecto, también es

cierto que los volúmenes que serán generados son fácilmente manejables, para lo cual se tendrán medidas que facilitarán el adecuado manejo y disposición de los mismos que permitirán mitigar este impacto.

Indicador: Ruido

Impactos Moderadamente Significativos: Mayor exposición de la gente y de la fauna a ruidos elevado.

El tránsito de camiones de 1.5 y 3 toneladas para el traslado de materiales y uso de herramientas y equipo durante las etapas de preparación y construcción podría ocasionar la generación de ruido en el sitio del proyecto.

En cuanto a la exposición de la gente a ruidos elevados, estos se generan principalmente por los camiones de 1.5 y 3 toneladas encargados del traslado de materiales los cuales se mantendrán apagados cuando no se encuentre en uso y las jornadas laborales serán de 8 horas como máximo. Así mismo no todas las maquinas serán ocupadas al mismo tiempo.

Indicador: Vegetación.

Impactos No Significativos: Cambios en la abundancia de algunas especies, afectación a especies bajo protección, colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales.

Estos impactos sobre la vegetación fueron considerados no significativos, debido a que se realizará la remoción de vegetación en 371.90 m^2, por lo cual solo se perderá la cubierta vegetal en el 0.094% del área total. Esta situación no representa una disminución en la abundancia de las especies presentes en el predio y tampoco cambios en la diversidad biológica del sitio. Aunque posiblemente se afectarán especies en algún estatus de protección como son la palma *Thrinax radiata* (palma chit), es pertinente destacar que se realizará el rescate de flora así como considerar que más del el 90% del predio se dejará con la cubierta vegetal que actualmente se encuentra en él.

La colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales se calificó como no significativo debido a que la afectación de desmonte será solamente en el sitio donde se desplantará la casa habitación, manteniendo el resto del predio con la vegetación natural, no se pretenden utilizar especies de ornato, por el contrario, se utilizarán las especies rescatadas para el enriquecimiento de las áreas de conservación.

Indicador: Fauna.

Impactos No Significativos: Cambio en la abundancia de alguna especie, Propiciar condiciones para el establecimiento de fauna exótica, Provocar la colonización de nuevos hábitats y/o cambio de los actuales. Estos impactos fueron calificados como no significativos debido a las siguientes razones:

Se ejecutará un Programa de Rescate de Fauna y por otro lado en cuanto inicien las actividades de preparación como desmonte y nivelación del terreno, la fauna aun en el sitio se desplazará hacia otras zonas, por lo que irán quedando prácticamente las especies más tolerantes a la presencia humana. Así, se espera poca migración de la

fauna del predio, por ello se prevé que el impacto en la abundancia y diversidad sea poco significativo.

Durante los recorridos hechos para la realización de la caracterización de la fauna en el sistema ambiental se pudo constatar que en general la fauna silvestre no es muy abundante, debido sin duda a la fragmentación del medio natural por los procesos de desarrollo en la zona. Las aves que fueron las más abundantes en esta zona por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que realizan sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose.

Del total de las especies reportadas, se puede decir que los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes en las áreas donde aún se conserva vegetación natural; las aves seguramente sólo utilizan los recursos como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

Indicador: Uso de suelo

Impacto No Significativo: Se provocará un impacto en una superficie bajo protección.

Este impacto fue calificado como no significativo debido a que el desarrollo del proyecto se apegara en todo momento a los establecidos en el presente documento de impacto ambiental y respetando los usos de suelos establecidos en los ordenamientos correspondientes que rigen en el sitio.

Indicador: Transporte terrestre y flujo de tráfico

Impactos No Significativos: Movimiento adicional de vehículos y aumento en el riesgo de circulación de vehículos motorizados.

Estos impactos se calificaron como no significativos debido a que en la zona donde se construirá el proyecto hay poco tránsito de vehículos particulares, el sistema de transporte tampoco presenta un gran impacto, ya que los contratistas se encargarán del transporte de su personal, por lo que no harán uso del transporte urbano, y debido a que el fraccionamiento está dirigido a personas de un nivel adquisitivo medio, misma que en su mayoría cuentan con automóvil propio, no se espera que haya un gran aumento en la demanda de transporte público hacia esta zona.

Indicador: Salud humana

Impacto No Significativo: Aumentará el riesgo de exposición de personas a peligros asociados a eventos meteorológicos.

Este impacto fue calificado como no significativo debido principalmente a que el número de personas que se encontraran en la casa habitación será mínimo y por periodos de tiempo relativamente cortos, ya que se utilizará principalmente para descanso. Por otro lado, la cultura de prevención en la zona cada día se fortalece más, por lo que en caso de existir alguna alerta por fenómenos meteorológicos, se procederá a la evacuación hacia los sitios seguros indicados por las autoridades correspondientes.

Indicador: Estética.

Impactos No Significativos: Cambios en una vista escénica o un panorama abierto al público cambiará la escala visual o el carácter del entorno próximo.

Estos impactos se consideraron no significativos debido a que el predio del proyecto se encuentra en una zona de reciente crecimiento, por lo que el impacto visual se reduce a un número limitado de personas, además de que el desmonte se realizará paulatinamente para disminuir tanto el impacto visual, como el impacto por suspensión de partículas de polvo. Así mismo, el diseño arquitectónico se ha llevado para crear un entorno con el paisaje, se utilizaran elementos que lo integren al paisaje lo que creará un concepto de armonía con el sitio.

Capacidad de recuperación

Impactos con efecto reversible.- Con respecto a este criterio, 16 de los 24 impactos potenciales son reversibles, y serán propiciados por los impactos que no requieren de medidas correctivas, ya sea por que concluyan una vez que cese la acción que los produjo, o bien por la recuperación en un tiempo determinado de los factores bióticos y abióticos. Entre estos se encuentra el ruido, y otras modificaciones temporales al medio.

Si bien los factores afectados por impactos negativos reversibles pueden volver a su estado natural sin la intervención de factores externos, esto no quiere decir que no se aplicarán medidas de mitigación, con el fin de minimizar el impacto, aunque sea temporal.

Dentro del proyecto no se generarán impactos irreversibles, ya que todos los impactos son susceptibles de ser corregidos mediante las medidas adecuadas.

Recuperable.- Estos impactos son los que causan un efecto que requiere de acciones externas para volver a su estado natural, dentro de los impactos generados por el proyecto encontramos 7 recuperables de los cuales 6 son impactos negativos y solo un impacto positivo, estos impactos implican los cambios a las formas del terreno y al suelo, cambios en los ecosistemas naturales (vegetación), y las modificaciones a la estética natural del sitio.

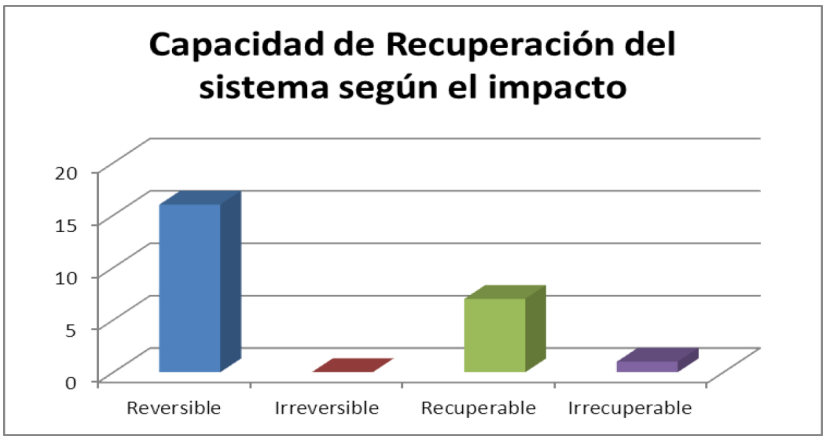


Figura 10. Capacidad de recuperación del sistema según el efecto de los impactos.

El único impacto calificado como irrecuperable, es relativo al manejo de los residuos. Ya que si se da un manejo inadecuado de los residuos, se podría incrementar la mortalidad de las especies animales por la ingesta accidental ó sujeción de alguna parte del cuerpo por residuos; en el caso de la vegetación los residuos pueden evitar que las plántulas crezcan adecuadamente. Una mala disposición de los residuos puede ocasionar que estos lleguen al mar donde es muy difícil su recuperación, por lo que se calificó este impacto como potencial e irrecuperable, y se hace hincapié en la importancia del buen manejo de los residuos. Por otra parte la magnitud y tipo de las actividades que involucra el proyecto no implica efectos permanentes que no puedan ser eliminados con las medidas adecuadas y el paso del tiempo, una vez terminada la vida útil del proyecto.

Persistencia de los Impactos

A pesar de que la mayor parte de los impactos tienen un efecto reversible o recuperable una vez terminada la vida útil del proyecto, o bien la etapa en la que fueron causados, varias acciones desarrolladas por el proyecto implican un efecto que no será temporal a corto plazo, sino permanentes, es decir los impacto con permanencia de plazo medio a largo, lo que no implica que no puedan ser reversibles, el 99% son reversibles por efectos naturales o recuperables mediante medidas de restauración (Figura 11).

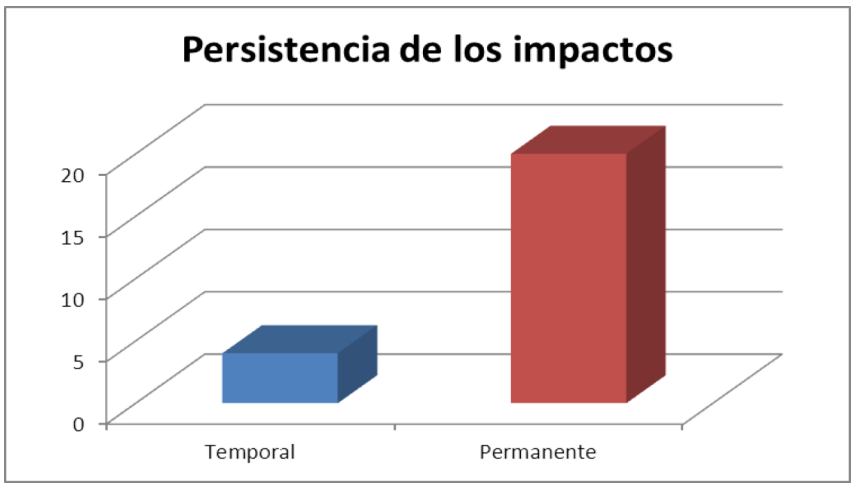


Figura 11. Persistencia de los impactos en el medio.

Sólo cuatro de los 24 impactos identificados fueron calificados como temporales, relativos a la generación de residuos, ruido, afectaciones a la salud y flujo de tráfico, ninguno fue significativo.

Los impactos ocasionados por el aumento en el flujo de tráfico, se consideraron significativos, debido principalmente a que el paso de los camiones que transportarán los materiales para la construcción del proyecto, solo circularan en los primeros kilómetros de la reserva por lo que su afectación se restringe a esta área.

Interrelación de los impactos

Siete de los veinticuatro impactos identificados fueron calificados como simples, los cuales corresponden a las afectaciones propias del proyecto tales como: impactos por ruido, salud humana y los impactos benéficos al valor del suelo.

Los impactos acumulativos se generarán por la generación de residuos sólidos, las condiciones económicas locales y regionales por la generación de empleos, y al efecto en la estética del área.

Si bien es cierto que el desarrollo de la infraestructura turística conlleva varios beneficios a corto, mediano y largo plazo para la zona, como son la generación de empleos, la derrama económica y el desarrollo social entre otros, también es cierto que se crean otro tipo de problemas como es la generación de residuos sólidos y líquidos, así como su manejo y disposición final. Para minimizar estos impactos se pondrá especial atención a la aplicación de medidas preventivas y de mitigación de este tipo de impactos.

Los impactos más preocupantes son los sinérgicos que han sido producidos por la ejecución de varios proyectos en el sistema ambiental. En el caso de Sian Ka'an esto es aún más preocupante, al ser una Reserva se debe poner mayor énfasis en el cuidado de los impactos sinérgicos ocasionados por proyectos turísticos y turísticos residenciales. Estos conllevan una mayor exposición de la fauna a ruidos elevados, provocando cambios en la abundancia de algunas especies, así como afectación a especies bajo algún estatus de protección, cambios en el uso del suelo y un mayor flujo de tráfico.

Los impactos ocasionados por ruido son muy puntuales y temporales. En el caso del presente proyecto son poco significativos, ya que la zona de influencia del proyecto tiene un uso turístico de baja densidad y no existe una gran movilidad de visitantes, en cuanto a la fauna, la mayoría de las especies en esta área de la zona costera son especies tolerantes habituadas a impactos poco significativos. Tal y como ya se mencionó anteriormente, los principales impactos se darán en la etapa de construcción ya que durante esta fase del proyecto se generarán ruidos provenientes de la maquinaria, trabajadores y por los camiones que transporten el material.

Considerando el porcentaje en la superficie de desmonte que se utilizará para realizar el proyecto, y que estos serán rescatados, la pérdida de individuos por el desmonte durante la etapa de preparación es un impacto calificado como no significativo. Sin embargo, ésta se suma a la pérdida general de cubierta vegetal de la zona costera de la Reserva. Asimismo los impactos a la fauna se reconocen principalmente por el efecto sinérgico provocado al hábitat por este y otros desarrollos.

Otra de las consecuencias de la pérdida de vegetación es que se puede incrementar la presencia de especies oportunistas, como es el caso de *Quiscalus mexicanus* (zanate) que ya se registra en el área, esta especie puede competir o desplazar a las especies nativas. La presencia de esta especie dentro de la Reserva se puede deber a que varios predios en la zona costera ya se encuentran desarrollados.

Durante la etapa de operación, la presencia de habitantes y empleados del proyecto puede atraer especies de fauna oportunistas que compitan o desplacen a las especies nativas.

El transporte y el suministro de servicios en la zona de influencia, no serán afectados o modificados por el desarrollo del proyecto. El aumento de la circulación vehicular se dará por el incremento en el número de vehículos de los habitantes y camiones de transporte de material durante la etapa de construcción. Sin embargo, estos impactos se han calificado como no significativos debido a que la presencia de camiones para el transporte del material será únicamente durante la etapa de construcción y a que se prevé que ingrese una baja cantidad de vehículos a la casa durante la operación del proyecto.

En las etapas de preparación y construcción la presencia de maquinaria y trabajadores puede afectar el atractivo turístico del sitio, sin embargo, estos impactos tienen una temporalidad limitada y por la intensidad de estas actividades, el impacto no es significativo, y será de manera temporal si se suma a otros proyectos, lo cual es muy probable ya que la zona se encuentra en desarrollo.

Causa efecto

Las acciones con efecto directo relacionadas con los cambios en la forma del suelo, la producción de residuos sólidos, peligrosos, ruido, afectaciones por el desmonte, cambios en el hábitat de la fauna dentro del predio, economía y estética, son más factibles de ser prevenidos o mitigados pues son causados por el proyecto.
En cuanto a los impactos indirectos, a pesar de que hay varios impactos que pueden ser influenciados indirectamente por el desarrollo del proyecto, estos serán significativos únicamente por la sinergia con otros proyectos.

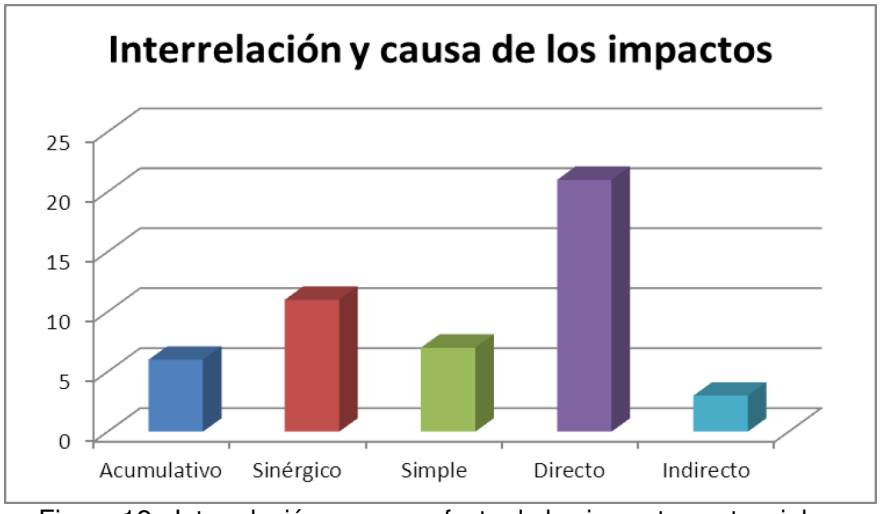


Figura 12. Interrelación y causa-efecto de los impactos potenciales.

Los cambios en el medio ocasionados por el crecimiento turístico en Sian Ka'an, y por el incremento en la intensidad de uso de los recursos naturales para las actividades recreativas, pueden modificar negativamente el medio ambiente terrestre y marino, y afectar además su capacidad de recuperación. Estos impactos se relacionan principalmente con las actividades turísticas y el cambio de uso de suelo de la zona costera, como ya fue mencionado anteriormente. Implican principalmente los cambios a la biota por la sinergia de los impactos en el medio, que ocasionan modificaciones en la abundancia de las especies de fauna y el establecimiento de especies exóticas.

5. CONCLUSIONES

El resultado final del análisis de los impactos ambientales la ejecución del proyecto Casa Lote 23, indica que en términos generales resulta en un proyecto equilibrado, ya que poco más de la mitad de los impactos identificados resultan nulos (63%). En resumen la propuesta evaluada genera un total de 24 impactos ambientales, de los cuales 17 (26 %) son negativos y 7 (11 %) positivos. De los impactos negativos son No Significativos y no se identificaron impactos altos. En cuanto a la importancia de los impactos, ésta se estimó de importancia baja, lo que indica que los impactos serán locales, en su mayoría y circunscritos al predio.

Como se puede apreciar en el análisis descrito, la realización de las actividades que constituyen la construcción y operación del proyecto Casa Lote 23, generan impactos ambientales de escasa importancia, de alcance local y que tienen una buena proporción medidas de mitigación, con lo cual se obtiene un resultado global que califica su operación con un balance positivo.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. Introducción 3
2. Medidas de mitigación. 3
2.1. Medidas generales. 3
2.2. Medidas específicas para cada etapa 6
2.2.1. Impactos en la etapa de preparación del sitio. 7
2.2.2. Impactos en la etapa de construcción. 16
2.2.3. Impactos en la etapa de operación del proyecto. 23

1. INTRODUCCIÓN

En el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental se define a las medidas de prevención y mitigación como "*El conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad*".

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto que contemplen desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales. Por otra parte, las medidas de mitigación no solo sirven para mitigar o minimizar los impactos generados por un proyecto, sino que son una herramienta que nos ayuda a prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados.

Una vez que se han identificado las actividades del proyecto en cada una de sus etapas, que puedan causar impactos, se procederá a determinar las medidas de prevención y de mitigación de los impactos ambientales.

Las medidas serán presentadas para cada actividad, de acuerdo a lo señalado en el capítulo V.

2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio y su marco ambiental, con base en el trabajo de campo y al conocimiento específico de sus atributos ambientales y analizar el impacto de las actividades que se desarrollarán en la zona del proyecto, se considera que las afectaciones potenciales provocadas por el desarrollo del mismo, son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

- Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).
- Aplicación de medidas de prevención y mitigación para cada etapa del proyecto.
- La aplicación de medidas de compensación para darle un valor agregado al proyecto.

2.1. Medidas generales.

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes en más de una etapa de desarrollo, principalmente para las etapas de preparación y construcción, como el empleo de la mano de obra, el almacenamiento y adquisición de materiales, por lo que se incluyen aquí las medidas para dichas actividades:

a) 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) serán adquiridos en casas y bancos autorizados.
- La madera empleada para cimbra y la construcción del proyecto, provendrá de aserraderos y/o casas comerciales debidamente autorizadas.

b) 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 darle un tratamiento general aún 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 grandes dimensiones.

Durante la preparación y construcción de la mayoría de los proyectos en Quintana Roo, el personal contratado corresponde a trabajadores cuyo origen corresponde a diversas zonas de la Península de Yucatán con ideas, costumbres y falta de conocimiento en temas ambientales, los impactos que comúnmente se generan por esta situación son:

- Falta de costumbre en el uso de contendores para residuos y su separación, por lo tanto la mayoría de las obras carecen de un manejo adecuado de los mismos
- Falta de uso de los baños de la obra y defecación al aire libre.

Para mitigar estos impactos, la educación ambiental y el seguimiento de las normas internas son básicos. El educar al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños portátiles y contenedores de residuos) nos permite conservar en buen estado los recursos naturales del predio y evitar impactos por malas prácticas.

Asimismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo (baños portátiles y contenedores de residuos) por parte de los encargados de supervisar su correcto manejo y funcionamiento, promueve el establecimiento de fauna exótica nociva como ratas y cucarachas, así como la contaminación de las áreas de conservación y en el caso de la zona de estudio por sus características el manto freático. Lo que puede resultar dañino para el ambiente y muy nocivo en específico para la fauna local.

Esta acción puede desencadenar una serie extra de impactos ambientales, ya sea a la vegetación y a la fauna directamente, o indirectamente por la acumulación de residuos, por lo que se proponen las siguientes medidas:

- Sensibilizar al personal sobre la importancia del uso adecuado de la infraestructura de apoyo, lo que se hará periódicamente mediante un programa de pláticas durante el tiempo que duren las obras.
- Se acondicionarán suficientes contendores de residuos para evitar que se coloquen de manera inadecuada los residuos, dichos mismos que serán etiquetados o rotulados según el código de coloración para la separación de los residuos sólidos de acuerdo con el Artículo 33 del Reglamento de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
- Los contenedores tendrán tapa y serán colocados en sitios estratégicos preferentemente con sombra.
- Se insistirá al personal en la importancia del uso de los baños.
- Dichos baños recibirán mantenimiento continuamente.
- Se mantendrá una continua vigilancia a las actividades de los trabajadores para supervisar que se este haciendo uso de las estructuras de apoyo.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.

c) Concientización ambiental.

Entre las actividades de concientización ambiental se sugiere poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, de manera que sea fácilmente comprensible, sin importar el nivel de educación, entre estas actividades se propone utilizar señalizaciones y trípticos:

1. Se considera que la expresión gráfica es la forma mas atinada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión. Por lo tanto, se colocarán letreros informativos, indicativos y/o restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra, los cuales se manejarán en español y en lengua maya, considerando que muchos de los trabajadores de la zona no hablan bien el español.

2. Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:
   - Indicativos: flechas del sentido de circulación vehicular, máxima velocidad permitida, caminos, límites del predio, áreas verdes, ubicación de contendores de residuos, utilización de sanitarios portátiles, entre otros.
   - Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas o encender fogatas. Recordarán el no abandonar desechos sólidos o líquidos en cualquier parte de la obra, especificarán el tipo de residuo que se depositará en tal o cual contenedor, así como las restricciones de acceso a las áreas verdes, etc.
   - Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, bodegas), las especies de animales que se pueden encontrar dentro del predio, plantas nativas y sus características.

Figura 1. Ejemplo de un letrero para los trabajadores con fines de concientización ambiental.

2.2. Medidas específicas para cada etapa

A continuación se desglosan de manera detallada las medidas de mitigación para cada etapa de desarrollo. A manera de resumen en la tabla 1, se indican los impactos adversos en cada etapa. Durante la construcción se impactará una mayor cantidad de indicadores ambientales, sin embargo, durante la etapa de preparación aún cuando no se afectan tantos indicadores ambientales, la afectación tiene una mayor permanencia *(i.e.* la afectación a la vegetación y a las formas del terreno).

Tabla 1. Indicadores ambientales afectados durante las etapas de desarrollo.

INDICADOR	ETAPA DE PREPARACIÓN	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN
Formas del terreno	x	x	
Residuos sólidos		x	x
Residuos peligrosos			x
Ruido	x	x	
Vegetación	x	x	
Fauna	x	x	x
Usos del suelo	x	x	
Transporte y flujo de tráfico		x	x
Servicio público			x
Salud humana		x	x
Economía		x	x
Estética	x	x	

2.2.1. Impactos en la etapa de preparación del sitio.

Durante esta etapa se derivan varios impactos de la presencia de los trabajadores, del uso de camiones para el transporte de materiales de construcción y herramientas o equipos menores, 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, causando pérdida de hábitat.

Además de los daños a la vegetación y la fauna, los principales indicadores a impactar serán las formas del terreno y la generación de residuos.

Los impactos a la economía son positivos, por lo tanto no fue incluida la propuesta de medidas de mitigación.

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:

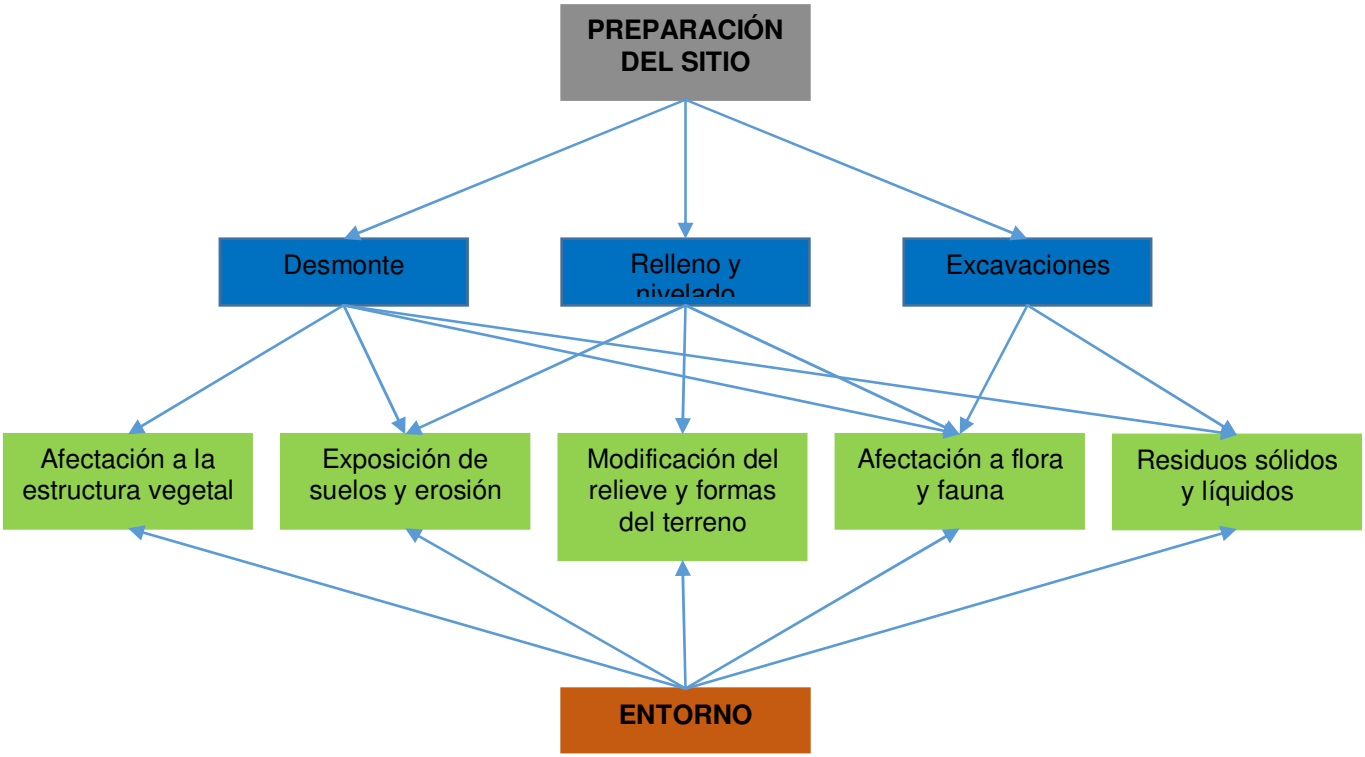


Figura 2. Diagrama de la interrelación causa-efecto de las acciones durante la etapa de preparación del sitio (Gómez Orea, 2003).

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:

- Modificación a la estructura y densidad vegetal en el ecosistema.
- Pérdida de hábitat de flora y fauna.
- 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.
- Remoción y erosión de suelos.
- Modificación al microclima de la zona del proyecto.

Por otra parte, como resultado de los diversos fenómenos meteorológicos y el oleaje la duna costera se ha ido desgajando, dando como resultado un talud muy pronunciado (Figura 3).

Figura 3. Fotografía del frente del predio tomada en mayo de 2017. Se puede observar como se desgajó parte de la duna dejando un talud de 1.8 m de altura, se conservan elementos de la vegetación.

Para evitar que esta tendencia siga y el frente cuente con protección, se proponen las siguientes medidas:

Medida de restauración:

Debido a la importancia que tienen las dunas costeras, se realizarán las siguientes actividades para garantizar la permanencia de la vegetación de conservación:

1. No permitir el paso de animales ni de vehículos o cualquier clase de equipo que implique el arrastre por estas zonas.
2. No colocar sombrillas ni camastros que impliquen el daño físico y muerte de las plántulas.
3. Se colocarán letreros indicativos de la importancia y la protección de vegetación duna costera, y restricciones de acceso.
4. Se indicarán las actividades que dañan las dunas costeras a las personas que tengan acceso al proyecto, para que no las realicen.
5. No se permitirá la extracción de plantas con fines diferentes a los del rescate y exclusivo de las áreas de aprovechamiento.
6. Se mantendrán limpias y libres de residuos sólidos todas las zonas de conservación.

La superficie de aprovechamiento será de 663.88 m^2 de vegetación de matorral costero con dominancia de *Thrinax radiata* (Palma chit), lo que equivale al 1.68 % de la superficie total del predio y al 2.05 % de este tipo de vegetación en el mismo. Dicha superficie incluye la superficie requerida para la construcción de la obra habitacional (371.90 m^2), la superficie para el humedal artificial (20 m^2), y la superficie del acceso principal (271.98 m^2). El proyecto se desplantará posterior al cordón de duna.

La nivelación y consiguiente modificación del relieve, es la actividad 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 puede modificar la dirección de los flujos naturales del agua pluvial.

Es importante mencionar, que los escurrimientos superficiales son de vital importancia para los mantos acuíferos ya que funcionan como captadores de agua.

Una vez identificados y calificados estos impactos, se proponen las siguientes medidas:

Medida preventivas:

1. Durante la planeación del proceso constructivo, se consideró la importancia de la permeabilidad del sustrato, por lo que se realizará la construcción de manera piloteada.
2. Las actividades de construcción del proyecto se programarán de manera que estas se realicen inmediatamente después del desmonte del predio, con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo.

Medidas de mitigación:

3. Se recuperará la capa de suelo fértil de la zona donde será retirada la vegetación.
4. El proyecto se ubicará detrás de la zona federal marítimo terrestre, detrás de la primera duna, por lo que no se afecta a la ZOFEMAT en cuanto a vegetación, o al relieve.

Generación de Residuos

Residuos sólidos.

Se instalará una bodega para equipos y materiales, no será necesaria la instalación de cocina, ya que los alimentos serán transportados diariamente desde Tulum, únicamente se destinará un área como comedor, esto con el fin de concentrar los desechos orgánicos en un solo lugar. También cabe señalar que los trabajadores serán trasladados diariamente desde Tulum, por lo que no se establecerán campamentos.

Durante esta etapa es cuando se produce una mayor cantidad de residuos orgánicos producto del desmonte. Las medidas de mitigación propuestas son:

Medidas preventivas

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 deberán colocar suficientes contenedores para residuos, señalizados con las leyendas de “Residuos Orgánicos” y “Residuos Inorgánicos”, esto inducirá el fomento de una cultura de separación de desechos entre el personal.
3. Se destinará un sitio ya desmontado dentro del área de desplante del proyecto para “centro de acopio” de desechos de construcción, el cual deberá estar delimitado e identificado por medio de un letrero.
4. Los contenedores para residuos orgánicos deberán contar con tapa y estar distribuidos en forma estratégica dentro de la obra, con la intención de permitir el fácil manejo de los mismos por parte de los empleados.

Medidas de mitigación:

5. Los residuos orgánicos provenientes del desmonte, deberán ser triturados conforme se avance en los trabajos de desmonte, con la finalidad de evitar la acumulación excesiva de estos.
6. Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área de trabajo.
7. Los residuos reciclables deberán ser llevados a un centro de acopio.
8. Los residuos orgánicos provenientes de las actividades de desmonte (vegetación derribada), deberán colocarse en un sitio dentro del proyecto destinado exclusivamente para este tipo de residuos (centro de acopio).
9. Estos residuos podrán utilizarse posteriormente en la elaboración de abono orgánico (composta), para el mejoramiento de suelos de las áreas reforestadas del proyecto.
10. Los desechos de construcción deberán ser retirados del predio al lugar donde la autoridad así lo disponga, lo cual deberá realizarse por lo menos una vez a la semana con el fin de evitar su acumulación dentro del predio.

11. Los residuos inorgánicos susceptibles de ser reciclados deberán, de ser posible, ser canalizados a empresas dedicadas a este proceso (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio y papel).
12. Se separarán los desechos de construcción que puedan ser reutilizados, tales como madera, alambres, varillas o cartón, entre otros.
13. 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, deberán canalizarse a compañías dedicadas al reciclaje.
14. El frente de la construcción se mantendrá limpio, quedando prohibido el almacenamiento de escombros y materiales en los predios aledaños, así como en las áreas destinadas a ser conservadas.
15. Todos los residuos, tanto domésticos, como de la construcción, que no sean reciclados o reutilizados, deberán disponerse en el tiradero Municipal de Tulum.

Residuos líquidos.

Los residuos líquidos serán en su mayor parte los provenientes de los baños para los trabajadores:

Medidas preventivas:

1. Se realizarán pláticas de sensibilización con los trabajadores acerca de la importancia del uso de los sanitarios portátiles.
2. Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada cinco trabajadores de la obra.
3. La instalación del biodigestor y el humedal se terminará durante la etapa de preparación.

Medidas de mitigación:

4. Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos dentro de la obra para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos y de preferencia en lugares con sombra.
5. La limpieza de los sanitarios portátiles se realizará por lo menos cada tercer día. Para llevar un adecuado control de la limpieza de los sanitarios portátiles, se llevará una bitácora durante el tiempo que se utilicen los mismos donde se anotarán los días en que se realice la limpieza de los mismos y el retiro de los desechos sanitarios.
6. Los sanitarios instalados en la obra serán usados adecuadamente, manteniendo normas de higiene y salubridad.
7. Quedará estrictamente prohibido defecar al aire libre.
8. La ubicación idónea del biodigestor y el humedal artificial así como la canalización adecuada de las aguas residuales y revisión constante del sistema para evitar fugas.

Acciones para el manejo y control de combustibles.

Medidas de prevención:

1. Todos los vehículos que ingresen al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones.
2. Quedará estrictamente prohibido realizar mantenimiento o reparaciones a camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios.
3. En la bodega temporal, se destinará un sitio debidamente señalizado para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse. La zona estará debidamente identificado y contará con piso impermeable y canaletas de recuperación para casos de derrames.
4. Los recipientes donde se almacenen estas sustancias deberán estar tapados y rotulados, indicando su contenido, y deberán colocarse verticalmente para evitar derrames accidentales.
5. Se deberá de contar con aserrín para ser utilizado en caso de algún derrame accidental.
6. El manejo de estas sustancias deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra.

Medidas de mitigación:

7. En caso de una avería, cuya reparación *in situ* representa un menor impacto que su traslado, se permitirá la atención al problema, siempre y cuando el lugar donde se atienda se acondicione apropiadamente para evitar el derrame de sustancias y su absorción al suelo, tal como la colocación de plástico y aserrín a manera de tapete para contener el derrame, y siempre cumpliendo con las medidas pertinentes de seguridad y procedimiento establecidas.
8. En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con aserrín; el material impregnado con estos contaminantes se colocará en bolsas plásticas y será trasladado al sitio que indique la autoridad municipal.
9. 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.

Ruido.

Los niveles de ruido se incrementarán en el área del proyecto por el uso del transporte, y equipo, así como 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 en esta etapa del proyecto, sin embargo, se proponen las siguientes medidas de prevención y mitigación para disminuir sus efectos:

1. El cumplimento de la normatividad respecto a los niveles de ruido permitidos.
2. Limitar el horario de trabajo de 7:00 a 17:00 disminuye el impacto generado por la obra.

3. Limitar el movimiento del personal y maquinaria de obra, sólo al área en que se desarrollará la misma.
4. Los equipos y maquinaria deberán estar en buenas condiciones mecánicas y 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.
5. Se deberá evitar la operación de maquinaria fuera de las horas estipuladas para evitar la contaminación por ruido.

Afectación a la vegetación.

El impacto inmediato que trae consigo el inicio de cualquier obra es la remoción de la cubierta vegetal, lo cual genera impactos negativos directos, los de mayor relevancia son los siguientes:

Pérdida de vegetación: Debido a las acciones de desmonte del predio, la cubierta vegetal se verá disminuida de manera poco significativa, únicamente se afectará matorral costero (371.90 m^2) respetando la superficie de desmonte permitido por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (400 m^2; figura 4).

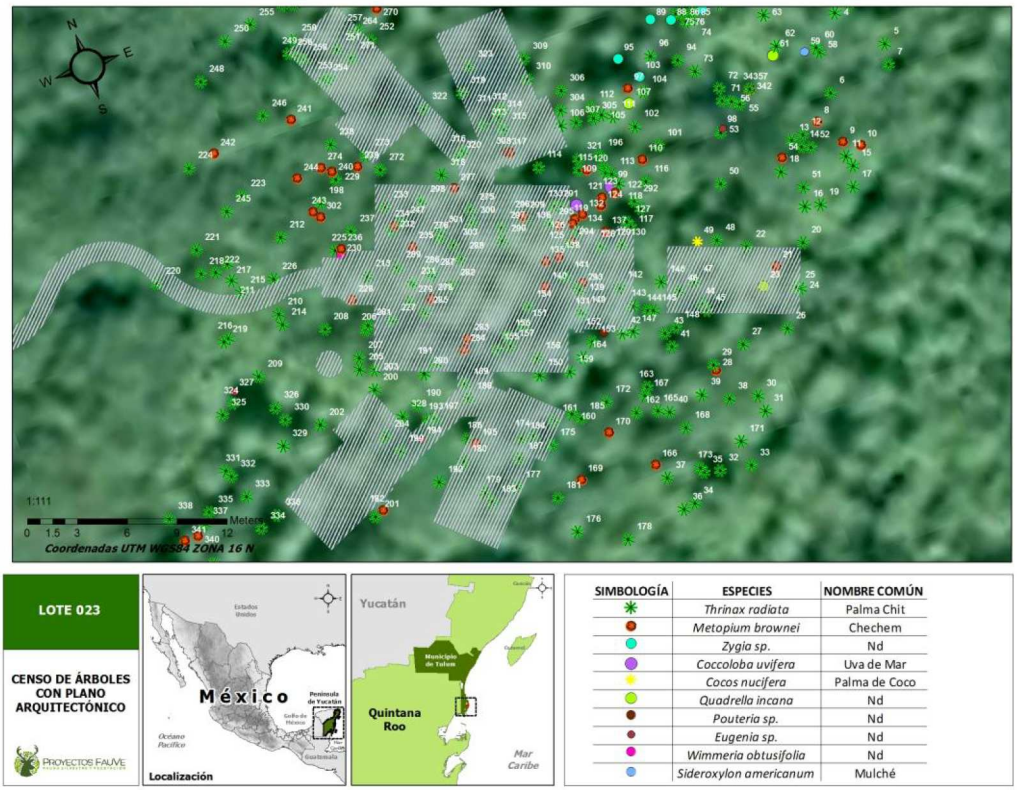


Figura 4. Individuos que se verán afectados por el desarrollo del proyecto.

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.

Pérdida de hábitat para la fauna.- Disminuye el hábitat disponible para la fauna, sin embargo el proyecto no interrumpirá totalmente la continuidad de los ecosistemas, ya que se ubica en el tercio medio del predio, por lo que al norte y al sur del predio se mantienen franjas de vegetación. 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.

Sin embargo 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 aún cuando se considera negativo tiene una repercusión limitada.

Todas las obras que constituyen el proyecto se desplantarán únicamente en vegetación de matorral costero, por lo que el análisis se limita a la afectación sobre este tipo de vegetación. Se proponen las siguientes medidas preventivas:

Medida preventivas:

1. Antes de realizar actividades de rescate de vegetación y desmonte, se limitará con cinta de seguridad u otra barrera el perímetro del área a desmontar, esto con el fin de no rebasar los límites del área permitida para realizar estas actividades

Figura 5. Imagen de la delimitación de una obra con cinta de seguridad.

2. De manera previa al desmonte, se realizará el rescate de vegetación en las zonas de matorral costero que se afecten por las obras, se mantendrán en un vivero provisional para su adaptación y posterior utilización en las zonas a reforestar y restaurar (área de maniobra). En especial se recomienda el rescate de las plántulas y semillas de la palma chit (*T. radiata*) que está protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de importancia señaladas en el Capítulo IV.

3. Se instalará un vivero provisional, el cual deberá ubicarse en una zona sombreada dentro del área de desplante del proyecto, o bien en alguna zona limítrofe al área de maniobras a la cual se tenga fácil acceso y se encuentre libre de estrato herbáceo y arbustivo.

Medidas de mitigación:

1. El chapeo y desmonte se realizará únicamente en el área de maniobras y desplante del proyecto.
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. Durante el desmonte del área de maniobras, se tratará de evitar la afectación de individuos adultos del estrato arbóreo que no se encuentren dentro del área de desplante del proyecto así como en el área de maniobras.
4. Se recuperará la capa de suelo fértil de la zona donde será retirada la vegetación.
5. El rescate de la vegetación se deberá realizar en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol.
6. La poda de la vegetación a las orillas del acceso y en zonas límite con el área de desplante se realizará de forma manual y controlada.

Medidas de restauración

1. Las actividades a realizar dentro del predio serán: 1) reforestación y restauración de la vegetación de matorral costero en las áreas que sean de maniobra del proyecto la cual será únicamente de 5 m perimetrales al área de aprovechamiento.

La restauración comprenderá actividades de limpieza y recuperación del sustrato así como reforestación. Se realizará en las áreas afectadas para las maniobras de construcción, donde se perderá la vegetación y se originará cierta compactación por el tránsito peatonal y vehicular. Se realizará en primer lugar el retiro de todos los residuos y materiales que se hayan fijado al sustrato para recuperar la capa original del suelo. En caso de haber originado depresiones se les colocará arena extraída de las áreas de aprovechamiento. Una vez limpio, se procederá a la reforestación con las especies recomendadas.

Las especies que serán utilizadas para la reforestación y restauración son especies de matorral costero que crecen en las zonas no perturbadas, pudiendo añadir algunas de las reportadas para la zona de Sian Ka'an además de las provenientes del rescate de las áreas de aprovechamiento.

Nombre común	Nombre científico	Zona de la duna
Lirio de mar	*Hymenocallis litorallis o caribaea*	Frente de duna
Chit	*Thrinax radiata*	Cresta

Afectación a la fauna.

La etapa de preparación del sitio, además de la pérdida de la vegetación por el desmonte del predio, también implica una afectación a la fauna, por la pérdida y disminución del hábitat, además de afectar 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.

Al aplicar las medidas de prevención y mitigación en la etapa de preparación, se espera que las especies de fauna presentes se desplacen hacia otros sitios más seguros, y que las especies de lento desplazamiento o de alta fidelidad a su ámbito hogareño, que no pueden desplazarse, no sean afectadas.

Medidas preventivas:

1. Previo a las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento y reubicarlos en zonas más seguras.
2. 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).
3. No se colocarán barreras físicas como bardas alrededor del predio, con el fin de facilitar el paso de la fauna.

Medidas de mitigación:

4. Se colocarán 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.
5. Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.
6. No se permitirá la introducción de fauna exótica, especialmente gatos y perros.
7. Se recomienda la contratación de un residente de obra con la formación necesaria para supervisar las actividades de rescate y manejo de flora y fauna, y educación ambiental.

2.2.2. 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 las actividades son más intensas, como el movimiento de equipo, de personal y la generación de ruido.

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, los efectos sinérgicos como la acumulación de residuos pueden ser significativos.

Considerando las características ambientales del sitio y las alteraciones ya realizadas a los distintos ecosistemas durante la etapa de preparación, los impactos potenciales en la etapa de construcción son factibles de mitigarse tomando las medidas adecuadas.

A continuación se presenta el diagrama causa-efecto que marca los principales indicadores afectados durante esta etapa: los impactos generados.

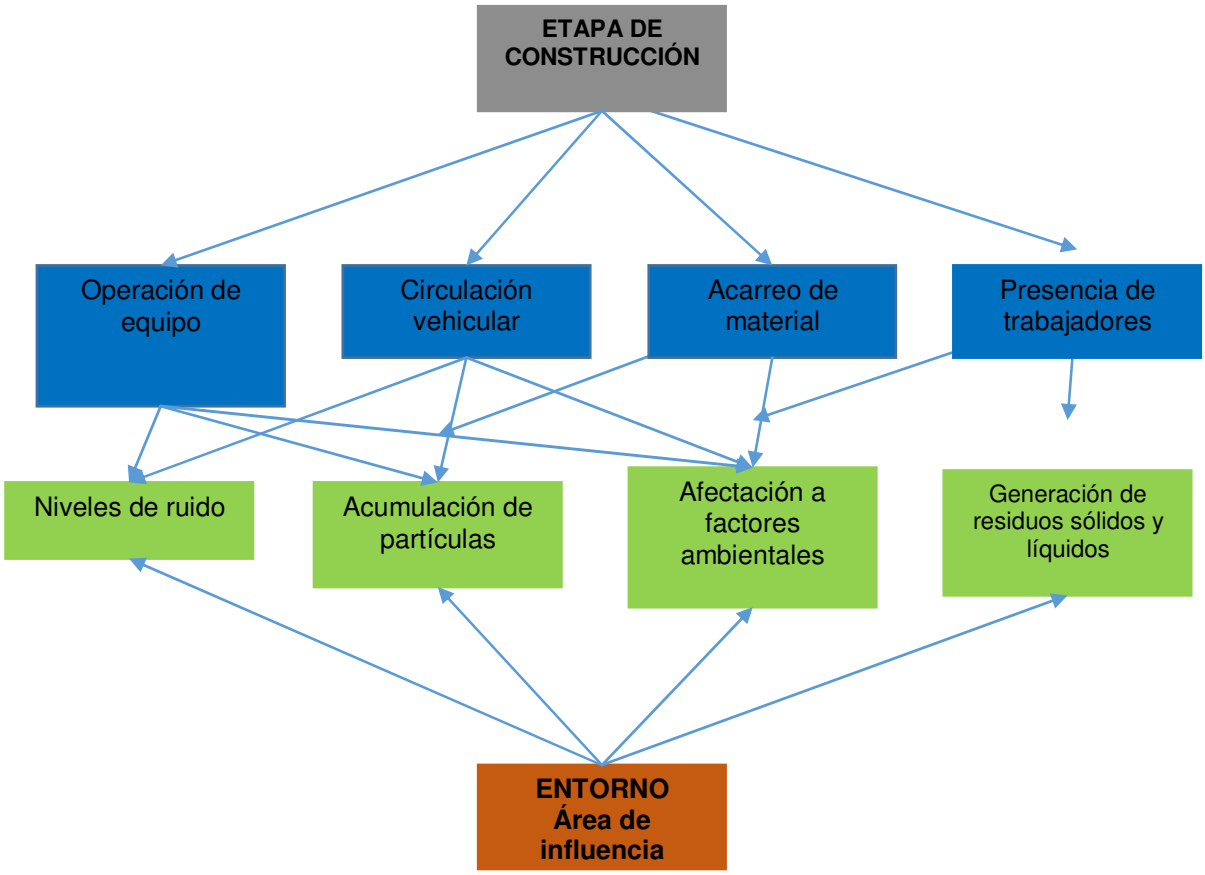


Figura 6. Diagrama de la interrelación causa-efecto, de las acciones durante la etapa de construcción del sitio modificado de Gómez Orea (2003).

Uso de suelo

Durante esta etapa del proyecto el impacto al uso de suelo no aumenta por el desmonte sino por la reversibilidad de las actividades. En los proyectos donde se realizan cimentaciones en las que se requiere la compactación y relleno del suelo, es uno de los indicadores con efectos permanentes.

Para el desarrollo del proyecto sólo se usará el 0.94 % de la superficie total del predio.

Medidas de mitigación:

1. Los metros cuadrados de construcción respetan el límite permitido de 400m^2.

2. El proyecto se pretende desplantar en el tercio medio del predio en dirección Norte-Sur, como lo marca el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.
3. El proyecto se desplanta después de la cresta de la duna costera.

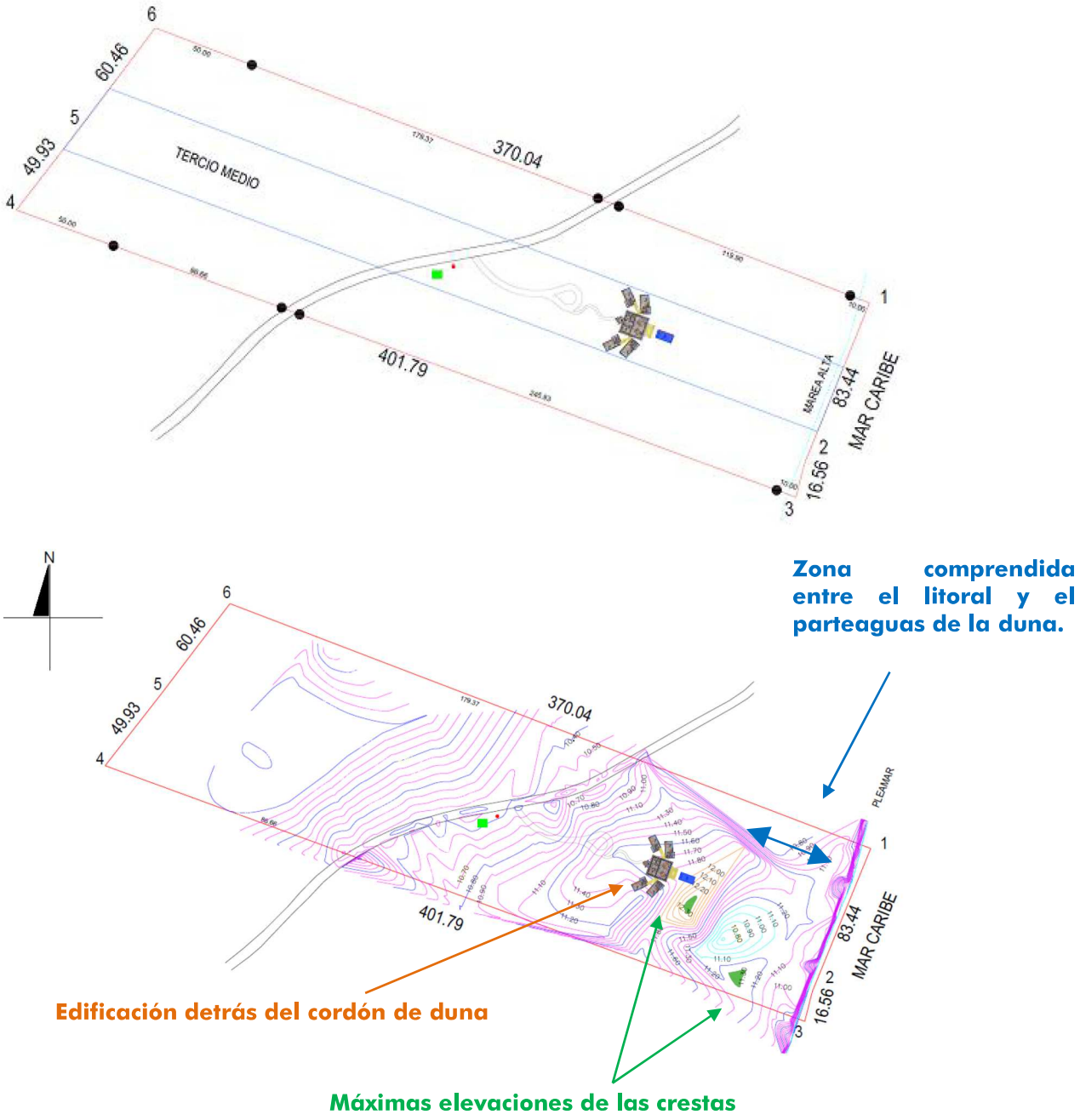


Figura 7. Ubicación del proyecto dentro del tercio medio y después del cordón de duna.

Generación de residuos.

Acumulación de partículas de polvo.- La acumulación de partículas de polvo 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 estas sustancias, el suministro de combustible de los equipos se realizará diariamente y fuera del área del proyecto.

Medidas de prevención:

1. Como parte del programa de educación ambiental, se realizarán pláticas con el personal para sensibilizarlo sobre la importancia de colocar los residuos en los contenedores y de hacer el uso correcto de ellos.
2. Se colocarán suficientes contenedores para residuos mismos que serán etiquetados o rotulados según el código de coloración para la separación de los residuos sólidos de acuerdo con el Artículo 33 del Reglamento de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
3. Los materiales pétreos que sean adquiridos deberán ser transportados húmedos y serán tapados con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo.
4. Diariamente se realizará el riego de las áreas que se encuentren desmontadas para evitar la dispersión de partículas de polvo.

Medidas de mitigación:

1. Se realizará la separación de residuos de acuerdo a su naturaleza y con base en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
2. Los desechos orgánicos derivados del consumo de alimentos en el comedor, serán separados, para su posterior traslado donde la autoridad municipal lo determine.
3. Los residuos orgánicos e inorgánicos que no sean reciclables, serán almacenados en bolsas de plástico y colocados en contenedores, y serán dispuestos donde la autoridad municipal lo determine.
4. Los envases de sustancias peligrosas tales como pinturas, aceites, cloro, fertilizantes etc. deberán ser colocados en un contenedor especial para su posterior traslado al sitio donde la autoridad lo señale.

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. Aun así, se implementarán medidas para disminuir al máximo los impactos.

Medidas de prevención:

1. Se utilizará maquinaria que se encuentre en óptimas condiciones.

2. Se implementará un horario de trabajo que limite la jornada laboral a las horas con menor actividad de la fauna.

Medidas de mitigación:

3. Cumplir con la normatividad respecto a los niveles de ruido permitidos.
4. Limitar el movimiento del personal de obra, sólo en el área en que se desarrollará la misma.

Afectación a vegetación.

Para evitar afectar a la vegetación circundante, 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 incluyen actividades dirigidas hacia todos los trabajadores durante el proceso de construcción, que tienen como propósito proteger a las distintas especies de flora.

Medidas preventivas:

1. Se delimitará el área de trabajo con cinta de precaución para evitar que se afecten áreas de vegetación fuera de las de trabajo.
2. Se realizará el riego constante durante el periodo de construcción en las áreas desmontadas, con el fin de evitar la dispersión de partículas de polvo.
3. Todos los vehículos que transporten material contarán con lonas de protección y el material deberá ser transportado húmedo.
4. Se mantendrá una vigilancia constante sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a la vegetación ya sea de forma intencional o imprudencial.
5. Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a cualquiera especie de flora nativa en las áreas verdes y de conservación.

Medidas de mitigación:

6. Se limpiarán con un aspersor de agua las plantas que presenten cantidades excesivas de polvo en sus hojas con el fin de no disminuir su actividad fotosintética.
7. Se dará el mantenimiento necesario a las plantas provenientes del rescate y serán mantenidas en el vivero hasta su reintroducción, con la finalidad de mantenerlas en óptimas condiciones para su posterior transplante en las zonas de reforestación.

Afectación a la fauna.

Durante esta etapa, la intensidad de las actividades y las perturbaciones indirectas resultantes de las actividades de construcción son las principales responsables de la modificación y alteración de la conducta de la fauna. Para evitar impactos significativos por estas actividades se proponen las siguientes medidas.

Medidas preventivas:

1. Antes de las actividades de construcción, el área del proyecto deberá ser revisada nuevamente para evitar que algún individuo de fauna quede atrapado entre los residuos de vegetación, o haya reingresado al área.
2. Todos los vehículos que transiten por el camino de terracería que conduce al predio del proyecto, se sujetarán a los límites de velocidad establecidos.
3. No se permitirá la introducción de fauna exótica, especialmente gatos.

Se instalarán una serie de señalizaciones con el fin de proteger a la flora y fauna, tales como:

- No alimentar a la fauna.
- Se indicarán qué animales pueden encontrarse dentro del predio.
- No molestar a la fauna.
- No depositar residuos fuera de las zonas indicadas.
- No provocar ruido innecesario.
- No remover, colectar o dañar vegetación.
- No remover, colectar o dañar ningún tipo de fauna.

Medidas de mitigación:

1. Limpieza constante de las áreas de trabajo especialmente el área de comedor, para evitar proliferación de fauna nociva.
2. Se pondrá a disposición de las autoridades a toda persona que afecte de manera ilegal a cualquiera especie de fauna.
3. Si se detectan especies ferales, serán retiradas fuera de la Reserva.

4. Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso inmediato a la Dirección de la Reserva.
5. Se tendrá especial atención con los animales domésticos que se puedan presentar en el predio, con el fin de que sean retirados de manera inmediata.
6. Hasta el momento no se ha registrado la presencia de tortugas marinas en el área de playa del proyecto, sin embargo, se anexa una serie de acciones de conservación, protección y manejo de estas especies, en caso de que llegaran a presentarse.
7. Se deberá evitar al máximo la presencia de objetos que obstaculicen el uso de la vegetación por parte de la fauna nativa.
8. En las áreas exteriores deberán instalarse focos de baja intensidad y de preferencia en color ámbar, evitándose en lo posible la alteración de la conducta de la fauna por la iluminación excesiva.

Las acciones tomadas respecto a la sensibilización de los trabajadores en la etapa de preparación serán benéficas en esta etapa, se reforzarán estas acciones y se les dará mantenimiento constante a las señalizaciones.

Salud humana

Durante la etapa de construcción los impactos a la salud humana son más factibles de ocurrir, ya que por las mismas acciones de construcción es posible que sucedan accidentes, los cuales atenten contra la integridad física de los trabajadores. Por esta razón se presentan las siguientes medidas de prevención:

Medidas de prevención:

1. El personal de obra deberá contar con equipo de seguridad que permita mantenerlo protegido (casco, lentes y botas con casquillo).
2. Desde el primer día de labores se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios que contenga lo básico (gasas, alcohol, antiséptico, algodón, curitas, analgésicos, antidiarreicos, etc).
3. Se deberá contar con radio y con un vehículo en el área del proyecto en caso de ser necesario trasladar algún herido hacia el hospital más cercano.
4. En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, este deberá ser retirado por lo menos 24 horas antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.

Transporte y flujo de tráfico

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, lo que ocasiona impactos significativos, si bien no a la fauna del interior del predio, si a las del área de influencia.

Medidas preventivas:

1. Se colocarán los señalamientos indicando los límites de velocidad.
2. El horario de trabajo se limitará de 7:00 a 17:00 h.
3. Con el fin de evitar la deposición de polvo y tierra sobre el follaje de la vegetación circundante al proyecto, se regará el acceso y la zona de obras cuando el acarreo de material sea muy intenso.
4. Todos los vehículos que transporten material deberán de traer una lona de protección.

Estética

La etapa de construcción es una de las más impactantes en este aspecto debido al movimiento de maquinaria, material, presencia de albañiles, acumulación de residuos, etc., para lo cual se proponen las siguientes medidas.

Medidas preventivas:

1. Al realizar el proyecto en el tercio medio del predio y después de la cresta de la duna costera se proporciona una barrera física que hace casi nula la vista hacia el área de maniobras.
2. El movimiento de material se programará en un horario adecuado con el fin de no provocar conflictos viales en la zona.
3. Se colocará el número suficiente de contenedores para residuos.

Medidas de mitigación:

4. Se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente.
5. Se mantendrá la vegetación del predio, misma que rodea al proyecto.

2.2.3. 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.

Demanda de Agua.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores el proyecto no incluye la perforación de pozos para abastecerse de agua. El agua utilizada, será obtenida en pipas por empresas autorizadas. Para el tratamiento de las aguas residuales se construirá un sistema mixto de tratamiento de agua, descrito anteriormente (Ver capítulo II).

Por las dimensiones del proyecto, el gasto de agua se reduce al uso de baños, cocina y alberca por lo que se considera que no habrá impactos significativos.

Como parte de las medidas de prevención consideradas, tenemos:

1. Revisión periódica de las instalaciones hidráulicas, para evitar fugas del recurso.
2. El uso medido y conciente de este recurso.
3. Instalación de equipos ahorradores de agua en sanitarios (wc, regadera y lavabo) y cocina.
4. Verificar que las pipas contratadas para el abastecimiento del recurso provengan de un distribuidor autorizado.
5. Colocar una cubierta a la alberca para evitar la evaporación innecesaria del agua.
6. Verificar constantemente que los servicios sanitarios así como las tomas de agua no presenten fugas.
7. Utilizar un sistema de tratamiento para el agua de la alberca que permita mantenerla limpia y cambiarla lo menos posible, (el sistema propuesto permite cambiar el agua una vez al año y solo en caso de ser estrictamente necesario).

Generación de residuos líquidos y sólidos.

Durante la fase de operación se generarán residuos diariamente, por lo que un manejo inadecuado de éstos puede causar impactos como la intrusión de residuos en la vegetación ó en la playa, pudiendo resultar peligroso para las zonas arrecifales o la fauna silvestre terrestre y marina; ó 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 las aguas marinas aledañas, afectando de igual forma a las zonas arrecifales.

Medidas preventivas:

1. Se contará con el número adecuado de contenedores para residuos, con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva, los cuales permanecerán siempre bien tapados.
2. Los residuos sólidos serán separados adecuadamente según su naturaleza, para una mejor disposición y serán retirados por lo menos cada tercer día y entregados a los camiones recolectores del poblado de Tulum.
3. Se realizarán actividades para el mantenimiento constante de las tuberías.
4. Se realizarán actividades para el mantenimiento oportuno del biodigestor.

Medidas de mitigación:

5. Las aguas residuales y de desecho generadas por la operación del proyecto serán tratadas por un sistema mixto de tratamiento.

6. 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.
7. Se mantendrá un programa sistemático de limpieza, en todas las áreas del proyecto y las aledañas al mismo.
8. Se realizarán actividades de limpieza y recolección de residuos en el área de playa del predio y áreas colindantes.

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 aún 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 desarrollo del proyecto. Por lo anterior, se deberán de tomar las medidas de mitigación correspondientes:

1. El equipo que se adquirirá será el que genere menor ruido y este se colocará dentro de la casa en el cuarto de servicios.
2. El equipo recibirá de manera constante mantenimiento preventivo.
3. Se evitará el uso de equipos de video y sonido a altos niveles de volumen.

Salud humana

Durante la etapa de operación es menos probable que ocurran impactos a la salud humana. Estos fueron considerados, ya que el predio se encuentra en un área de riesgo, que ya ha sido afectada por huracanes, por lo que de no llevarse a cabo las medidas adecuadas puede resultar riesgoso.

Medidas de prevención:

1. En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida de los empleados y los habitantes de la casa, estos deberá retirarse por lo menos 24 horas antes de la llegada del fenómeno natural.

Considerando que los propietarios aplicarán las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas y con el fin de que las propuestas se encuentren dentro de un esquema coherente y de fácil aplicación, en el capítulo VII la promovente se compromete a implementar un Programa Integral de Manejo Ambiental, además de las medidas ya implementadas en éste capítulo.

Por otro lado, aunque el proyecto se considera viable, toda vez que se encuentre dentro de los lineamientos establecidos para la reserva, puede, sin embargo, producir daños graves al ambiente y sus ecosistemas por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto, en este caso, la promovente se compromete a llevar a cabo las recomendaciones de la autoridad en cuanto a la fijación de una fianza para garantizar la reparación de los daños que pudieran generarse durante las distintas etapas del proyecto.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. Introducción 3
2. Antedecentes 3
3. Diagnóstico ambiental 5
4. Identificación de los elementos críticos para la realización de los pronósticos ambientales 8
5. Pronósticos Ambientales 9
6. Programa de vigilancia ambiental 12
7. Acciones de restauración en caso de abandono del sitio. 14
8. Conclusiones 15

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de tener una visión integral de la zona donde será construido el proyecto, se han analizado las condiciones ambientales regionales en el marco ambiental del proyecto (Capítulo IV).

El establecimiento de construcciones de tipo habitacional, ocasiona invariablemente impactos negativos en las características de un sistema ambiental. El deterioro de un ecosistema está en función de la cantidad de impactos que incidan sobre él, así como de su magnitud, en este caso la vegetación sufrirá inminentemente un cambio de uso de suelo producto de la construcción de un inmueble para la habitación humana. De igual forma, las diferentes actividades implicadas en el establecimiento de la infraestructura interfieren, en mayor o menor grado, en la estabilidad del sistema.

Dentro de los lineamientos que rigen las acciones en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, se encuentra el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, el cual establece las políticas aplicables a cada Unidad de Gestión Ambiental, así como los usos predominantes, compatibles, condicionados, incompatibles y los criterios aplicables. Por último, la habitación del inmueble traerá como consecuencia la generación de residuos sólidos domésticos, aguas sanitarias, contaminación acústica y otras consecuencias que pueden resultar en el detrimento de componentes ambientales como la calidad del agua subterránea. Es importante hacer mención de que existen otros impactos asociados a la intrusión antropogénica que repercuten sobre el estado de conservación de un hábitat.

No obstante, a pesar de lo anterior, es posible mantener un equilibrio general en el sistema para no propiciar inestabilidades ambientales a nivel regional. Para ello, es necesario implementar medidas que pueden minimizar el impacto del proyecto sobre el ambiente, tal es el caso del establecimiento de áreas de no afectación de la vegetación o la correcta disposición de las instalaciones sanitarias que controlen el flujo de las aguas negras generadas, así como un correcto manejo y disposición final de los residuos sólidos producidos.

En este capítulo se analiza la interacción de los procesos biológicos con las actividades antropogénicas, de esta manera es factible proyectar los impactos acumulativos y los de largo plazo que tendrá el proyecto sobre el área de influencia, así como los impactos más directos y puntuales en el sitio.

2. ANTEDECENTES

En México, el periodo que comprende de la década de los años cuarentas a los ochentas, el desarrollo turístico se concentró en el turismo de sol y playa como modalidad dominante o tradicional. Sin embargo, a partir de la globalización han surgido nuevas tendencias, por

ejemplo; el ecoturismo, el turismo religioso, turismo social que engloba al cultural, recreativo, deportivo y el educativo. Y más recientemente el de negocio, médico o de salud, y el turismo de accesibilidad.

Según Herrera Romero (1997:43), el turismo residencial "es la modalidad particular del turismo que se caracteriza por un pronunciado conjunto de relaciones y fenómenos que se suscitan por el desplazamiento voluntario y periódico, de su lugar de residencia habitual hacia una residencia secundaria por un motivo de descanso y recreación".

El turismo residencial es una forma especial de hacer turismo, ya que tiene características particulares, dentro de las cuales se tiene que el turista no hace uso de servicios de alojamiento tradicional, el poder adquisitivo de los turistas es alto, en virtud de que se debe cubrir el mantenimiento de una segunda residencia, la principal actividad que realiza el turista es el descanso, y por lo general la estancia es realizada los fines de semana o puentes, dichas cualidades lo distinguen del resto de la actividad turística.

A diferencia de la definición tradicional de turismo, se refuerzan dos puntos centrales: el primero y el más importante, es el hecho de que el turista no utiliza servicios ni estructuras turísticas comerciales para la pernocta, sino que aprovecha una estructura habitacional (casa o departamento) que suele haber comprado o que renta fuera del sistema de alojamiento hotelero.

En cuanto a las relaciones y fenómenos económicos, se contempla que cuando el turista realiza el desplazamiento, incluyendo trayecto y estancia, hace uso de servicios turísticos y no turísticos, como es el caso de tiendas de abarrotes, gasolineras o farmacias. La implementación de esta alternativa turística, dio paso a la generación de diversas fuentes de empleo, las cuales se caracterizan por ser de bajo nivel profesional, siendo una buena oportunidad laboral para los lugareños, quienes se desempeñan en quehaceres como vigilantes, empleadas domésticas, jardineros, entre otros. En estos empleos, no se requiere un elevado nivel de estudios (Arias, 2007).

Del mismo modo, al hacer los gastos de mantenimiento de la segunda residencia, como son: gas, luz, impuestos, entre otros, se contribuye con la economía de la región y no con los servicios turísticos. Por último, los fenómenos de tipo físico se aprecian claramente con la presencia de éste tipo de turismo, ya que los inmuebles y en sí la urbanización, se ven modificados a consecuencia de la intervención de los turistas residenciales (Arias, 2007).

Sin embargo el turismo-residencial al igual que el turismo tradicional, trae consigo afectaciones tales como:

- Pérdida de cubierta vegetal.
- Afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Contaminación de mantos freáticos.
- Afectación a zonas arrecifales.

- Pérdida de playas por construcción sobre dunas costeras.
- Presión ambiental hacia Áreas Naturales Protegidas ubicadas cerca de los polos turísticos y/o poblacionales.
- Fraccionamiento de los corredores biológicos o de hábitats.
- Problemas sociales por una falta de planeación en el crecimiento turístico y poblacional.

En el caso específico de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, estas afectaciones son menores, ya que se cuenta con una regulación para el establecimiento de viviendas así como de hoteles, que permiten el establecimiento de estos siempre y cuando se cumpla con los límites permitidos para el desarrollo de los mismos.

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El 20 de Enero de 1986 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Decreto Presidencial que crea el Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an, con una superficie de 528,147.6 ha, ubicada en los Municipios de Felipe Carrillo Puerto y Cozumel (actualmente Tulum) en el Estado de Quintana Roo.

De acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva (SEMARNAP-INE. 1993), las normas de uso y la zonificación básica de Sian Ka´an (INE, 1996), la reserva se dividió en dos grandes áreas: las zonas de amortiguamiento y las zonas núcleo. El área de estudio se ubica en la zona de amortiguamiento.

Debido a que la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an mantiene características en común con otras dos Áreas Naturales Protegidas que fueron decretadas de manera independiente, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) integra en un sólo Programa de Manejo a éstas con el nombre: Complejo Sian Ka'an.

El Complejo Sian Ka'an abarca los polígonos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian ka'an.

El Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an define con claridad las estrategias de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y los ecosistemas. El Programa de Manejo es un instrumento complementario al decreto del Área Natural Protegida y a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). El Programa considera en su estructura tanto las necesidades de conservación como las necesidades de uso de los actores que inciden en el Complejo. Además, contempla acciones y reglas administrativas orientadas a la protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura, educación y gestión.

El proyecto Casa Lote 23 se localiza como lo hemos comentado en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an mismo que se incluye en el Complejo Sian ka'an, por tal motivo es obligación de la promovente vincular a su proyecto con el Programa de Manejo y cumplir con todos los preceptos que éste dicte.

A continuación se presenta la vinculación del Proyecto Casa Lote 23 con el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.

Zonificación

La zonificación propuesta para el Complejo Sian Ka'an se fundamenta en lo establecido en los decretos de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. De este modo, la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an se zonifica en Zonas Núcleo y Zonas de Amortiguamiento y subzonifica en otras áreas.

El predio del proyecto Casa Lote 23 se localiza en la Zona de Amortiguamiento en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), misma que abarca una superficie de 1,459. 2296 ha y está constituida por 14 polígonos.

Las Subzonas de aprovechamiento especial costera corresponden a aquellas superficies que se caracterizan por contener vegetación de duna costera típica de la Península de Yucatán, manglares de franja y manglar chaparro, también, se ubican zonas alteradas donde existían grandes plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*). En ella se ubica el campamento conocido como María Elena, fundado por pescadores provenientes de Cozumel, localizado en la porción central de la costa de Sian Ka'an; este campamento es el más alejado y no cuenta con caminos de acceso, además contiene predios de propiedad privada, en donde se permite la realización de actividades turísticas de bajo impacto ambiental y la instalación de infraestructura habitacional y de servicios, congruentes con políticas ambientales que permiten la permanencia de los recursos naturales, generando beneficio público, sin provocar un desequilibrio ecológico grave y sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales que se establecen en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.

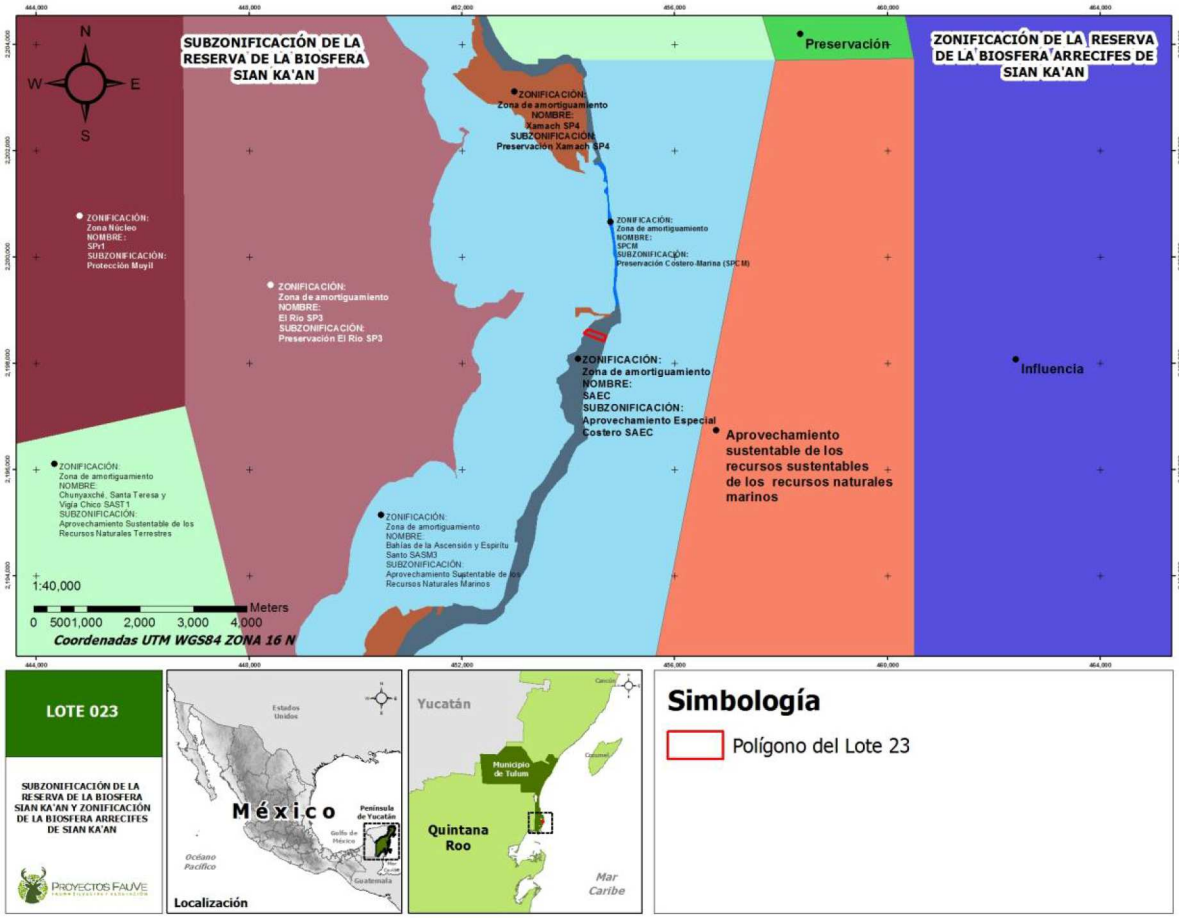


Figura 1. Ubicación del predio del proyecto con relación al Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

La mayor parte de la población se concentra en las colonias de pescadores de las localidades de Javier Rojo Gómez o Punta Allen y Punta Herrero con poco más de 500 habitantes, el resto se encuentra diseminado a lo largo de la costa en pequeños ranchos y desarrollos turísticos (SEMARNAT-CONANP, 2014).

La principal actividad económica que se lleva a cabo es la pesca de la langosta, escama y tiburón. Otras especies que se capturan en la zona son el cangrejo moro. Una actividad alternativa que se encuentra en creciente desarrollo es la pesca con mosca. Aunque también el ecoturismo, el turismo de aventura y el turismo rural son una fuente importante de visitas a la Reserva.

Los huracanes que atraviesan por la región causan disturbios periódicamente, pero no ha habido cambios mayores en el ecosistema, por lo cual se infiere que su resiliencia es alta mientras se mantengan las condiciones originales (SEMARNAT-CONANP, 2014). Sin embargo, recientemente el oleaje y los fuertes vientos provocados por fenómenos naturales ocasionaron el desgajamiento del suelo donde se desarrolla el matorral costero, y

provocaron el deslave y desgajamiento de la duna provocando una berma de 1.80 metros en específico para el frente de playa del proyecto.

Actualmente, el sitio es ordenado y vinculado por el Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian ka'an, decretado el 4 de mayo de 2002 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el cual 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 de 900 cuartos hoteleros, distribuidos en cluster de desarrollo a lo largo de la reserva, además se definen políticas de conservación, protección y aprovechamiento específicas de los recursos naturales de la Reserva.

De igual forma, el ordenamiento ecológico de la zona costera de Sian Ka'an, considera medidas para la regulación del crecimiento habitacional, como el establecimiento de criterios de construcción, superficie de ocupación, áreas restringidas a la construcción, disponibilidad de agua dulce y sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales.

Gracias a la aplicación del ordenamiento, la calidad ambiental de la Reserva, entendida como el grado de conservación del entorno (incluyendo biodiversidad y paisaje, pureza del aire, cantidad y calidad del agua y limpieza del suelo) es muy buena. Esto aumenta la plusvalía de los predios costeros y restringe el establecimiento en la zona a la población de altos ingresos, la cual a su vez, tiene mayores posibilidades de implementar sistemas alternativos de producción de energía, tratamiento de aguas residuales y conservación del entorno.

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS AMBIENTALES

Para realizar el análisis de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

De esta forma se identificaron los siguientes procesos críticos y determinantes en la evolución de los escenarios ambientales a corto, mediano y largo plazos en el área de estudio:

a) Estado de conservación actual de los ecosistemas
b) Resiliencia y fragilidad de los ecosistemas
c) Frecuencia e intensidad de tormentas (huracanes y tormentas tropicales)
d) Tendencias del crecimiento urbano y el desarrollo turístico
e) Vías de comunicación
f) Capacidad de las autoridades para absorber la demanda de servicios

g) Desarrollo económico

h) Factores no predecibles

i) Problemática del área de estudio.

5. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

La realización de la residencia en el Lote 23 se llevará de manera adecuada desde la planeación, construcción y uso de la vivienda, llevando a cabo las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente manifestación, no supone impactos ambientales de gran magnitud, dado que:

Las medidas de mitigación durante las tres etapas de desarrollo del proyecto, tienen como propósito minimizar los impactos y fomentar buenas prácticas sustentables.

Con base en la información anterior se describen a continuación tres escenarios para el sistema ambiental del proyecto definidos como sigue:

- Escenario 1.- Sistema ambiental sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2.- Sistema ambiental con el desarrollo del proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Escenario 3.- Sistema ambiental con el desarrollo del proyecto aplicando las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

Tabla 1. Principales elementos del escenario modificado esperados con la implementación del proyecto.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
Condiciones generales del predio	Con el desarrollo de futuros proyectos en los predios colindantes, por el paso y visita de turistas y habitantes de la región por la vía de terracería, así como por efecto del viento, puede acumularse basura inorgánica en el predio. En algunos fragmentos puede disminuir la	La construcción del proyecto puede ocasionar generación de residuos sólidos en exceso, y que estos sean colocados o manejados incorrectamente. Que los trabajadores del proyecto puedan ocasionar afectaciones a la flora y a la fauna.	La construcción del proyecto se realizará de forma limpia y ordenada, con buen manejo de residuos sólidos. Se realizarán labores de limpieza diaria permanente en la Zona Federal Marítimo Terrestre e inmediaciones del camino a Punta Allen, y se dispondrá adecuadamente de los residuos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	superficie de vegetación nativa, e incrementarse la de vegetación secundaria. El predio aporta servicios ambientales de bajo impacto por su tamaño.	Que realicen fogatas para preparar su comida y se propague un incendio accidental que afecte el hábitat. Remoción de la vegetación nativa del área de maniobras del predio.	Se mantendrá una Supervisión constante a los trabajadores y a sus actividades para evitar que dañen al ambiente. No se fomentara el uso de especies exóticas dentro del predio. Se rescatarán especies de vegetación nativa previa al desmonte, y serán sembradas en zonas aledañas al proyecto. Se utilizará el área mínima del área de maniobras permitida.
Estado de la vegetación	La vegetación nativa, puede ser sustituida por vegetación secundaria debido a las actividades que realizan las personas que visitan este lugar por sus playas. Pueden desarrollarse plantas de especies exóticas invasoras como *Casuarina equisetifolia* dentro del predio, como ya sucede en gran parte de la zona costera de la reserva debido a la presencia de estas especies dentro de la misma y al acarreo de semillas por parte de la fauna.	Se desmontará el área de desplante y de maniobras sin realizar medidas de rescate de plantas, tierra vegetal, perdiendo así biomasa. Se sembrarán especies exóticas para ajardinar las áreas de conservación. Pueden llegar a presentarse ejemplares de especies exóticas invasoras como *Cassuarina equisetifolia* dentro del predio.	No se fomentará el uso de especies exóticas dentro del predio ni en la zona de playa colindante. Se incorporarán los ejemplares de especies nativas rescatados en las de amortiguamiento. Sólo se desmontará el área necesaria para la construcción del proyecto y el área de maniobras, ésta última será reforestada. Se realizarán actividades de rescate de las especies nativas previo al desmonte y despalme.
Diversidad de fauna silvestre	Este es uno de los indicadores más frágiles,	La fauna silvestre no frecuentará el área cercana	No existirán especies exóticas ni de fauna nociva

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	puesto que la fauna nativa, requiere de un hábitat en buen estado y sin fragmentaciones, donde las perturbaciones sean mínimas. Sin embargo la franja costera ya se encuentra fragmentada en varias áreas debido a la construcción de proyectos turísticos y turístico-residenciales, así como por el camino rural Tulum-Punta Allen. Sólo especies tolerantes de fauna silvestre harán uso del predio. El predio funciona como paso hacia la playa para especies relativamente tolerantes que necesitan acceder a esta como los cangrejos azules *Cardisoma guanhumi*.	al desarrollo. Aumentará la diversidad y abundancia de especies asociadas a los humanos como los zanates, fauna feral. Existirán especies de fauna nociva en las áreas cercanas al sitio.	en el predio. Las especies nativas tolerantes podrán seguir haciendo uso de las áreas verdes del proyecto donde será mantenida la vegetación nativa original, por otra parte, ya que la construcción únicamente utiliza una pequeña parte en medio del predio, especies como el cangrejo azul podrán cruzar hacia la playa y manglar por las franjas de vegetación laterales de la casa. Los trabajadores no afectaran a la fauna ya que se les impartirá una serie de pláticas ambientales para el respecto a la fauna y sus hábitats.
Calidad del manto freático	La calidad del manto freático no variará respecto de la actual.	La calidad del manto freático puede ser afectada de no realizar las medidas adecuadas para la disposición y tratamiento de residuos sanitarios y aguas contaminadas. Habrá una menor tasa de infiltración de agua pluvial.	Debido a la implementación de un sistema híbrido para el tratamiento de las aguas residuales, la calidad del manto freático no variará. Se llevarán a cabo prácticas para la disposición adecuada de las aguas residuales.
Estado de la playa	La playa actualmente es escasa o nula en la zona donde se localiza el predio debido a efectos de erosión, llegando a verse un escalón	Trabajadores podrán hacer uso del mar. En el supuesto que la playa se recupere, podrán	Continuamente se realizarán actividades de limpieza de la zona federal marítimo terrestre, con el fin de que la playa frente al predio se

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	de 1. 5 a 2 m de alto. En algunos sitios la erosión está afectando la vegetación del matorral costero. Se observan residuos sólidos provenientes del mar en algunas secciones de la playa.	instalarse camastros y accesorios que limitarían el paso de las tortugas marinas a la playa.	encuentre libre de basura inorgánica. Lo que impedirá que vuelvan al mar y dañen la vida marina. Los trabajadores no utilizarán la playa ni se bañarán en el mar.
Manejo de residuos	El sitio no se desarrollará y puede ocurrir acumulación de residuos acarreados por el viento, la marea y depositado por los mismos turistas y habitantes que visitan o pasan por la zona.	Mal manejo de los residuos y contaminación al suelo por los lixiviados y a las zonas de conservación de vegetación, atracción de fauna nociva.	Durante el desarrollo del proyecto se manejarán adecuadamente los residuos. Con esta medida también se previenen focos de infección para trabajadores y otras personas. No afectación a la fauna.
Cambio climático	Las condiciones naturales del predio se mantendrían igual que en la actualidad.	Mal manejo de los residuos y emisiones a la atmósfera abonarían a la contaminación en general.	Un buen manejo de los residuos y nulas emisiones a la atmósfera para no abonar a la contaminación que fomenta el cambio climático.

6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Hoy los proyectos turísticos consideran bajo sus premisas de planeación una serie de acciones vertidas en distintos programas, los cuales buscan no afectar el medio ambiente o mitigar los impactos a este. Aunque también puede fomentar las buenas practicas sustentables y mejorar el medio ambiente o los hábitats en la zona. Adicionalmente y como parte del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se pueden adicionar condicionantes mismas que podrán integrarse a todas las medidas propuestas para el proyecto en un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA), el cual podrá ser verificado por el supervisor ambiental.

El PIMA 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 y de los diferentes actores que participan en el mismo se consideran de manera estratégica, se proponen acciones que conllevan el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

Con el PIMA, no sólo se cumple con lo dispuesto oficialmente, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos exigidos en la industria turística y de servicios que también puede ser aplicado a un proyecto de casa habitación como este.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental* al proyecto de casa habitación contempla los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobretodo una concientización ambiental de los trabajadores y de quienes utilicen la vivienda. 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.

Una integración completa de todas las actividades ha desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como el involucramiento directo de todos los actores que participan a lo largo del desarrollo incluyendo a quienes hagan uso de la vivienda, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa Integral de Manejo Ambiental*.

Considerando que los propietarios deberán dar cabal cumplimiento a las medidas de prevención y 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, estos se comprometen a implementar un *Programa Integral de Manejo Ambiental*, que comprenderá además de las medidas ya descritas en el capítulo VI, las actividades siguientes:

Tabla 2. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto.

ACTIVIDAD	ETAPA		
	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
Supervisión ambiental			
Contratación de personal local			
Programa de educación ambiental			
Adquisición de madera y subproductos en casas comerciales autorizadas por SEMARNAT y SEDUMA			
Delimitación de área de desplante del proyecto y área de maniobras con cinta de precaución.			
Instalación de baños portátiles y su limpieza periódica.			
Colocación de contenedores de			

ACTIVIDAD	ETAPA		
	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
basura rotulados de acuerdo al residuo y su disposición.			
Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos			
Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento			
Instalación del sitio de acopio temporal de plantas			
Instalación de biodigestor y humedal artificial			
Rescate de vegetación			
Recuperación de capa de suelo fértil			
Triturado de material vegetal producto del desmonte			
Riego de áreas desmontadas.			
Separación y clasificación de residuos.			

7. ACCIONES DE RESTAURACIÓN EN CASO DE ABANDONO DEL SITIO.

El tiempo de vida de las obras del proyecto dependerá en gran medida de las acciones de mantenimiento y reparación de las mismas, en un principio se contempla un tiempo de vida de 100 años, una vez transcurrido este tiempo se evaluará la posibilidad de demolición y la posterior construcción de nuevas obras o bien la restauración del sitio, buscando reponer las condiciones ambientales que en ese momento exista en la zona.

En el caso de optar por la restauración, se procederá a llevar a cabo las siguientes acciones:

- La demolición de las obras.
- Retiro de todo el material de demolición y su disposición donde las autoridades lo indiquen.
- En cuanto a la vegetación que será restituida, nos avocaremos a la de matorral costero, o a la que exista naturalmente en esa zona y a restituir una capa de suelo fértil que ofrezca las condiciones adecuadas para la reforestación del sitio.
- En las actividades de reforestación se utilizarán especies nativas provenientes del rescate.

8. CONCLUSIONES

Debido a las dimensiones del proyecto, a las condiciones actuales de la vegetación en la zona propuesta de desplante y las medidas de compensación y mitigación propuestas en la presente MIA-P se considera que el proyecto no generará impactos negativos significativos a la fauna, cobertura vegetativa, suelo hábitats, etc., del predio, de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an o de la región.

El proyecto Casa Lote 23 respeta el uso destinado a la zona, ya que cumple con los distintos instrumentos de regulación ambiental. Además propone diversas medidas a aplicarse en todas las etapas de su desarrollo que tienden a disminuir considerablemente el número e intensidad de los impactos negativos que pudiera provocar al ambiente.

La mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse son puntuales y no significativos.

El diseño del proyecto así como las actividades que se realizarán dentro del proyecto son compatibles con el uso y parámetros de construcción establecido por el Programa de Ordenamiento Ecológico para la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, así como del Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.

En el área del proyecto no se cuenta con los servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y drenaje sanitario por lo cual, se instalará sistema de tratamiento de aguas residuales ecológico, se utilizará energía solar y el agua será abastecida por medio de pipas.

No se crearán focos de infección y proliferación de fauna nociva, ya que se contará con contenedores cerrados que evitarán el saqueo de basura por parte de la fauna silvestre.

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 Lote 23.

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

ÍNDICE

1. Metodología para la caracterización del predio 3
1.1. Caracterización de la vegetación 3
1.2. Metodología para la caracterización de la fauna. 11
2. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 13
2.1. Indicadores de impacto 13
2.2. Lista de indicadores de impacto 14
2.3. Criterios de evaluación 15
2.4. Metodologías de evaluación 17
2.4.1. Check list 17
2.4.2. Matriz de leopold 19
3. Literatura consultada 21

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PREDIO

1.1. Caracterización de la vegetación

El presente estudio trata de describir de manera general la comunidad vegetal que prevalece en el área de estudio teniendo un panorama específico sobre la *estructura vertical*, entendiéndose ésta como el arreglo de las especies en capas o estratos; la *estructura horizontal* como 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 y; la *estructura cuantitativa* como la abundancia de cada especie, resultados de cálculos tales como: densidad, cobertura, área basal, etc.; además de identificar a aquellas especies que por sus características biológicas, históricas y estatus de conservación sea crítico.

Para realizar la descripción del sitio, se llevaron a cabo diversos análisis, tanto cuantitativos como cualitativos de la flora, apoyados en las técnicas y recomendaciones metodológicas descrita en el material bibliográfico especializado que a continuación se enlista: Mostacedo y Fredericksen, 2000; Begon et al., 1990; Chao & Jost, 2012.

La vegetación del predio, se caracterizó de acuerdo a criterios fisonómicos mediante la secuencia que a continuación se describe:

a) Información preliminar y prospección.

El trabajo de campo de prospección se llevó a cabo el 13 de noviembre de 2016, mientras que el de muestreo, se llevó a cabo del 11 al 14 de mayo del 2017. Para el reconocimiento preliminar del área y para la fotointerpretación, se analizaron los siguientes elementos:

- Clasificación de la vegetación realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía para la serie V (2013)
- Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona costera asociada a manglares de la Península de Yucatán por parte de la CONABIO (2010).

Para la cartografía del predio, se utilizó el software Arc Gis 10.1.

Con el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Marca Garmin modelo GPSmap 62s, se localizaron los vértices del polígono que conforman los linderos del predio. También se ubicaron los diferentes puntos de muestreo. Las lecturas se registraron en UTM (Proyectado en la Transversa Universal de Mercator) con Dátum WGS-84..

Con base en las imágenes mencionadas del predio, se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró y modificó mediante el recorrido de prospección, durante el cual se ubicaron también físicamente los linderos y mojoneras.

Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Canon, modelo Rebel T3.

El tipo de muestreo seleccionado fue un muestreo sistemático por estrato de vegetación.

En este diseño los cuadrantes son distribuidos regularmente a través del área de muestreo, permitiendo detectar variaciones de la comunidad.

Para seleccionar el área mínima de muestreo se consideró la homogeneidad florística y espacial de la vegetación. Bajo el supuesto de que toda comunidad vegetal tiene una superficie por debajo de la cual no puede reconocerse como tal.

Para estimar el tamaño de la muestra se utilizó un método no paramétrico el cual nos indica si la superficie muestreada o completenness es cercano a 1 (100%), la muestra es representativa.

Esto con base en la fórmula propuesta por Chao & Shen en el 2010 y siendo la propuesta para este análisis la de Chao & Jost, 2012.

Para la obtención de estos valores se utilizó el Software R 3.3.3 con la paquetería iNext y Entropart.

b) Tamaño de muestra y registro de datos.

Para los árboles dentro del matorral costero se realizaron 4 parcelas con forma de cuadrantes con dimensiones de 10 x 10 m, dando un total de una superficie muestreada de 400 m^2. De manera incluyente en las 4 parcelas de 10 x 10 m, en el vértice Noreste se crearon unidades de muestreo con forma de cuadrante de 5 x 5 m en donde se registraron los individuos arbustivos menores a 3 m hasta 0.50 m de altura, también se registraron en este cuadrante lianas y epífitas. En total fueron 4 parcelas que dan una superficie muestreada de 100 m^2. También, en este vértice se realizaron cuadrantes de 1 x 1 m para registrar herbáceas y/o plántulas. En total se realizaron 4 parcelas, que dan una superficie de 4 m^2.

Para la vegetación de manglar se crearon 2 unidades de muestreo en forma de cuadrantes de 5 x 5 m, dando un total de superficie de muestreo de 50 m^2. Se registraron a todos los individuos de árboles, arbustos, lianas, epífitas y hierbas dentro de la parcela. En la figura 1 se muestra la ubicación de las unidades de muestreo.

En cada sitio de muestreo se registraron los siguientes datos:

- Número de sitio
- Número de individuos
- Especie
- Diámetro de la altura del pecho (DAP). La medida se registró mediante una cinta diamétrica a 1.30m de altura, medida estandarizada.
- Altura. Con la ayuda de un estadal graduado se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.

- Para las especies del estrato herbáceo se estimó el porcentaje total de la cobertura de cada especie dentro del cuadrante de 1 x 1 m, principalmente para los ejemplares juveniles (plántulas), herbáceas, especies de hábitos rastreros, postrados y procumbentes o trepadores.

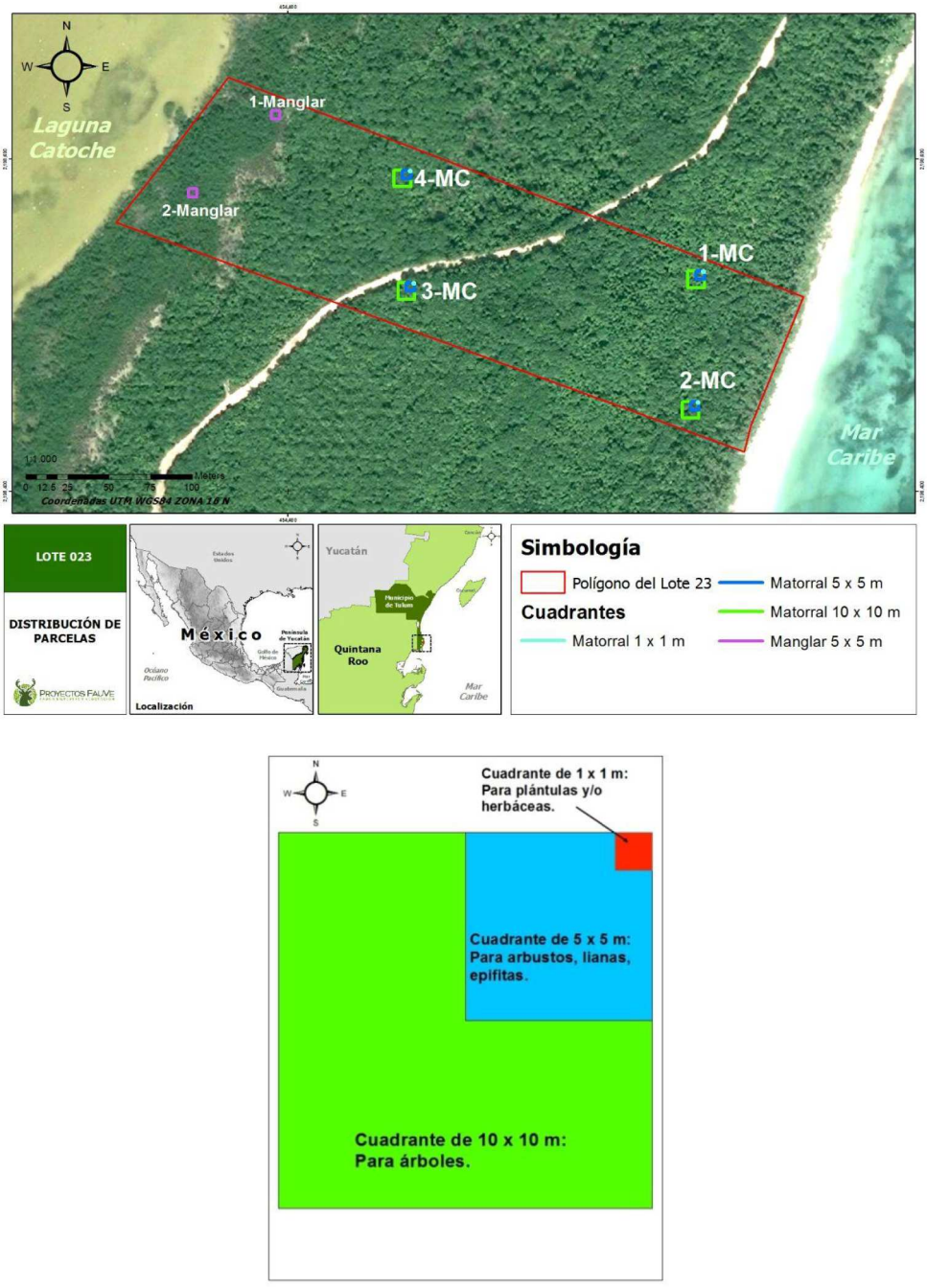


Figura 1. Esquema metodológico y distribución espacial de la parcelas de vegetación.

c) 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".

Diversidad de especies

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. La diversidad tiene tres componentes principales que lo conforman: la diversidad alfa (α), diversidad beta (β) y diversidad gamma (γ).

- Diversidad alfa (α) diversidad puntual que contiene una muestra de un ensamble.

- Diversidad beta (β) mide las diferencias de especies entre comunidades. Las diferencias pueden ocurrir en el espacio.

- Diversidad gamma (γ) Pool regional de especies. Incluye las especies de todas las comunidades de estudio.

Ya que la abundancia de individuos no es homogénea entre especies, y por tanto, unas especies pueden tener un impacto mayor sobre el funcionamiento y estructura de las comunidades es importante usar índices de vegetación.

Diversidad verdadera

Expresa el número equivalente de especies o número efectivo de especies.

El índice de entropía de Shannon y otras medidas de complejidad se utilizan frecuentemente para evaluar la diversidad de especies en comunidades ecológicas, aun cuando su comprensión es difícil y sus valores no son comparables. Las medidas de diversidad verdadera permiten obtener una interpretación intuitiva y fácilmente comparable de la diversidad de especies (Moreno et al., 2011).

Este análisis es propuesto por Jost, 2006; Tuomisto, 2010; Chao et al., 2010; éste corrige los problemas de duplicación encontrados en los índices de Shannon y Simpson. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$ {}^{q}D \equiv \left(\sum_{i=1}^{S} p_i^q \right)^{1/(1-q)} $$

Dónde:

S= número de especies

q= orden de diversidad

Ordenes de diversidad q0, q1 y q2

- **Orden 0 de diversidad (q0)** es equivalente a la riqueza de especies, es decir, el número total de especies de la comunidad.
- **Orden 1 de diversidad (q1)** es equivalente al exponencial del índice de Shannon, este valor de diversidad representa el número de especies comunes y/o típicas en la comunidad.
- **Orden 2 de la diversidad (q2)** es equivalente al inverso del índice de Simpson, este valor de diversidad representa el número de especies dominantes en la comunidad.

Factor de equitatividad o Evenness factor

Grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. Se calcula con la siguiente fórmula:

(EF) = 2D/0D

Dónde:

2D= Orden de diversidad q2

0D= Orden de diversidad q0

El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies.

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Cuando no es posible contar o evaluar el número de individuos de cada especie de forma independiente la abundancia puede estimarse en función de la Cobertura, principalmente en la presencia de especies con forma de vida rastrero o postrado que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterradas bajo el suelo, como el caso de la mayoría de las herbáceas.

Cobertura

La cobertura también ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil, especialmente para especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algunos arbustos. Sin embargo, se utiliza principalmente para determinar la dominancia de especies o formas de vida.

En el método de cuadrantes la cobertura se expresa en términos del porcentaje del espacio que ocupa una especie dentro de la unidad de muestreo.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o de una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad (D) es el número de individuos de una especie presentes 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:

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

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio. Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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 la 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:

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

Diámetro

Este parámetro se midió utilizando una cinta diamétrica a una altura promedio de 1.30 m.

El nivel de 1.30 m de altura para realizar la medición sólo se utilizó para estimar el diámetro de los individuos con formas de vida arbóreas. Para el caso de los individuos que se ramifican desde la base se midieron los diámetros de todos los tallos y sus áreas se sumaron. Uno de los supuestos de éste cálculo es que se considera que los troncos tengan una forma circular perfecta al corte. Esta medida también es una forma de calcular la dominancia. Dado que se utilizó una cinta especial graduada "Cinta diamétrica" no se requirió de ninguna fórmula ya que el dato se generaba inmediato.

Dominancia

Considerada como el área que ocupa una especie. La Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies, es una medida que se expresa en porcentaje y se calcula a partir de la siguiente fórmula:

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

Índices de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) es el 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 IVI es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para

obtener éste índice 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 IVI 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 en Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies. En algunos casos se utilizó la variante de Dominancia en forma de Cobertura para las formas de vida herbácea y rastrera donde no fue posible medir el área a la altura del pecho.

IVI = Abundancia relativa + Frecuencia relativa + Dominancia o Cobertura relativa

Cabe resaltar que al calcular el IVI no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros de manera individual resultan ser los de mayor importancia ecológica.

Taxonomía

Con los datos de caracteres vegetativos se identificó a nivel de familia usando el programa online abatax Famex (2015 © AbaTax (ABACo A.C. Asociación de Biólogos Amigos de la Computación). Con éstas características se consultaron los listados florísticos para la zona de estudio. Las especies que fueron consideradas como de posible identidad de los individuos, se revisaron sus claves en los proyectos de flora de mesoamericana, flora de Nicaragua (http://www.tropicos.org/Project/FM/), flora de la Península de Yucatán (http://www.cicy.mx/sitios/Flora%20Digital/bibliografia.html) entre otros documentos. De ser necesario se solicitó apoyo para la determinación de las especies del estudio al personal de posgrado del laboratorio de ecología y sistemática vegetal, del Instituto de Investigación en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIIES).

Altura

Para analizar la estructura vertical de la vegetación del área de estudio contabilizaron los individuos de la siguiente forma:

- *Estrato arbóreo*: individuos de altura mayor a 3 metros.
- *Estrato arbustivo*: individuos entre 1 y 2.9 metros de altura.
- *Estrato herbáceo*: individuos de altura menor a 0.99 metros.

1.2. Metodología para la caracterización de la Fauna.

Para realizar el análisis faunístico, se llevó a cabo una investigación documental (bibliográfica) de la fauna de vertebrados reportados para la Reserva de Sian Ka'an donde se localiza el lote 23 bajo estudio. Posteriormente se realizó el trabajo de campo el cual se llevó a efecto del 11 al 14 de mayo de 2017. Durante el estudio de fauna se implementaron estrategias de observación directa e indirecta para cuatro taxones (anfibios, reptiles aves y mamíferos). Las técnicas de muestreo utilizadas fueron de muestreo aleatorio estratificado y muestreos aleatorios simples. Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda y observación directa de los organismos y/o indirecta.

La metodología utilizada para el registro de especies consistió en muestreos directos e indirectos en los sitios seleccionados dentro del predio. Las técnicas de muestreo para cada grupo taxonómico se realizaron siguiendo a Jones, (1986), Casas-Andreu (1990), y Cherkiss et al., (2005). Los muestreos de la fauna vertebrada terrestre consistieron en recorridos diurnos y nocturnos cubriendo todos los ambientes presentes.
Los registros indirectos de las especies se realizaron mediante transectos para captura de mamíferos pequeños con el uso de trampas:

a) Trampas Sherman cebadas con una mezcla de avena, crema de cacahuate y jarabe de vainilla, estas trampas se colocaron en los sitios elegidos al caer la noche, y a primera hora del día siguiente eran revisadas y recogidas.

b) Trampas mapacheras para mamíferos medianos cebadas indistintamente con sardina, atún y con fruta, éstas trampas se ubicaban en los sitios elegidos al caer la noche, y a primera hora del día siguiente eran revisadas y recogidas.

c) Redes de niebla para murciélagos, las cuales se colocaban en la tarde antes del ocaso y se mantenían abiertas hasta la media noche revisándolas cada 15 minutos para verificar la captura, determinación a nivel de especie e inmediata liberación de los ejemplares.

Los registros directos de las especies e individuos se realizaron mediante:

a) Transectos diurnos y nocturnos para reptiles y anfibios, que consistían en caminatas a la hora de actividad de estos grupos revisando cualquier microhábitat normalmente utilizado por las especies.

b) Transectos por puntos de observación para aves y mamíferos, que consistían en recorridos lineales con paros cada 20 m para avistar aves principalmente aunque también se utilizó esta metodología para mamíferos (Apuntes VII Curso Taller Internacional sobre Técnicas aplicadas a la Conservación y Manejo de Fauna Silvestre, 2000).

Durante los recorridos se registró y determinó aquel taxón avistado o colectado de la fauna terrestre concerniente a este trabajo. El trabajo de campo fue complementado

observando signos de presencia de dichos animales como huellas impresas en el sustrato, nidos, ejemplares muertos, aromas, cantos, excretas, entre otros. La información mínima que se tomó a cada taxón colectado o avistado fue: fecha, especie, hábitat, vegetación y abundancia. Los ejemplares colectados vivos fueron determinados específicamente, registrados, fotografiados y liberados *in situ* sin daño alguno. La categoría de riesgo o su característica de endemismo se basó en el listado oficial de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para determinar si la especie es migratoria o no se consultaron diversas fuentes documentales.

La herpetofauna registrada en este trabajo fue determinada mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela et al., (1995), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost et al., (2006), Wüster et al., (2005) y Smith (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín et al., (1997), Wilson y Reeder (1993), Arita y Ceballos (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos et al., (2002) y Ramírez-Pulido et al., (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb (1995) y Edwards (2003), la taxonomía y nombres actuales fueron según la American Ornithologist Union (AOU) 1998. Las especies endémicas fueron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos et al., (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell et al., (1995) para las aves. Para el resto de los nombres comunes se siguió aquellos utilizados en la región.

Derivado del trabajo de campo se realizó un listado taxonómico de la fauna registrada así como su riqueza específica y abundancia relativa e indicadora de diversidad faunística de las especies.

a) Análisis de datos

En el análisis de la diversidad alfa se siguieron los conceptos propuestos por Halffter y Moreno (2005), donde se estimó como el número de especies o riqueza específica total (Magurran, 2004; Moreno, 2001) esto es mediante conteo directo de las especies.

Diversidad

Respecto a los índices de diversidad, los más empleados son el de Shannon Wiener (S-W) y el de Simpson. La diferencia entre estos dos índices es que Shannon - Wiener le da más peso a las especies raras y el índice de Simpson a las especies dominantes. A la par del cálculo de abundancia relativa y para dar mayor importancia a las especies raras, se trabajó con los datos para la obtención del índice de diversidad de especies de Shannon - Wiener presentes en los distintos predios.

Shannon – Wiener

La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

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

Dónde:

S = Especies (la riqueza de especies)
Pi = La proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie)
ln = logaritmo natural
ni = Número de individuos de la especie *i* (abundancia de cada especie)
N = Número de todos los individuos de todas las especies.

2. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende del tipo de proyecto, de la cantidad de información ambiental con la que se cuente, y principalmente, de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las acciones del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto Casa Lote 23, se usaron dos metodologías diferentes, por medio de las cuales se analizan e identifican los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

La magnitud del daño sobre el medio ambiente depende de la calidad de los factores ambientales que pueden ser impactados por el desarrollo del proyecto, si consideramos tanto las afectaciones locales como las potenciales a los diferentes niveles del sistema ambiental. Para identificar adecuadamente los impactos al sistema ambiental del proyecto se propuso una serie de indicadores de impacto, que consideran factores físicos, biológicos, sociales y económicos, ya que todos conforman el marco donde se desenvuelve el proyecto.

2.1. Indicadores de Impacto

Una definición genéricamente utilizada de “Indicador” establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por “Indicadores de Impacto Ambiental” se entiende la expresión medible de un impacto, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa

la alteración, de esta manera, un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Para analizar los impactos del proyecto Casa Lote 23 se buscaron indicadores que fueran:

- Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores.
- Cuantificables: Se refiere a que sea medible siempre que sea posible en términos cuantitativos, de manera que sea posible estimar la magnitud del impacto.
- De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

2.2. Lista de Indicadores de Impacto

Se buscaron indicadores que reflejaran impactos significativos, considerando las características y cualidades del sistema. Dentro de cada uno de estos indicadores se señalan las principales actividades que pueden afectarlos para de esta manera poder calificar e identificar adecuadamente el sistema.

Tabla 1. Lista de indicadores de impacto utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Indicadores	
Formas del terreno	Considera el impacto a la forma del terreno y al uso del suelo, por la destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos importantes, el impacto al uso del suelo a largo plazo, la formación de pendientes o terraplenes inestables.
Agua	Considera tanto la contaminación de los recursos hidráulicos, como el aumento del uso de este recurso. También hay una acción relativa a la modificación de los cursos o caudales de cuerpos de agua.
Residuos sólidos	Considera la generación, y destino de los residuos sólidos y su impacto al ambiente, personas y biota.
Residuos peligrosos	Considera la generación y destino de los residuos peligrosos y su impacto al ambiente, personas y biota.
Ruido	El impacto producido por el aumento de ruido depende principalmente de las características del área de influencia de un proyecto, del nivel de ruido existente en la zona, la fuente del mismo y el sistema que será perturbado.

Indicadores	
Vegetación	Este indicador evalúa los impactos a la vegetación del predio o del área de influencia en cualquier etapa de desarrollo del proyecto.
Fauna	Este indicador contempla el daño posible no sólo a la fauna local, sino también a las comunidades en el área de influencia, considerando como impacto las perturbaciones producidas en cualquier etapa del proyecto, y los efectos indirectos del mismo como la interrupción de los movimientos de la fauna.
Usos del suelo	Contempla los daños producidos por el cambio de uso de suelo considerando las disposiciones del ordenamiento y usos del suelo previstos de la zona.
Transporte terrestre	Este indicador tiene como propósito evaluar el impacto por el aumento de flujo vehicular, y/ó tránsito acuático en el sistema.
Servicio público	Este indicador establece si habrá un aumento en la demanda y/o oferta de servicios públicos
Creación de Infraestructura	Este indicador contempla si habrá un aumento en la demanda y/o creación de infraestructura, como sistemas de comunicación y saneamiento. Y en la creación de los mismos por el desarrollo del proyecto.
Población	El aumento de la población que participa en las tres etapas del desarrollo de un proyecto puede acarrear varios impactos, que deben ser considerados, para evaluarlo se propone este indicador.
Salud humana	Como resultado de las actividades de un proyecto puede haber repercusiones a la salud, dependiendo del rubro y las actividades del mismo, se usa este indicador para identificar y proponer medidas para evitar impactos en la salud.
Economía	Considera cambios en indicadores económicos del sistema ambiental regional, como ingreso per cápita, oferta de empleo y valor del suelo.
Estética	Este es un indicador que evalúa los impactos que el desarrollo del proyecto puede generar en una escala paisajística.
Cultura o historia	Considera modificaciones a usos y costumbres locales, así como daños o protección a monumentos arqueológicos e históricos dentro del sistema ambiental.

2.3. Criterios de evaluación

La incidencia de las actividades del proyecto sobre los anteriores indicadores se identificó y evaluó considerando los siguientes criterios:

- Las condiciones actuales del predio.
- Las condiciones del sistema ambiental.

- Los impactos específicos en cada etapa de desarrollo del proyecto.
- Los actores que intervienen en cada una de estas etapas.
- Las disposiciones del ordenamiento territorial aplicable, y la legislación ambiental competente.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar. Sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos ya que su reconocimiento queda en muchos casos, relacionado a la experiencia de campo del evaluador.

Para evitar sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto.

Para evaluar todos los aspectos anteriores se aplicaron dos metodologías diferentes, por medio de las cuales se analizaron e identificaron los impactos que se pudieran provocar en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado. Para analizar si el desarrollo del proyecto modificará la ecología de su zona de influencia al impedir la continuidad de los procesos ecológicos existentes, se realizó un análisis a mayor escala, considerando los efectos de las actividades del proyecto en el sistema ambiental regional, además del local.

Los impactos a los ecosistemas generados por el desarrollo de un proyecto se deben a las modificaciones, directas o indirectas, de la composición, estructura y función de las comunidades bióticas y a su entorno. La magnitud y duración de estas modificaciones dependen tanto de la resiliencia y resistencia del ecosistema, como de su estado de conservación previo al desarrollo del proyecto y la forma en que se realicen las actividades.

Para identificar las posibles alteraciones que se generarán por el desarrollo del proyecto se identificó la estructura de las comunidades y los procesos geofísicos, químicos y biológicos que pueden resultar afectados, los cuales inciden en la forma en que trabaja y se desarrolla el ecosistema como procesador de energía y nutrientes (Krebs, 1985). Los elementos principales para definir la estructura de las comunidades fueron:

- Diversidad
- Estructura
- Conectividad
- Flujo de energía y nutrientes

Se tomaron en cuenta los siguientes procesos ecológicos durante el análisis de impactos. Se consideraron vulnerables debido a que por las actividades del proyecto, y aunque sea de manera sinérgica o indirecta, pueden llegar a tener modificaciones.

Se consideró tanto el ambiente terrestre como el marino debido a que los sistemas costeros tienen una estrecha relación con el mar y con los ecosistemas marinos. La evaluación de los impactos a dichos procesos se apoyó en las publicaciones de Alongi (1998), Hogarth (1999), Mann (2000) y Morris y Therivel (2004) y fueron los siguientes:

Tabla 2. Procesos ecológicos tomados considerados durante la evaluación de impactos

MEDIO TERRESTRE	MEDIO MARINO
Captación de agua	Ciclo de nutrientes
Corredores biológicos	Erosión de la costa
Disminución hábitat	Cadenas tróficas y detritus
Ciclos nutrientes	Mineralización de materia orgánica
Sucesión	
Reproducción	
Intercambio de material genético	

2.4. Metodologías de evaluación

2.4.1. Check list

Las listas de control pueden ser usadas para la planificación y dirección de un estudio de impacto ambiental, especialmente si se usan una o más listas específicas para el tipo de proyecto. Proporcionan un enfoque estructural para identificar los impactos claves y factores ambientales afectados. Los factores o impactos de una lista de control simple o descriptiva pueden agruparse para demostrar impactos secundarios y terciarios y/o interrelaciones del sistema ambiental, lo que permite ordenar los impactos de acuerdo con su tipo e intensidad.

Tabla 3. Descripción de los tipos de impactos y su intensidad según Canter (1988) que se usaron para calificar los impactos del proyecto Casa Lote 23.

Calificación	Definición	Símbolo
Nulo	El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone	0

Calificación	Definición	Símbolo
Adverso significativo	Representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o dañando el indicador.	-3
Adverso moderadamente significativo	Representa un resultado negativo ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o dañando el indicador	-2
Adversos no significativo	Representa una leve degradación de la calidad previa del indicador ambiental	-1
Benéfico significativo	Representa un resultado muy deseable ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador.	3
Benéfico moderadamente significativo	Representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador desde una perspectiva ambiental	2
Benéfico no significativo	Representa una leve mejora de la calidad o el estado previo del indicador.	1

Para identificar los impactos se analizaron los 16 indicadores descritos previamente y se identificaron 65 posibles interacciones. Asimismo, para cada factor se evaluaron los atributos establecidos en la *Guía Para Elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Sector Turismo* de la SEMARNAT, según las siguientes definiciones de Gómez-Órea (2003).

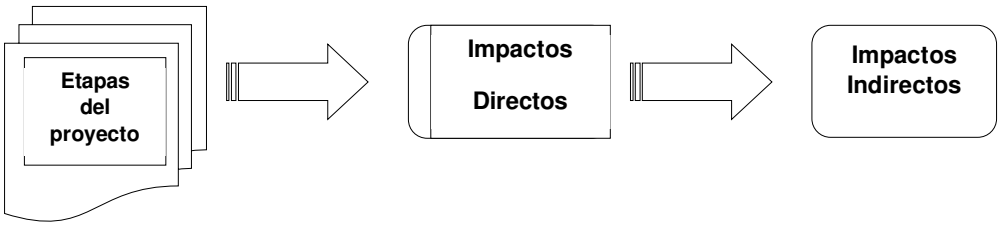
- Signo.- Se refiere a si un impacto es benéfico o perjudicial en general para la comunidad, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, a corto, mediano y largo plazos.
- Incidencia.- Directo o indirecto. Efecto directo es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto es el que deriva de un efecto primario.
- Sinergia.- sinérgico o no sinérgico. Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.
- Aparición.- Corto, mediano o largo plazo. Se refiere a la escala temporal en la que actúa un determinado impacto.

Para realizar este análisis se tomaron en cuenta no sólo los atributos del sitio donde se desarrollará el proyecto, sino también los impactos potenciales al área de influencia. Al tomar en cuenta el área de influencia los impactos sinérgicos e indirectos pueden ser mejor calificados.

2.4.2. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold permite examinar la interacción de las obras y el medio ambiente por medio de un arreglo bidimensional: en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) y en la otra se identifican los indicadores ambientales que pueden ser afectados por éstas. Así, los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Este arreglo se realiza para examinar los factores causales de impactos específicos.

La matriz de Leopold es la metodología que de manera común se ha usado en la mayoría de los estudios de impacto ambiental en México y propone una valoración cualitativa de los impactos cuando no es posible su valoración cuantitativa. Por ejemplo, la emisión de polvos, los límites de ruido o la revisión de los parámetros físicos y químicos producen impactos muy puntuales y de permanencia limitada que dificultan su medición precisa. Por lo anterior, la valoración de cada uno de los impactos se consideró tomando en cuenta criterios cualitativos a partir de los cuales se identificaron como benéficos o adversos y como significativos, moderados o no significativos. La valoración cualitativa de los impactos se realizó según las definiciones propuestas por Canter (1988).



Sin embargo, a pesar de que la matriz engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos, ya que si bien un impacto puede ser considerado benéfico bajo

determinadas circunstancias, en otras puede ser perjudicial, si no se proponen las medidas de prevención, mitigación o compensación adecuadas, de aquí que la magnitud de un impacto estará en función de las medidas propuestas.

La presente evaluación asigna el máximo valor negativo (-3) a un impacto que ocasionará el máximo daño posible. Por ejemplo, se le asignará el valor de -3 a la acción del desmonte cuando ésta implique la remoción de la totalidad de la cubierta vegetal de un predio en buen estado de conservación; sin embargo, se le otorgará un valor menor si se elimina sólo una parte de la extensión total de la vegetación del predio o solo los individuos arbustivos del mismo. De esta manera se facilita la identificación de las acciones más complejas en materia de impacto ambiental, para las cuales las medidas de mitigación serán primordiales.

3. LITERATURA CONSULTADA

- Apuntes del VII Curso Taller Internacional sobre técnicas Aplicadas a la Conservación y Manejo de Fauna Silvestre. 2000. Aguascalientes.
- Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo, 2015. INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo. México.
- Arias, E. 2007. Análisis del papel del turismo residencial en la cabecera municipal de Ixtapan de la Sal, Estado de México. El Periplo Sustentable [en linea].
- Arita, H. T. y Ceballos, G. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.
- Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1990. Ecology: individuals, populations and communities, 2nd ed. Blackwell Sci. Publ., Cambridge, Mass. 945 p.
- Cabrera, E., Sousa, M. y Tellez, O. 1982. Imágenes de la flora quintanarroense. CIQRO. Puerto Morelos, Quintana Roo, pp.3-10.
- Castillo, S. y Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del Golfo y Caribe de México. Acta Botánica Mexicana 45: 55-80.
- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, FCE. México. 986 pp.
- CENSO DE POBLACIÓN 2010.
- Centro Nacional de Huracanes.
- Chao, A., y Shen, T. J. 2010. Program SPADE: species prediction and diversity estimation. Program and user's guide. CARE, Hsin-Chu, Taiwan, http://chao.stat.nthu.edu.tw/softwareCE.
- Cherkiss, M. S., Fling, H., Mazzotti, F., Rice, K. y Conill, M. 2005. Wildlife Ecology and Conservation Department, IFAS Extension, University of Florida.
- Conagua. 2010.
- CONEVAL, 2010.
- DOF. 2015. ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka´an. Cuarta sección. 23 de enero de 2015. 129. Pp

- Flores-Villela, O., Mendoza, F. y González, G. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México

- Flores-Villela, O. y Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2): 115-144.

- Gómez O. D. 2003. Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. España.

- Gutiérrez Carbonell, D. y Bezaury, J. E. 1993. Manejo del Sistema Arrecifal de Sian Ka'an, en Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González, editores, *Biodiversidad marina y costera de México,* Conabio, CIQRO, 772-786

- Hall y Kelson (1959), en Los mamíferos de Norte América; Hall (1981), sobre los mamíferos de Norte América

- Herrera Romero. 1997. Tesis: Diagnóstico del impacto del turismo residencial en el uso del suelo urbano y su influencia en los asentamientos humanos irregulares, en la ciudad de Cuenavaca. Mor. Facultad de Turismo, UAEM.

- Howell, S. N. y Webb, S. 1995. A Guide to the Birds of México and Nothern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.

- Instituto de Ecología (1985a, 1985b, 1986) sobre impacto ambiental de diferentes obras turísticas y de explotación de caliza a cielo abierto

- Islebe, G.A., Villanueva-Gutiérrez, R., Sánchez Sánchez, O. 2001. Relación lluvia de polen-vegetación en selvas de Quintana Roo. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 69: 29-36.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2015. Información geográfica. www.inegi.gob.mx.

- Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. xviii, 858 pp.

- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. Oikos 113:363–375.

- Lara, J. y Salgot, M. 1999. Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. Instituto Catalán de Tecnología. Master en Ingeniería y Gestión Ambiental. Universidad Politécnica de Cataluña. http://www.geocities.com/jalarab/

- Lee, J. C. 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: The Lowlands of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. Comstock Publishing Associates-Cornell University Press. U.S.A. 402 pp.

- Mackinnon, H. B., Flores S. J., 2005, Plantas costeras que Conservan Las Playas y Alimentan las aves; Amigos de Sian Ka'an A.C.; Cancún, Q. Roo, México.

- MacKinnon, M. 1989. New and noteworthy records of birds from the eastern Yucatán peninsula, Wilson Bulletin, 101(3): 390-409.

- Magurram, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science. UK. 256 pp.

- Merino, M. y Otero, L. 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal. 80 p.

- Miranda, F. 1959. La vegetación de la península yucateca en Los Recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. II Parte: Estudios particulares. IMRNR, México, pp. 215- 271.

- Moreno, C. E. y Rodríguez, P. 2011. Commentary: Do We have a Consistent terminology for species diversity? Back to basics and toward a unifying framework. Oecologia 167: 889-892.

- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.

- Navarro, D. y Robinson, J. 1990. Diversidad biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Volumen I. 471 pp 968-6571-01-9 Y.

- Navarro, D. y Suárez-Morales, E. 1992. Diversidad biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Volumen II. Autores: Editorial: CIQRO, Número de páginas: 374 ISBN - Obra: 968-6780-05 X.

- Olmsted y Duran. 1990. Vegetación de Sian ka´an. En: Navarro L. D. y J. G. Robinson (Eds.), Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. pp. 1-12.

- Olmsted, C. I., A. Lopez-Ornat y R. Duran, 1983. Vegetación de Sian Ka´an. Reporte preliminar. En: Sian Ka´an. Estudios preliminares de una zona de Quintana roo propuesta como Reserva de la Biosfera. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México pp. 63-84.

- Paynter, R. A. 1955. The ornithogeography of the Yucatán Peninsula. Peabody Mus. Nat. Hist. Yale Univ. Bull. 9: 1-328.

- Pozo de la Tijera, C. y Escobedo-Cabrera, J.E. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Revista de Biologia tropical 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.

- Pozo, C. (editora). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.

- 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. México. SEMARNAT-CONANP. 481 pp.

- Programa estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial, Quintana Roo. En: Pagina UQROO. cemirn.uqroo.mx/uqroo/Pindex.htm.

- Ramsar. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Sitio Ramsar: Sian Ka'an. México 15p.

- Reid, F. A. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast México. Oxford University Press, New York. 334 pp.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, 432 pp.

- SEMARNAT. 2011. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la federación (segunda sección) dic 2010.

- Solares- Leal, I. y Álvarez Gil, O. 2003. Socioeconomic assessment of Punta Allen: a tool for the management of a coastal community, Sian Ka'an Biosphere Reserve, México, ICRAN-CONANP.

- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A. y Durán, R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México 86: 37-51.

- Tuomisto, H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. Ecography 33:2–22.

- Valdez-Hernández, M. y Islebe, G. A.. 2011. Tipos de Vegetación en Quintana Roo. C. Pozo. (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F. p: 32-75.

- Watts y Rico-Gray (1987) la distribución de los mismos en la Península de Yucatán incluyendo la franja costera del norte del Estado de Quintana Roo,

PÁGINAS DE INTERNET

- http://ecosmarte.com/sciencesummary. html
- www.unesco.org
- Centro Ecológico de Sian Ka´an. (www.cesiak.org/espanol/index.htm).
- http://www.tropicos.org/Project/FM/
- http://www.cicy.mx/sitios/Flora%20Digital/bibliografia.html
- http://www3.inegi.org.mx/sistemas/scitel/consultas/index#
- https://mexico.pueblosamerica.com/i/javier-rojo-gomez-3/
- Novedades de Quintana Roo, sábado 23 de enero de 2016
- Portal del Estado de Quintana Roo