

- 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-0288/05/17.

- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, correo electrónico particular, número de teléfono celular y CURP del promovente y del responsable técnico del estudio, en páginas 10 y 11.

- 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**.

MIA-P

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular del Proyecto "Casa de Sueños".



FRACCION 24, LOTE 13/23, San José, Othón P. Blanco, Quintana Roo.

INDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....5

I.1 Proyecto:

I.1.1 Nombre del proyecto

I.1.2 Ubicación del proyecto

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

I.1.4 Presentación de la documentación legal:

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

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

I.3.1 Nombre o Razón Social

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Registro Federal de Contribuyentes o CURP. Número de Cédula Profesional.

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Calle y número exterior, número interior o número de despacho, o bien, lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal. Colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos (incluir la clave actualizada de larga distancia), fax y correo electrónico.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....12

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

II.1.2 Selección del sitio

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

II.1.4 Inversión requerida

II.1.5 Dimensiones del proyecto

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

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa general de trabajo

II.2.2 Preparación del sitio

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

II.2.4 Etapa de construcción

- II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento
- II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto
- II.2.7 Etapa de abandono del sitio
- II.2.8 Utilización de explosivos
- II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera
- II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....60

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE IFLUENCIA DEL PROYECTO.....125

- IV.1 Delimitación del área de estudio
- IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental
 - IV.2.1 Aspectos abióticos
 - IV.2.2 Aspectos bióticos
 - IV.2.3.Paisaje
 - IV.2.4 Medio socioeconómico
 - IV.2.5 Diagnóstico ambiental

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....182

- V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales
 - V.1.1 Indicadores de impacto
 - V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto
 - V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación
 - V.1.3.1 Criterios
 - V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....194

- VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental
- VI.2 Impactos residuales

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....210

- VII.1 Pronóstico del escenario
- VII.2 Programa de vigilancia ambiental
- VII.3 Conclusiones
- VII.4 Carta Responsiva

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....216

- VIII.1 Formatos de presentación
 - VIII.1.1 Bibliografía
- VIII.2 Listados de Flora y Fauna
- VIII.3 Fotografías
- VIII.4 Anexos Legales
- VIII.5 Planos definitivos

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

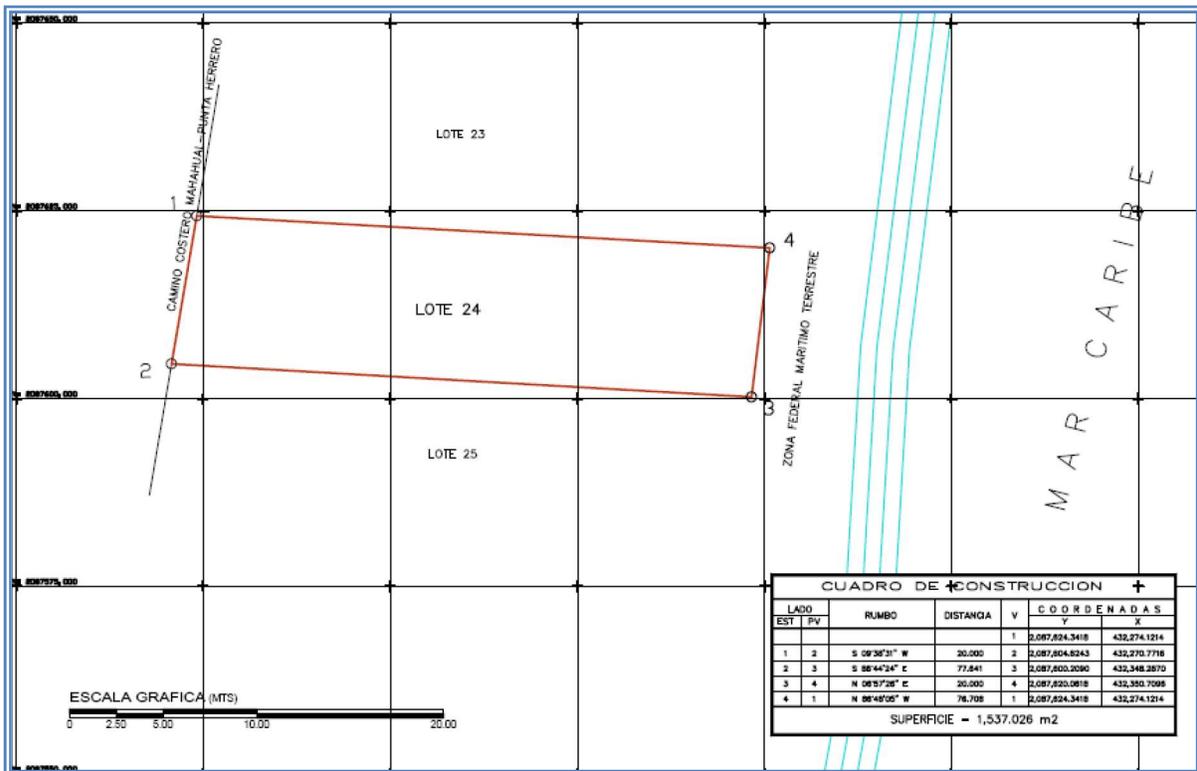
I.1 PROYECTO:

I.1.1 Nombre del proyecto:

"Casa de Sueños".

I.1.2 Ubicación del proyecto

El área de estudio se ubica en el predio rústico denominado "San José", Fracción 24, lote 13/23, sobre el camino costero Mahahual-Punta Herrero, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.



* Para apreciar el plano a una escala adecuada favor de remitirse a los anexos del presente estudio.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LA FRACCIÓN 24, LOTE 13/23 DEL PREDIO RÚSTICO SAN JOSÉ.

CUADRO DE CONSTRUCCION +						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,087,624.3418	432,274.1214
1	2	S 09°38'31" W	20.000	2	2,087,604.6243	432,270.7716
2	3	S 86°44'24" E	77.641	3	2,087,600.2090	432,348.2870
3	4	N 06°57'26" E	20.000	4	2,087,620.0618	432,350.7096
4	1	N 86°48'05" W	76.708	1	2,087,624.3418	432,274.1214
SUPERFICIE = 1,537.026 m2						

Colindancias:

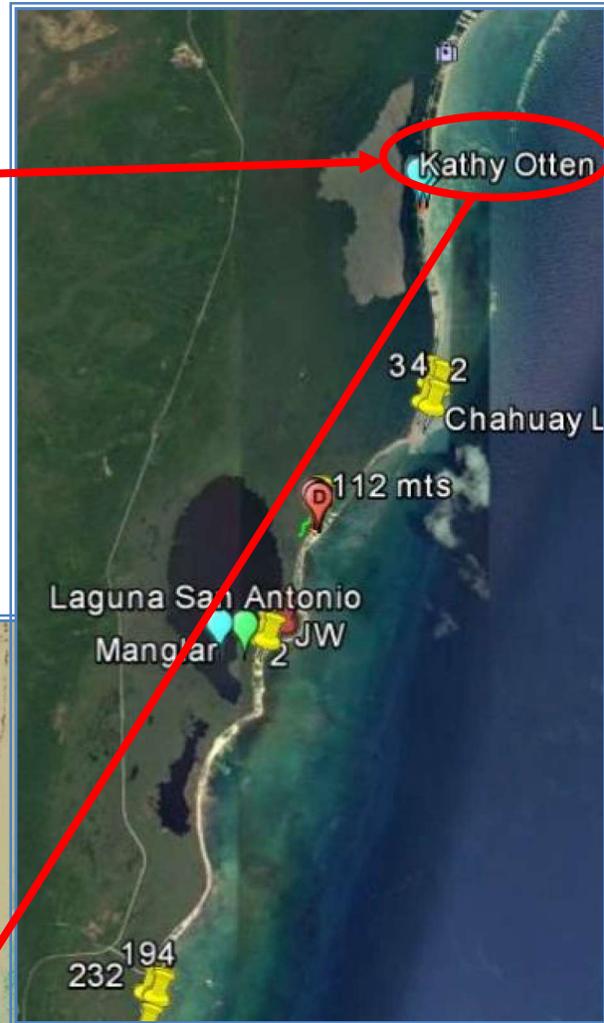
Al Norte en 76.708 metros con Fracción 23 del mismo predio.
Al Sur en 77.641 metros con Fracción 25 del mismo predio.
Al Este en 20.00 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre del Mar Caribe.
Al Oeste en 20.00 metros con camino Mahahual-Punta Herrero
SUPERFICIE: 1,537.026 M².
C.C. 0145-028-0000-000821

Localización del proyecto.

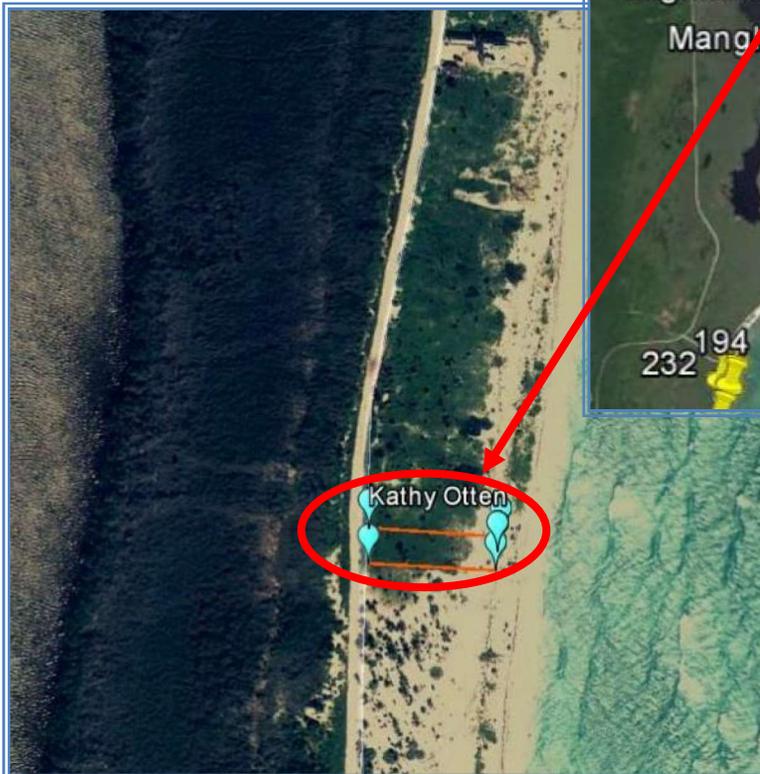
La Fracción 24 del predio rústico San José, se ubica a la altura aproximada del kilómetro 4+840 de la desviación del camino costero en el tramo Placer Río-Indio.



Macrolocalización de la Fracción 24 del predio San José.



Microlocalización del área de interés.



I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Siempre que se respeten las características constructivas propuestas en los cálculos estructurales incorporados en el plano con la misma denominación que se adjunta (el cual considera en su diseño el factor de resistencia a fenómenos hidrometeorológicos) y se dé el adecuado mantenimiento a las edificaciones y estructuras que conformarán el proyecto "Casa de Sueños", se estima su utilización en condiciones óptimas por lo menos para los próximos 50 años, motivo por el cual actualmente no se plantea un programa de abandono del sitio.

I.1.4 Presentación de la documentación legal:

Adjuntos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, en la sección de anexos, se hace entrega de la siguiente documentación de carácter legal y anexos documentales:

- Copia simple para archivo y certificada para cotejo del Acta No. Mil Ciento Noventa y Nueve (1,199), de fecha dieciocho (18) días del mes de septiembre de dos mil quince, pasada ante la fe del Abogado Hugo Wilbert Evia Bolio, Notario Público No. Sesenta y nueve (69) en legal ejercicio en el Estado de Yucatán, en la cual se hace constar un Contrato Irrevocable de Fideicomiso, celebrado por Quest Corporation, S. de R. L. de C. V., como Fideicomitente, Banco del Bajío, S.A. I.B.M. como Fiduciario y, la Sra. Kathryn Ann Otten, como Fideicomisario, respecto del predio rustico marcado como Fracción 24 (veinticuatro), ubicado en camino Mahahual-Punta Herrero, Número Oficial Sin Número, Lote Trece diagonal Veintitrés del municipio de Othón P. Blanco.
- Copia simple para archivo y certificada para cotejo de la Escritura Pública No. Trece Mil Quinientos Sesenta y Siete (13,567), de fecha veintiséis (26) días del mes de mayo de dos mil dieciséis, pasada ante la fe de la Lic. María Soledad Olvera Sánchez, Notario Público No. Ciento cinco (105) en legal ejercicio en el Estado de Guanajuato, en la cual se hace constar un Poder General Limitado para Actos de Administración, que otorga Banco del Bajío, Sociedad Anónima Institución de Banca Múltiple, Fiduciario del Fideicomiso identificado administrativamente con el No. 17310-55-278 de la Fideicomisaria, Sra. Kathryn Ann Otten, a favor de la Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo.
- Identificación Oficial en copia simple y Copia Certificada para cotejo de la credencial para votar emitida por el IFE del Apoderado de Banco del Bajío, S.A. I.B.M., Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo.

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

Banco del Bajío, S. A. I. B. M., fideicomiso No.17310-55-278 a favor de la Sra. Kathryn Ann Otten.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[REDACTED]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo. Apoderado General.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

Calle Othón P. Blanco No. 245, entre Independencia y I. Madero, Col. Centro; C.P.77,000, Ciudad Chetumal, O.P.B., Quintana Roo.

Teléfono: [REDACTED]

1.2.5 Correo Electrónico:

[REDACTED]

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

I.3.1 Nombre o Razón Social:

P.I.A. Patricia E. Espinosa Ruiz

I.3.2 RFC:

[REDACTED]

1.3.3 CURP:

[REDACTED]

I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio

- **Calle y número:** Othón P. Blanco No. 245
- **Colonia, barrio:** Centro
- **Código postal:** 77,000
- **Entidad federativa:** Quintana Roo
- **Municipio o delegación:** Othón P. Blanco
- **Teléfono(s):** [REDACTED]
- **Correo electrónico:** [REDACTED]

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Naturaleza del proyecto	Marcar con una cruz la modalidad que corresponda
Obra nueva	X
Ampliación y/o modificación	
Rehabilitación y/o reapertura	
Obra complementaria (asociada o de servicios)	
Otras (describir)	

El Proyecto unifamiliar denominado "Casa de Sueños", se ajusta a la descripción contenida en los supuestos del Artículo 28° de la LGEEPA fracciones VII, IX y X, así como incisos O), Q) y R) del Art. 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en materia de Impacto Ambiental, que a la letra dicen lo siguiente:

" O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas:

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

Q) Desarrollos Inmobiliarios que Afecten los Ecosistemas Costeros:

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

- a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;*
- b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y*
- c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.*

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

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y...(...).

Por este motivo, y, en cumplimiento del Artículo 28° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y 5° de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental se ha elaborado el presente estudio para su análisis y validación por parte de la Autoridad Federal, en el marco de la Normatividad ambiental vigente.

Descripción	La Fracción 24, lote 13/23 del Predio Rústico denominado San José, colinda al Norte en 76.708 metros con Fracción 23 del mismo predio, al S en 77.641 metros con Fracción 25 del mismo predio, al E en 20.00 mts con ZOFEMAT del Mar Caribe y al O en 20.00 mts con camino costero Mahahual-Punta Herrero (tramo Placer-Río Indio). Se ubica a la altura aproximada del Kilómetro 4+840 de la desviación Placer-Río Indio, siendo el camino el que indica el límite de la propiedad y no formando parte de la misma.
--------------------	---

En la Fracción 24, propiedad del Fideicomiso No. 17310-55-278 conformado entre Banco del Bajío, S. A. I. B. M. y la Sra. Kathryn Ann Otten, misma que abarca una superficie total (en base al levantamiento topográfico real) de **1,537.026 m²** (son 0.1537 Has), se pretende construir una Vivienda Unifamiliar de dos niveles, con un anexo para garage-cuarto del velador, y tres estructuras temporales consistentes en palapas en la Zona Federal, sin asociación con la prestación de Servicios Turísticos.

El Proyecto contará con 2 módulos; consistentes en: garage-cuarto del velador-bodega, y edificio de la vivienda, siendo ambos módulos de dos plantas. Contando todo el proyecto en planta baja con una superficie de aprovechamiento de 681.74 m², equivalentes al 44.3544% de la superficie total del predio, mientras que el primer nivel en conjunto se contará con una superficie de 448.71 m² para ambas estructuras.

De esta forma se considera como superficie neta de aprovechamiento los 2 módulos principales que conforman la casa habitación en Planta Baja más el área que ocuparán la planta de tratamiento de aguas residuales y el biodigestor, cada uno con su respectivo humedal artificial, cisterna, el acceso y andadores naturales; para un total de despalme que asciende a **681.74 m²**, por lo cual queda como área verde en condiciones de reserva de **855.286 m²**, equivalente al **55.6455%** de la superficie total del predio.

El Proyecto contempla la erradicación de parásitas invasoras, como es el caso de la *Cassythra filiformis*, el embellecimiento mediante el empleo de jardinería orgánica y forestación a base de especies endémicas y/o de alto valor ecológico situadas de tal manera que se cree una barrera vegetal que aisle paisajísticamente el sitio para dar privacidad a los residentes.

Los servicios básicos como el agua potable, drenaje y tratamiento de aguas negras serán satisfechos mediante el empleo de eco-tecnologías, empleando para ello tecnología de punta con un arreglo híbrido.

En la Zona Marina no se pretende ninguna obras ni instalaciones, mientras que en la ZOFEMAT se prevé tres palapas rústicas para descanso, sin suelo, obras permanentes ni paredes, dos circulares de 2.0 m de diámetro cada una y, una rectangular de 15.00 m² (3*5).

El lote motivo del presente estudio está en trámites de obtención de la Concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre para un uso Ornato debido a que se tiene prevista la instalación de 3 palapas rústicas de techo de zacate, dado que se van a usar para actividades de observación y recreación del propietario de la vivienda. No obstante hasta en tanto no se obtenga la concesión no se realizarán actividades en la zona, salvo las de tránsito a pie.

	Así mismo, de manera simultánea al presente estudio, se ingresa para su evaluación, ante la SEMARNAT, el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo en materia Forestal.		
Sitios Alternos	No se han previsto sitios alternos pues esta es la única propiedad en México con que cuenta la empresa familiar que la desarrollará.		
Objetivos	Brindar una vivienda a una pareja de retirados que desean pasar las temporadas de invierno de su País en las costas de Quintana Roo.		
Inversión en pesos	Terreno	Infraestructura	Prevención y Control
	\$750,000	\$3,000,000.00	\$500,000.00
Capacidad productiva o de servicios	La vivienda contará únicamente con tres recámaras por lo que son dos habitaciones para cada una de las dos personas que son los propietarios residentes permanentes y una recámara para visita que será ocupada esporádicamente por sus hijos que vengan del extranjero a visitarles. Adicional a la vivienda principal se contará con el cuarto del velador.		
Políticas de crecimiento a futuro	Al momento de elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental no se prevé un crecimiento a futuro en el Proyecto "Casa de Sueños". En caso de requerirse obras adicionales posteriormente se tramitarán los permisos correspondientes.		

II.1.2 Selección del sitio

Con base en los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento aplicables al sitio se pudo determinar las fortalezas que sustentan la selección del sitio, siendo los más relevantes los siguientes:

- El sitio donde se ubica el predio queda dentro del ámbito de aplicación del POEL Othón P. Blanco, mismo que le otorga una política de Aprovechamiento Sustentable con uso predominante para el turismo (UGA 43), y se consideran viables las residencias, incluidas aquellas que presten servicios, por lo que el Proyecto, aún cuando no preste servicios, es concordante con este instrumento.
- El lote, por su ubicación, está físicamente apartado de la comunidad más cercana, que es Mahahual, sita a más de 18.0 kilómetros al Sur en línea recta, por lo que aún conserva atributos de privacidad, plusvalía y naturalidad paisajística;
- En el lote 24 y sus alrededores se aprecia aún el alto impacto causado por el huracán Dean, el cual ocasionó la pérdida de la cobertura vegetal en los predios al frente de playa y acumuló grandes cantidades de arena en el límite del camino costero y sobre el manglar el Oeste de los mismos, causando su desecación, aunque se aprecia ya su reverdecimiento paulatino;
- En los alrededores y colindancias del predio de interés hay la presencia de viviendas de descanso y recreo para jubilados que presentan las mismas características de la que se analiza en el presente estudio;
- En el lote 24 el suelo está conformado por arena altamente permeable, con un alto contenido de carbonatos y una pobre composición de materia orgánica, con escasos afloramientos de roca caliza, evidentemente de origen marino pues se puede apreciar corales en su composición, por lo que es una laja sólida emergida recientemente del mar; mientras que hacia la parte posterior se colinda con el camino costero y al Norte y Sur con fracciones del mismo predio, las que actualmente no están desarrolladas.

Hacia el Oeste, posterior a al camino costero, se ubican terrenos nacionales en los que se presentan características de zona inundable estacional, mismos que colindan con la Laguna Estrella situada a 167 metros lineales del camino costero, donde hay presencia de manglar de borde.

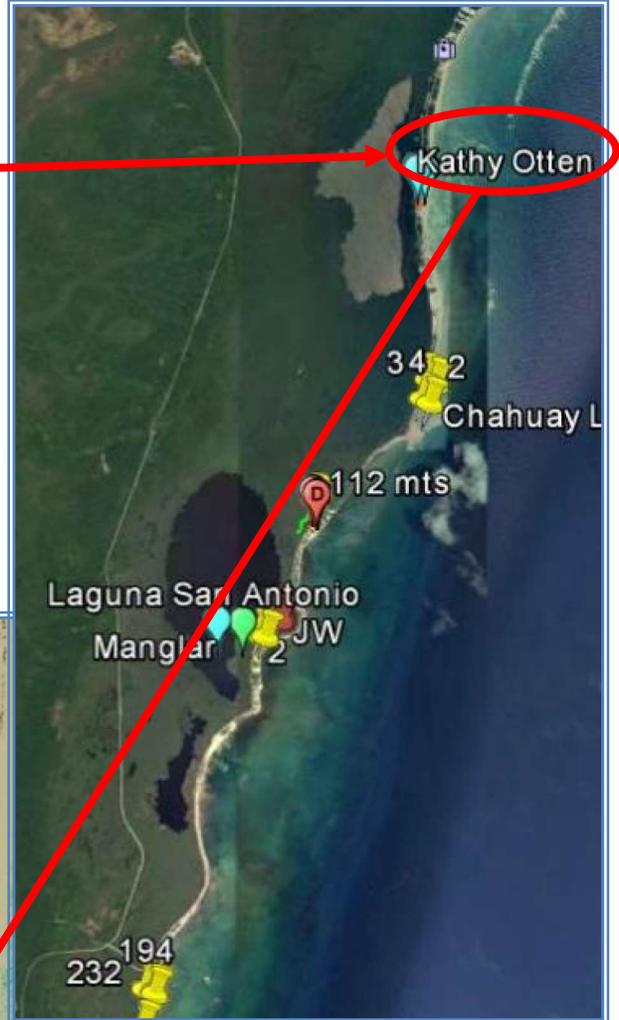
- En el lote hay un ligero ascenso topográfico en el terreno natural a partir de la pleamar, sin embargo, hay presencia abundante de arena sin conformar dunas estratificadas, estas acumulaciones de arena son móviles y no se encuentran estratificadas pues proceden del acarreo que se dio con el huracán, la mayor parte de la arena se acumula en los márgenes del camino costero a ambos lados del camino y se tienen fotos de los recorridos posteriores al huracán para demostrar que la acumulación se debió al acarreo eólico del huracán;
- La altura de esta zona de la franja costera varía de entre 2.50 a 9.00 metros con respecto al nivel de la pleamar en la zofemat;
- En la zona federal hay una pendiente suave que tiene un máximo de 4.0 metros con respecto al nivel cero del mar, conformada por arena con afloramientos escasos de material calizo de la costa;
- La dinámica costera es de baja intensidad pues frente a la costa de interés se presenta un bloque de barrera arrecifal lo que detiene en gran parte la energía de oleaje; por esto frente al lote la laguna costera es somera;
- La zona de playa se encuentra cubierta de rastreras y halófitas sin que haya excedentes o terrenos ganados al mar;
- En la zona de aprovechamiento del proyecto (UGA 43) solamente se presenta vegetación rastrera y matorral costero, clasificados como vegetación de duna costera; no hay indicios de vegetación propia de áreas sujetas a inundaciones temporales dentro de la propiedad ni en las zonas colindantes;
- En el interior de la UGA 43, donde se incluye la totalidad del lote 24 no hay presencia de manglar, la presencia aislada de individuos característicos de esta asociación da inicio hacia el Oeste del lote, donde se encuentran los Terrenos Nacionales, a aproximadamente 37.00 metros lineales del límite de la propiedad privada; en la zona posterior al camino costero y hacia la Laguna Estrella.

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

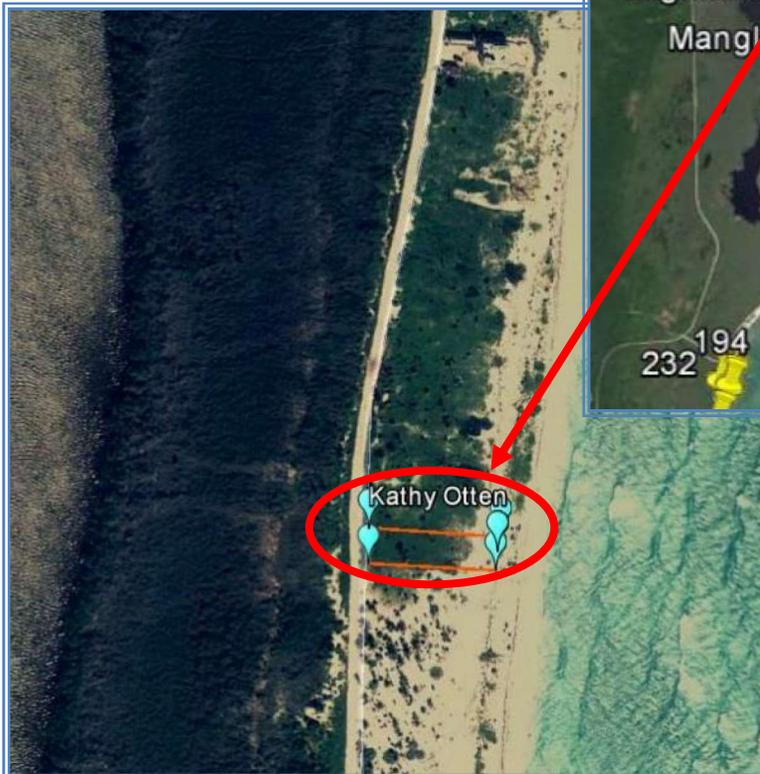
La Fracción 24 del predio rústico San José, se ubica a la altura aproximada del kilómetro 4+840 de la desviación del camino costero en el tramo Placer Río-Indio.



Macrolocalización de la Fracción 24 del predio San José.



Microlocalización del área de interés.



a) **Coordenadas Geográficas (UTM):**

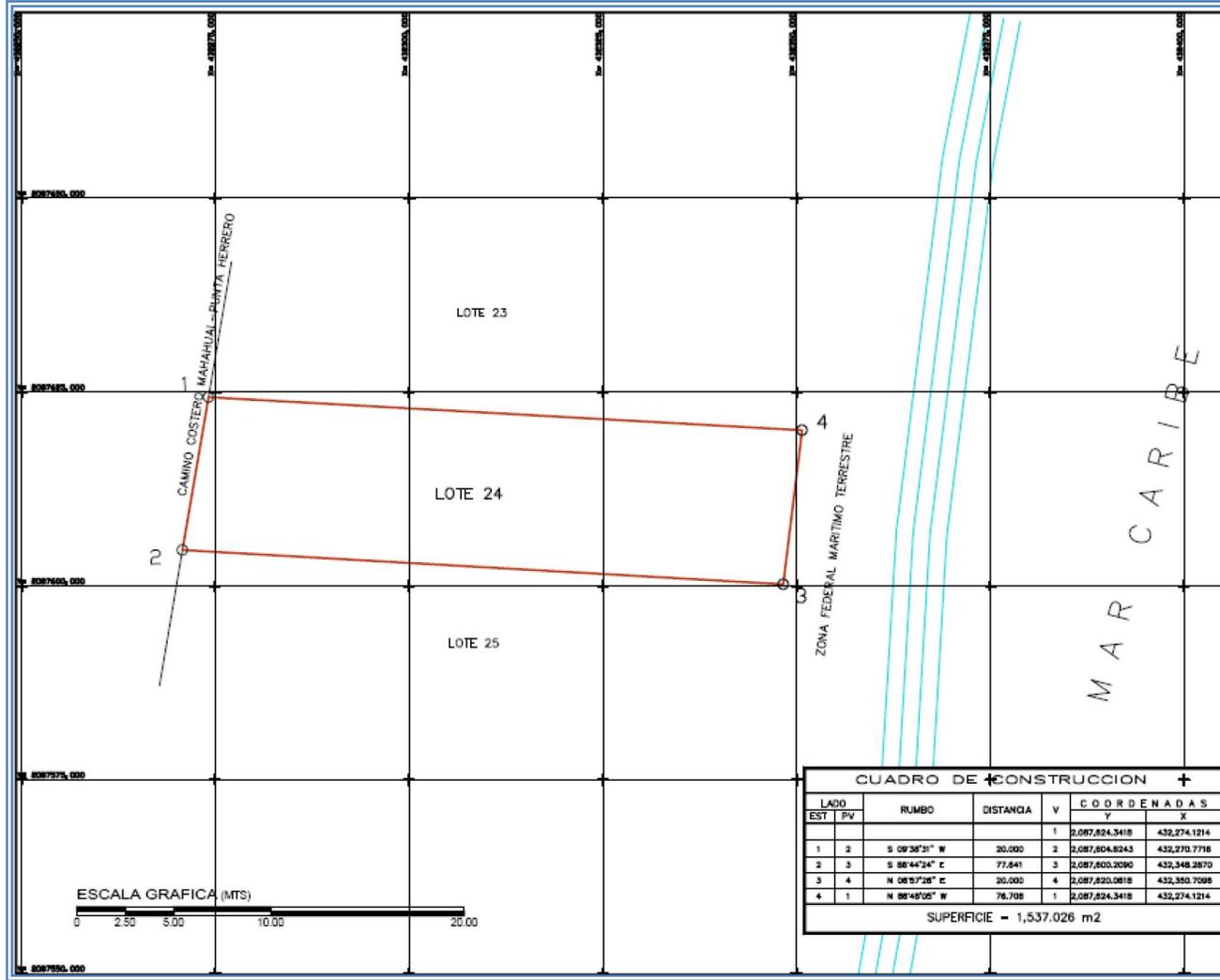
CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LA FRACCIÓN 24, LOTE 13/23 DEL PREDIO RÚSTICO SAN JOSÉ.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN +						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,087,624.3418	432,274.1214
1	2	S 09°38'31" W	20.000	2	2,087,604.6243	432,270.7716
2	3	S 86°44'24" E	77.641	3	2,087,600.2090	432,348.2870
3	4	N 06°57'26" E	20.000	4	2,087,620.0618	432,350.7096
4	1	N 86°48'05" W	76.708	1	2,087,624.3418	432,274.1214
SUPERFICIE = 1,537.026 m ²						

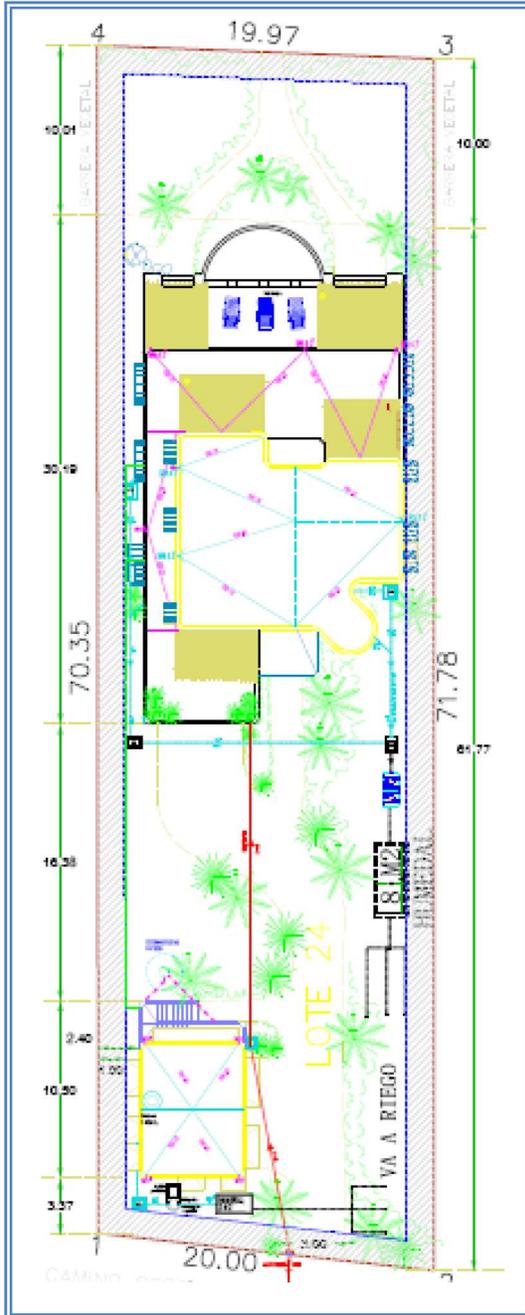
Colindancias:

Al Norte en 76.708 metros con Fracción 23 del mismo predio.
Al Sur en 77.641 metros con Fracción 25 del mismo predio.
Al Este en 20.00 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre del Mar Caribe.
Al Oeste en 20.00 metros con camino Mahahual-Punta Herrero
SUPERFICIE: 1,537.026 M².
C.C. 0145-028-0000-000821

b) Plano Topográfico:



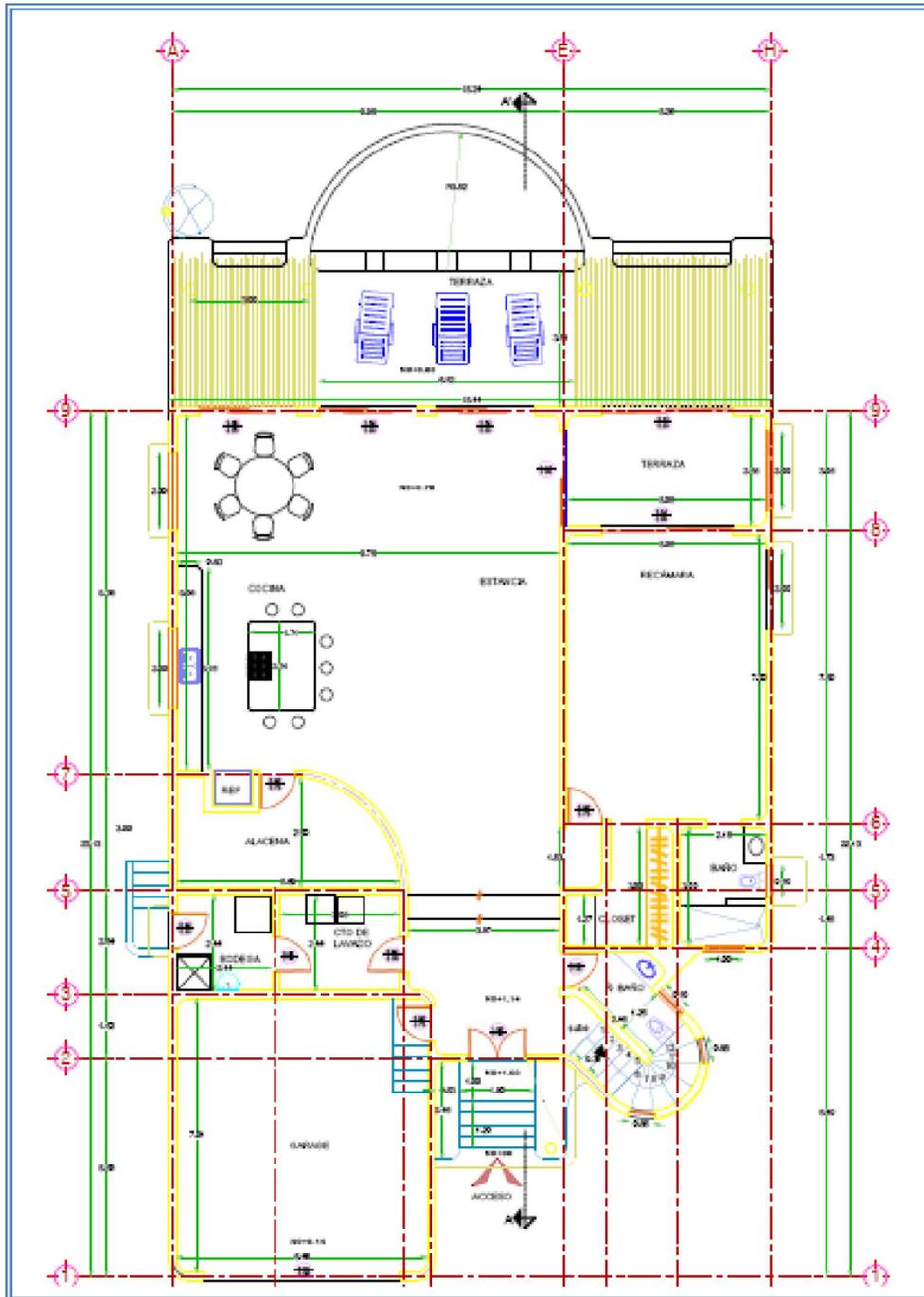
c) Plano de conjunto del proyecto con la distribución total de la infraestructura permanente y de las obras asociadas dentro del predio:



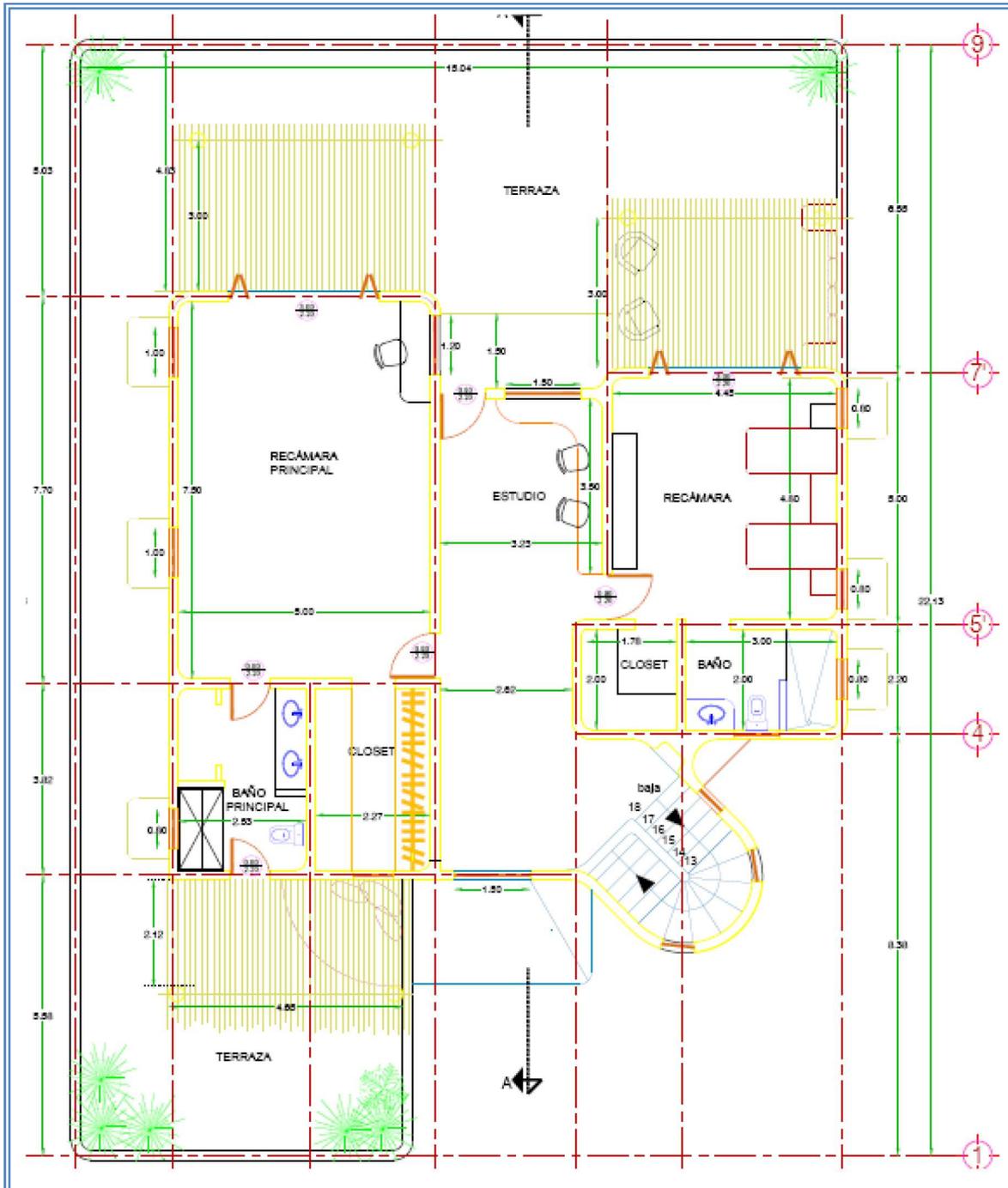
En esta imagen del plano de conjunto se aprecia la distribución de todas las obras de la vivienda en Planta Baja, misma que contará con 2 módulos, a saber, vivienda principal y, garage con cuarto del velador. Este desplante, incluyendo el acceso, la instalación de la Planta de Tratamiento, biodigestor, humedales y los módulos abarca un área de aprovechamiento de **681.74 m²** y, un área de construcción de **458.04 m²**.

* Para ver detalles de los planos favor de consultar en anexos.

Planta baja de la vivienda, abarca en total 385.13 m², con una altura de 3.36 metros hasta la losa de entrepiso. Se conforma de 1 módulo que contará con cocina, comedor, alacena, medio baño, estancia, recámara con baño y closet, cuarto de lavado, medio baño y cubo de escaleras. Adicionalmente tendrá terraza y alberca (16.00 m²) considerados dentro del total de la PB.



Planta del primer nivel de la vivienda, conformada por un módulo que abarca en total 385.13 m², con una altura de 8.00 metros hasta la losa de techo con remate decorativo. Contará con cubo de escalera, recámara principal con baño y clóset, 2 recámaras con baño y closet, terrazas jardinadas, además de un estudio-vestíbulo para salir a la terraza frontal.



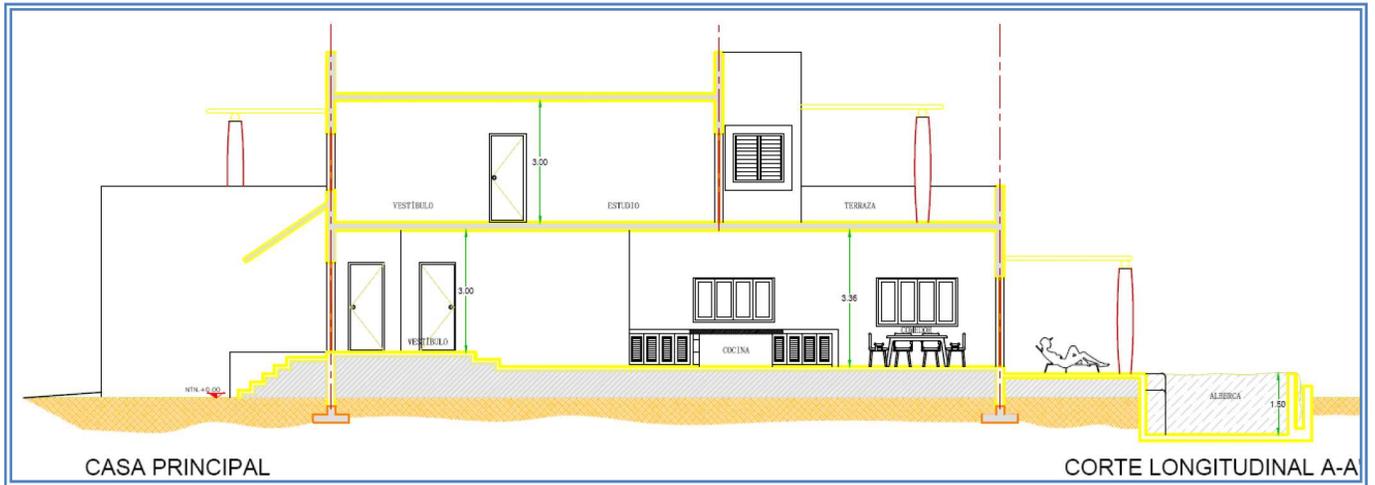


Vista de la fachada principal de la Vivienda, orientada hacia el Este

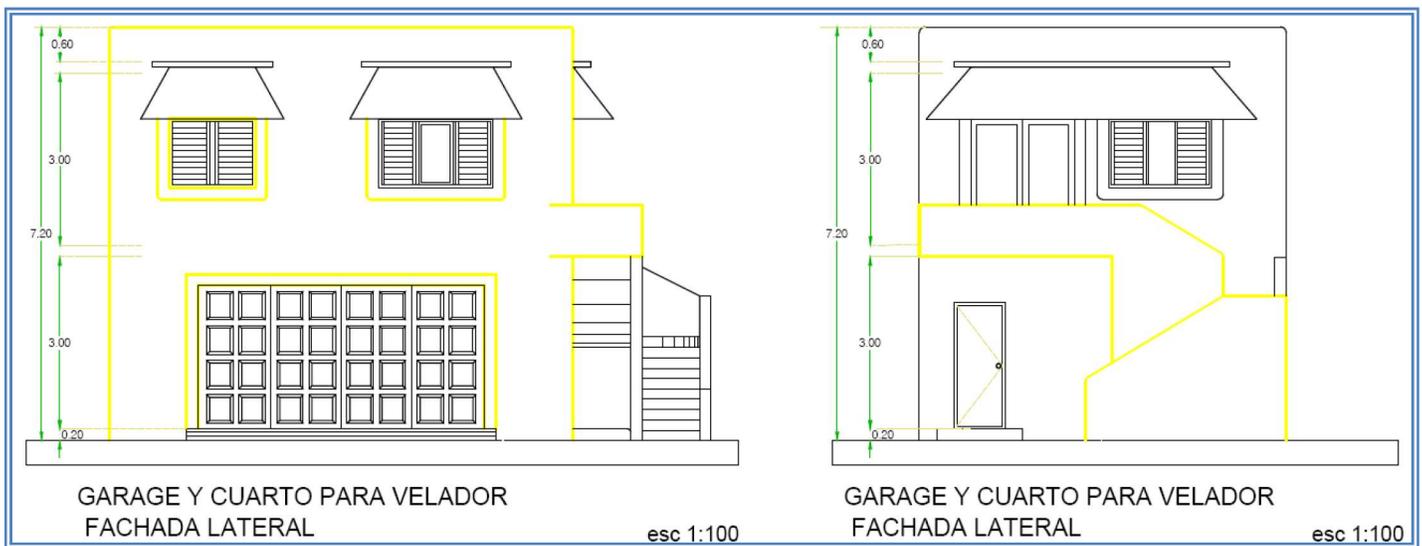


Vista de la fachada principal de la Vivienda, orientada hacia el Oeste

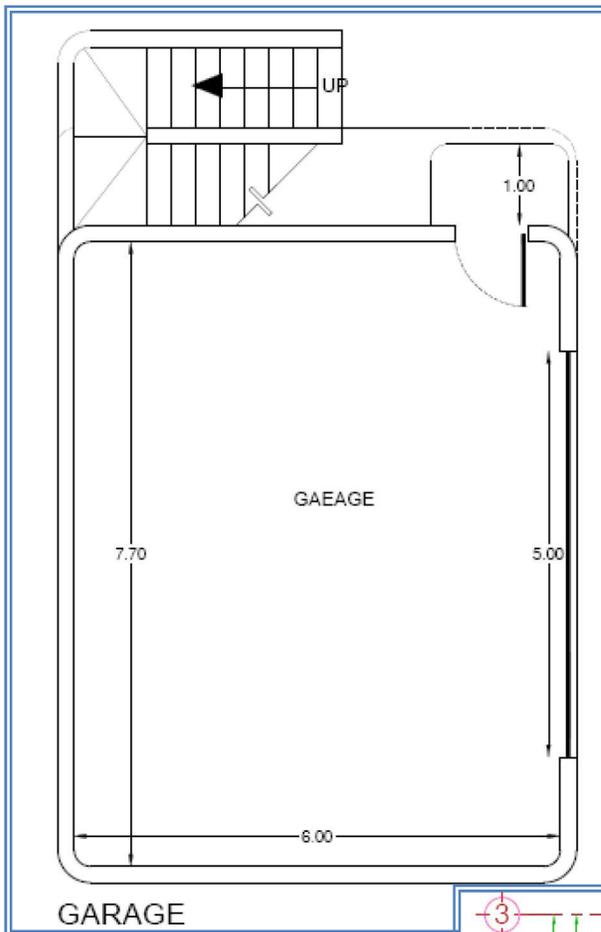
Cortes de la Vivienda



En este corte se aprecian las alturas, así como las instalaciones al interior de las 2 plantas de la vivienda, la profundidad de las zapatas aisladas dentro del suelo natural (0.60 mts) y del foso de la alberca (1.00 metros) bajo el nivel natural del suelo.

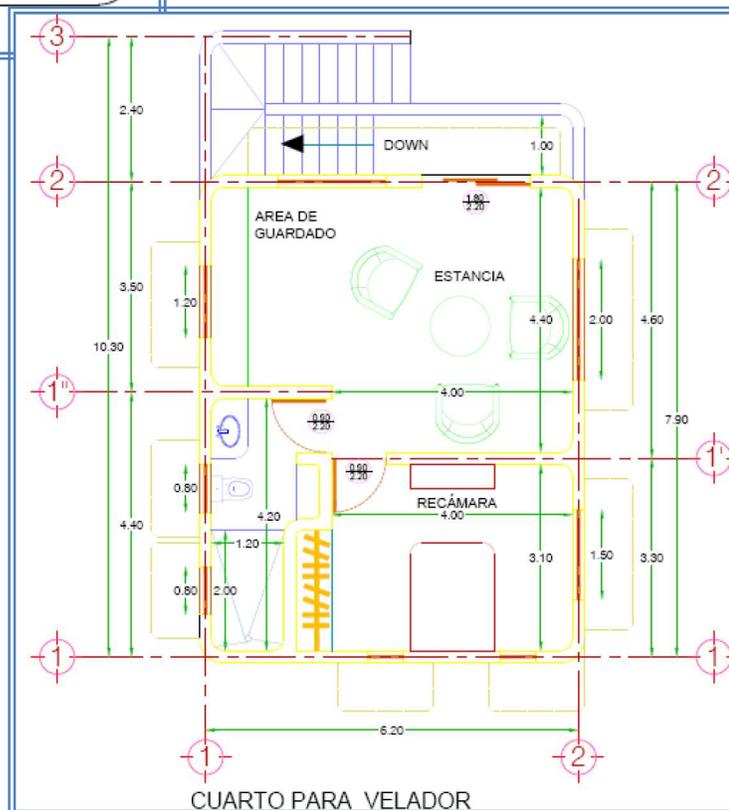


Fachada del módulo denominado Garage-Cuarto del Velador



Planta arquitectónica de la planta baja del módulo denominado garage-cuarto de velador, siendo que la PB corresponde únicamente al garage. Este módulo abarca una superficie de 63.58 m² en su planta a 3.00 metros de altura s.n.s.n.

Planta arquitectónica de la planta alta del módulo denominado garage-cuarto de velador, siendo que la PA corresponde a área de guardado (bodega), recámara y estancia del Velador. Este módulo abarca una superficie de 63.58 m² en su primer nivel a 7.20 metros de altura s.n.s.n.



Obras adicionales a las descritas previamente:

- Acceso a la vivienda y caminos naturales dentro del predio, abarcando un total de 212.35 m², mismos que están indicados en el plano de conjunto, se consideran áreas permeables pues no contarán con piso de cemento ni material impermeable, se ha marcado así solo para indicar la rodada del vehículo y el área de tránsito.
- 3 palapas hechas a base de material de la región, no permanentes, sin piso ni instalaciones; estarán ubicadas sobre la ZOFEMAT, dos de ellas serán circulares a 2.00 metros de diámetro c/u y una será rectangular a 15.00 m² (3 * 5 m).
- Dos trazos de senderos que se unifican en uno para acceso al frente de playa de 1.20 m de ancho, superficie que está considerada en la superficie de accesos a la vivienda y caminos naturales, estos senderos se indican únicamente con la finalidad de mostrar la zona de tránsito, sobre esa zona no se edificará ninguna obra permanente ni se sellará el suelo. Actualmente la zona federal está desprovista de vegetación salvo por las rastreras e inflorescencias aisladas presentes, cuando sea creada la barrera vegetal únicamente el trazo de este sendero será conservado desprovisto de vegetación;
- Instalación de una micro Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de marca MUTAR y una Fosa Ecológica Autolimpiante Rotoplas, en ambos casos se trata de estructuras prefabricadas, y que en conjunto ocuparán una superficie de 4.02 m², de las cuales el efluente será canalizado mediante tubería flexible a un sistema de Humedales artificiales.
- Dos cepas de Humedal Artificial de Flujo Vertical con vegetación sumergida, los cuales serán armados in situ con fondo sellado y cuyo efluente estará dirigido a un sistema de tubería flexible para distribuir el efluente ya tratado como agua de riego para el área verde y de conservación del sitio. Ambas cepas en conjunto contarán con 11.35 m² de área y se consideran parte de las áreas jardinadas al contar con vegetación.
- Instalación de 1 tinaco con capacidad de 5,000 litros, enterrado, que hará las veces de cisterna para la casa del velador;
- Una cisterna con capacidad de 35.00 m² que estará colocada bajo la vivienda y que contará con una profundidad de 0.80 metros y un área de 44.79 m².

II.1.4 Inversión requerida

a) Importe total del capital requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.

El monto de capital estimado para la construcción del Proyecto de Vivienda "Casa de Sueños" es de \$ 3,000,00.00 pesos m.n., de acuerdo con cotizaciones presentadas por el constructor y sin tomar en consideración el costo que ya ha sido pagado por la adquisición del terreno (\$750,000.00) y la inversión que se hará para adquirir e instalar la PTAR, el biodigestor autolimpiante, jardinería; sin embargo hay que aclarar que este monto puede incrementarse en virtud del tipo de acabados que se empleen en la obra y/o del incremento del costo de los materiales y tecnologías. El monto de construcción es elevado ya que no hay abastecimiento de materiales de construcción en la zona inmediata al sitio del proyecto, por lo que el acarreo de los materiales constructivos desde tiendas especializadas en Chetumal, Mahahual y Yucatán incrementan mucho el costo.

Y el costo que se estima en tecnologías ambientales (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, humedales artificiales, forestación, rescate y reubicación de flora, entre otros), se estima en \$500,000.00 pesos iniciales, monto que representa aproximadamente el 17.00% de la inversión total para la construcción y puesta en marcha del proyecto.

b) Período de recuperación del capital:

No hay un periodo para la recuperación del capital ya que el proyecto no generará ingresos al no haber prestación de bienes ni servicios.

c) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación:

En total, se estima que al aplicar las medidas de prevención, control y mitigación de impactos, que se detallan en apartados posteriores, consistentes principalmente en 1 PTAR MUTAR, un biodigestor autolimpiante fosaplas, Rescate de vegetación, forestación, se estima en por lo menos \$500,000.00 pesos iniciales.

En el monto descrito no se ha tomado en consideración el pago destinado al Estudio Técnico Justificativo Forestal, al pago de la Compensación Ambiental en materia Forestal y al Estudio de Impacto Ambiental que proveerán las herramientas para el manejo, control y mitigación de los impactos en el presente proyecto y que son montos muy elevados que deben tomarse en consideración también pues gracias a estos estudios es que se elaboran las estrategias que permiten proponer medidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales derivados de la construcción y del cambio de uso del suelo.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El desarrollo de Proyecto "Casa de Sueños", implica la construcción de una vivienda unifamiliar conformada por 2 módulos: vivienda principal y garage-cuarto del velador con bodega. Ambos módulos serán de dos niveles, teniendo la vivienda una altura máxima de 8.00 metros hasta el nivel de la baranda de seguridad en la azotea; mientras que el segundo módulo alcanza 7.20 metros de altura.

Se considera la instalación de una planta de tratamiento prefabricada marca MUTAR, la cual dará servicio exclusivamente a la vivienda y un biodigestor autolimpiante fosaplas para dar servicio a la bodega y cuarto del velador. Estas estructuras se complementarán con dos cepas de humedal artificial de flujo vertical cuya ubicación se indica en la planta de conjunto del proyecto (*ver plano hidráulico-Sanitario y Plano de Conjunto*).

Adicionalmente se toma en consideración la huella para los vehículos, necesaria para acceder a la vivienda así como los senderos interiores y 3 palapas con un área conjunta de 19.00 m², de materiales no permanentes en la ZOFEMAT (mismas que no se construirán hasta en tanto no se haya obtenido la concesión y la autorización en materia de Impacto Ambiental). En la zona marina no se contempla ninguna obra.

a) Cuadro de Distribución de Superficies

Concepto		Superficie (m ²)
Áreas permeables	Acceso a vivienda	212.35
	Acceso a playa	
Subtotal de áreas permeables		212.35
Áreas selladas	Vivienda Planta Baja	385.13
	Regadera exterior	1.51
	Garage-cuarto del velador	63.58
	Humedales (2 cepas)	11.35
	Micro Planta MUTAR	2.75
	Biodigestor Fosaplass	1.27
	Tinaco-Cisterna Velador	3.80
Subtotal de áreas selladas		469.39
Total de superficie de Aprovechamiento		681.74
Área sujeta a forestación y conservación		544.3955
Buffer de Conservación*		310.8905
Superficie Total del Predio		1,537.026

* El buffer de 310.9568 m², representa el 20.23% de la superficie total del predio, en cumplimiento del criterio CB-03 del POEL se ha dejado una franja de 1.707 metros de ancho que se distribuye a lo largo de los 182.09 metros lineales de perímetro del predio, en la cual únicamente se practicarán los accesos indispensables y en el resto conservará la vegetación original.

b) Cuadro de análisis de porcentajes

Concepto		Superficie (m ²)	%
Áreas Verdes	Humedales Artificiales (selladas)	11.35	0.7384
	Buffer de Conservación	310.8905	20.2267
	Área verde sujeta a forestación	544.3955	35.4187
Subtotal de Áreas verdes		866.636	56.3838
Áreas Permeables	Acceso a vivienda	212.35	13.8156
	Acceso a playa		
Subtotal de Áreas Permeables		212.35	13.8156
Áreas Selladas	Vivienda Planta Baja	385.13	25.0568
	Garage-Cuarto del velador PB	63.58	4.1365
	Regadera Exterior	1.51	0.0982
	Planta de tratamiento	2.75	0.1789
	Biodigestor	1.27	0.0826
	Tinaco-cisterna casa velador	3.80	0.2472
Subtotal de Áreas Selladas		458.04	29.8004
Superficie Total del Predio		1,537.026	100

Fuera del polígono del predio, propiedad de la empresa promotora, pretenden armarse 3 palapas de materiales rústicos, dos de ellas circulares de 2.00 metros de diámetro cada una y una rectangular de **15.00 m²** para un total de **19.00 m²** por todas, no obstante ninguna obra tendiente a este fin será ejecutada hasta en tanto no se cuente con la Concesión de la ZOFEMAT para uso de ornato.

Por otra parte, en la zona marina no se pretende la ninguna edificación ni actividad de aprovechamiento.

ANÁLISIS DE LAS SUPERFICIES SUJETAS A APROVECHAMIENTO:

Del análisis de éstas tablas podemos obtener lo siguiente:

El total de la superficie de construcción en Planta baja asciende a **458.04 m²**, equivalente al **29.8004%**, considerando únicamente el desplante de los módulos hechos a base de construcción permanente así como la PTAR y el biodigestor; todos ellos considerados como superficies selladas; mientras que el total de la superficie a aprovechar a nivel del suelo de características permeables (incluye espacios sin obra como el acceso y andadores naturales a la vivienda, áreas verdes; todos considerados áreas permeables), asciende a: **212.35 m²**, equivalentes al **13.8156 %** de la superficie total del predio. Se debe mencionar aparte las dos cepas de humedal, las cuales a pesar de ser selladas se cuentan como áreas verdes al estar jardinadas, estas ascienden a 11.35 m².

Total de construcción en todos los niveles (superficie cubierta de construcción): **906.75 m²**. Considerando los 385.13 m² de la planta alta de la vivienda y los 63.58 m² de la planta alta del garage-cuarto del velador.

Por otra parte se conservará libre de obras y actividades de aprovechamiento una superficie de **866.636 m²**, equivalentes al **56.3838%**; esta zona corresponde al buffer de conservación y, a la superficie del predio que estará destinada a conservación y sujeta a un programa de forestación con especies endémicas y/o de alto valor ecológico siendo que actualmente está dominada por especies invasivas y secundarias. En la zona de aprovechamiento se contemplan humedales artificiales y jardinería paisajística, así como en la ZOFEMAT que abarca 399.783 m², también se contempla la creación de una barrera vegetal, por lo que se puede asegurar que, al término de la etapa de construcción y una vez implementadas las labores de forestación en el predio quedará una superficie mucho mayor al **56 %** que se ha calculado de manera directa.

** El total de la superficie de aprovechamiento por concepto de las palapas (3 palapas con un área total de 19.00 m²), que se prevé sean desplantadas en la ZOFEMAT no se han considerado en el análisis de las superficies de aprovechamiento puesto que no se ubica dentro de la propiedad privada sino que es regulada por la Ley General de Bienes Nacionales, no obstante los criterios se corresponden igualmente a la UGA 43, la cual analizaremos en el apartado correspondiente.*

Ahora bien, del análisis de los anteriores cuadros de superficies se desprende lo siguiente:

- El Proyecto denominado "Casa de Sueños" contará con una superficie total de construcción de $906.75 \text{ m}^2 + 11.35 \text{ m}^2 = 918.1 \text{ m}^2$ considerando ambos niveles en todos los módulos, así como la cisterna, el biodigestor, la PTAR + 11.35 m^2 de los humedales artificiales, es decir, las áreas selladas;
- Contará con una superficie de 458.04 m^2 de aprovechamiento en planta baja, considerando únicamente áreas selladas + 11.35 m^2 de humedal = 469.39 m^2 .
- Abarca una superficie de aprovechamiento de 681.74 m^2 considerando áreas permeables y selladas,
- Los andadores interiores naturales, el acceso vehicular al predio y el estacionamiento abarcan 212.35 m^2 , al margen que no se considera ninguna obra civil, piso, o construcciones permanentes en estas áreas, por lo que se consideran permeables;
- De acuerdo a las áreas de construcción el COS, asciende a 0.4435,
- El CUS asciende a 0.5973.

b). Superficie a afectar (en m^2) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio.

La vegetación que actualmente se desarrolla en el predio Lote 24 donde se propone desarrollar el proyecto denominado "Casa de Sueños", está compuesta por vegetación de estrato herbáceo y arbustivo, en toda la zona donde se ubica el predio y que abarca una longitud de aproximadamente 1.25 km hacia N y S formando una franja entre el camino costero y la costa, mantiene una condición similar en cuanto a la vegetación que se desarrolla.

Para conocer la condición de la vegetación en el Lote 24, se realizó el levantamiento de un censo, de los individuos presentes en el predio. Con respecto a la vegetación presente en el predio, no fue identificado ningún individuo del estrato arbóreo, solamente del estrato arbustivo y herbáceo. Cabe señalar que en toda la zona donde se encuentra ubicado el predio Lote 24, mantiene una condición similar en cuanto a la vegetación que se desarrolla, con parches de inflorescencias de arbustos de duna costera como la *Erithalis* y *Tournefortia* hacia la zona de playa y parches de *Cassyta* y *Distichlis* en la porción central.

De acuerdo a las especies de vegetación presentes en el predio donde se realizará el proyecto "**Casa de Sueños**", y a la condición de las mismas, se puede indicar que corresponde a vegetación propia de **Duna Costera**. Entre las especies con mayor desarrollo podemos encontrar a *Ernodea littoralis* (Enredadera de playa), *Phitecellobium keyense* (Ya'ax K'aax), *Erithalis fruticosa*, las cuales se encuentran en el estrato arbustivo; *Ambrosia hispida* (Margarita de mar), *Ipomoea imperati* (Campanita de playa), *Distichlis spicata* (Zacate salado) propias del estrato herbáceo. De igual forma fue identificada una especie parásita *Cassyta filiformis* (Bejuco de fideo).

Este proyecto considera la ocupación para el Cambio de Uso de Suelo de una superficie de 681.74 m^2 , de los $1,537.026 \text{ m}^2$ que componen la superficie total del predio. En la superficie del predio se observa una alta densidad de individuos que mantienen una cobertura del suelo arenoso y que evitan procesos de erosión; esta zona se caracteriza por una pendiente ascendente hacia el Oeste; parte de la afectación del huracán Dean fue la de arrojar grandes cantidades de arena sobre la franja al Oeste, en donde se desarrolla la duna costera y el manglar.

Por ende el tipo de vegetación a afectar por efecto del Proyecto Casa de Sueños se clasifica como herbáceas de Duna Costera, tipo de vegetación que abarca el 100% de la propiedad de interés.

Especies registradas para el lote 24

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	LEGUMINOSAE
2	Oregano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	VERBENACEAE
3	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	ARECACEAE
4	Erithalis	<i>Erithalis fruticosa</i>	RUBIACEAE
5	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	POLYGONACEAE
6	Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	BORAGINACEAE
7	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	SURIANACEAE
8	Enredadera de playa	<i>Ernodea littoralis</i>	RUBIACEAE
9	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	ASTERACEAE
10	Verdolaga de mar	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	AIZOACEAE
11	Zacate salado	<i>Distichlis spicata</i>	POACEAE
12	Chunup	<i>Scaevola plumieri</i>	GOODENIACEAE
13	Campanita de playa	<i>Ipomoea imperati</i>	CONVOLVULACEAE
14	Bejuco de fideo	<i>Cassyta filiformis</i>	LAURACEAE

El valor más alto de densidad absoluta en el estrato arbustivo, la especie más abundante es *Ernodea littoralis* (Enredadera de playa), con 900 individuos identificados en el predio.

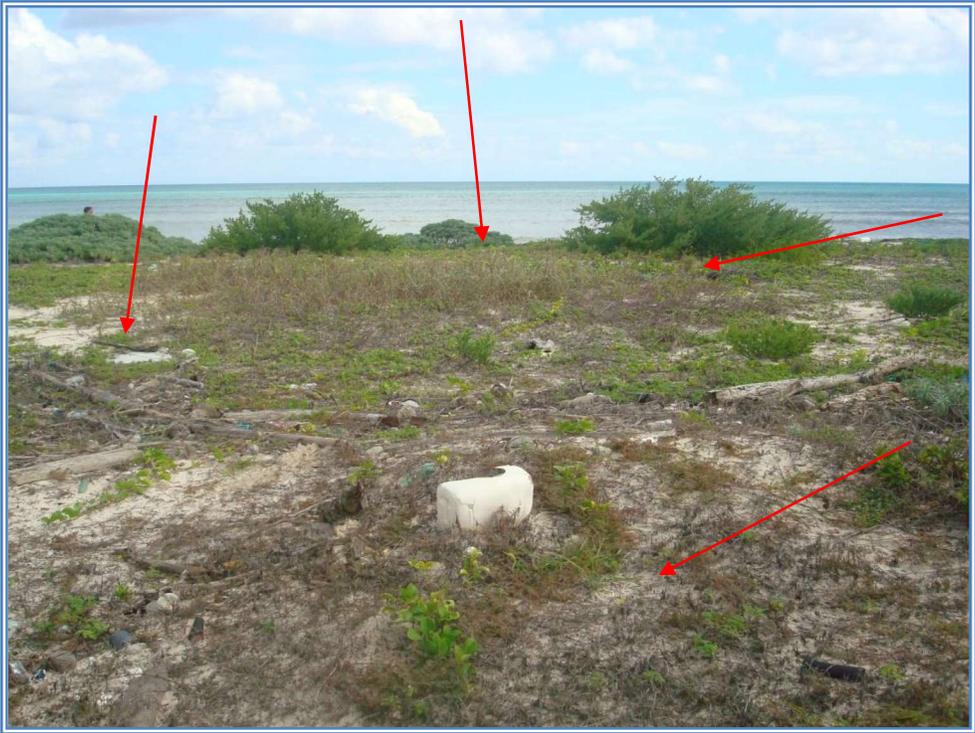
Con respecto al estrato herbáceo, la especie *Ambrosia hispida* (Margarita de mar), fue la especie con mayor densidad absoluta con 165 individuos presentes en el predio.

En la porción central del predio hay una amplia zona, un claro, con presencia de invasoras y parásitas, en esta área lo que predomina es el zacate salado 1 (*Distichlis spicata*) y el bejuco fideo 2 (*Cassyta filiformis*) por tanto se propone que sea en esta zona en donde se desarrolle la obra para evitar afectar individuos con valor ecológico.

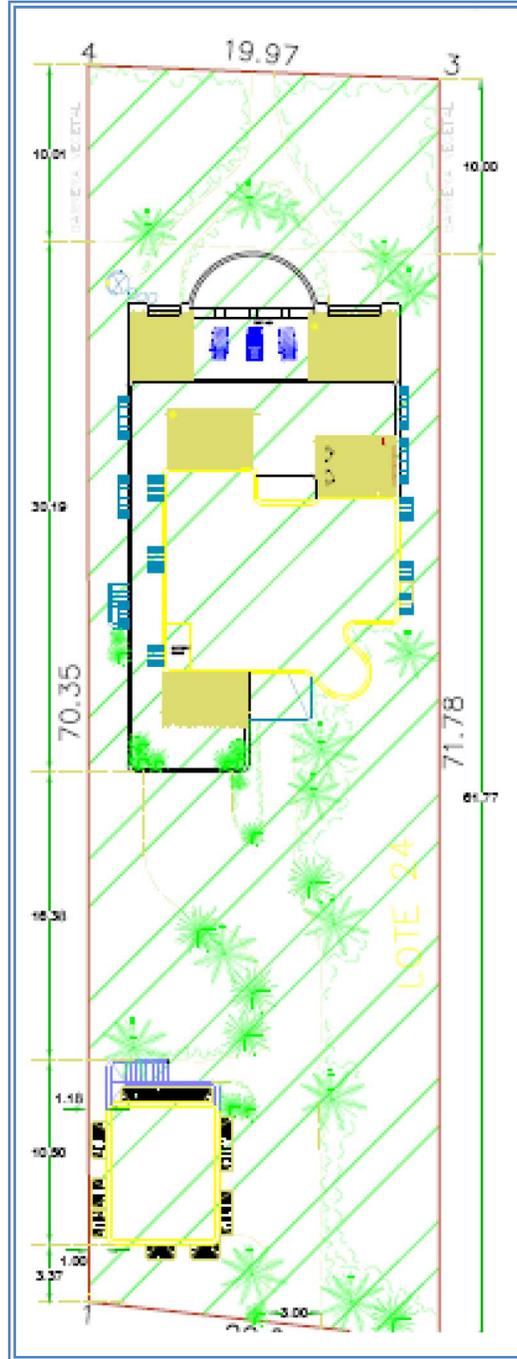


Ambas especies deberán ser erradicadas del predio y sustituidas por especies endémicas.

Se indica la ubicación del claro en las fotografías insertas a continuación:



c) Plano de Afectación de la Vegetación en el Predio:



Todo el polígono base en color verde está cubierto de vegetación herbácea y arbustiva propia de duna costera.

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

Uso del Suelo: El uso actual predominante del predio es forestal, actualmente el área con vegetación de duna costera cuenta con una vegetación donde predominan la especies rastreras, se observan especies arbustivas con una baja población y cobertura, el estrato arbóreo es inexistente en este predio.

El predio cuenta con una superficie total de 1,537.026 m²; en toda su superficie se presenta vegetación de duna costera el predio colinda con el camino costero y con la zona federal marítimo terrestre, en su superficie no existen condiciones de manglar, humedal costero, cuerpos de agua permanentes o temporales. El inicio de individuos aislados de mangle se localiza a aproximadamente 37.00 metros lineales del límite de la propiedad privada, hacia el Oeste hacia Laguna Estrella la cual dista 167.00 ml del límite del predio.

Tabla de Usos del suelo en las áreas circundantes

Núm.	Usos del suelo	Clave	
1	Agrícola	Ag	
2	Pecuario	P	
3	Forestal	Fo	
4	Pesquero	Pe	X
5	Acuícola	Ac	
6	Asentamientos humanos ¹	Ah	X
7	Infraestructura	If	
8	Turístico	Tu	X
9	Industrial	In	
10	Minero	Mi	
11	Conservación ecológica ²	Ff, Cn	X
12	Áreas de atención prioritaria ³	An	
13	Actividades marinas	M	X

¹ Incluye localidades urbanas, suburbanas y rurales.

Uso de los Cuerpos de Agua: En el interior del lote no se localizan cenotes, aguadas, lagunas, entre otros; sin embargo es colindante al Este con el Mar Caribe, el cual tiene como usos principales las actividades de pesca y recreativas.

Al Oeste se encuentra, a aproximadamente 167.00 metros en línea recta el cuerpo de agua denominado Laguna Estrella. Existen además en la región lagunas interiores, aunque no colindantes al sitio de estudio, en la mayoría de los cuales no se realiza ningún tipo de actividad, algunos de ellos son empleados ocasionalmente para actividades recreativas y pesca de escama juvenil por los habitantes de la zona y, en algunos cuerpos más grandes se está iniciando la explotación con fines ecoturísticos.

En la Costa Maya las lagunas perenes son abundantes, en el caso de las lagunas costeras estas son alimentadas con la precipitación, afloramientos subterráneos y conexiones con el mar. En el área circundante a la zona de estudio destacan las siguientes: Mosquitero, Tampalam, Gorila, Cazona, Puerto Chico, Uvero, El Cinco, Estrella, San Antonio, Dos

Cocos, Huach, Canal, Xcalak y Cementerio. En el Mar Caribe las formaciones más importantes son La Bahía del Espíritu Santo, al Norte del Proyecto y, la Bahía de Chetumal al Oeste.

Para éste sitio específico la Laguna más cercana, Laguna Estrella, dista en 167.00 metros al Oeste.

Tabla de Usos de los cuerpos de agua

	Usos de los cuerpos de agua	Clave	
1	Abastecimiento público	Ap	
2	Recreación	Re	X
3	Caza, pesca, acuicultura	Pe	X
4	Conservación de la vida acuática	Co	
5	Industria	In	
6	Agricultura	Ag	
7	Ganadería	P	
8	Navegación	Nv	X
9	Transporte de desechos	Td	
10	Generación de energía eléctrica	Ge	
11	Control de inundaciones	Ci	
12	Tratamiento de aguas residuales	Tr	
13	Otro (especificar)		

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

A razón de la baja densidad poblacional y la lejanía de los principales centros de población de la Región (Chetumal, Felipe Carrillo Puerto y Mahahual), la franja costera (de Mahahual a Punta Herrero) no cuenta aún con la dotación de servicios básicos como son agua potable y drenaje sanitario; sin embargo recientemente se instaló el sistema de posteo y líneas de conducción de energía eléctrica, como parte de los proyectos que impulsó el comité de vecinos y ahora esta franja ya cuenta con el servicio de CFE; para la dotación de los otros servicios básicos, los pobladores que radican en esta zona hacen uso de alternativas viables para la satisfacción de estas necesidades mediante el empleo de celdas fotovoltaicas, generadores eléctricos a diesel o gas L.P., turbinas eólicas, cisternas de agua lluvia, microplantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros.

En el caso del proyecto "Casa de Sueños", la energía eléctrica será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad.

Respecto a la dotación de agua potable, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado aún no tiene líneas distribuidoras en esta zona, por lo que se ha determinado la construcción de una cisterna bajo la losa de piso de la vivienda con capacidad para 35.00 m³ y, adicionalmente se contará con un tinaco enterrado de 5.0 m² de capacidad hará las veces de cisterna para la bodega-garage y cuarto del velador.

La disposición de las aguas negras y jabonosas de la vivienda será en 1 Planta de tratamiento instalada en la porción Sureste del lote, misma que opera con tecnología MUTAR. Tendrá 1,600 litros de capacidad. Mientras que para la vivienda del velador se

instalará una fosa séptica autolimpiante o biodigestor marca fosaplas (de la marca Rotoplas) * *Para detalles de éste sistema de tratamiento favor de consultar anexos y planos en los que se describe a detalle la tecnología, procesos y productos de la Marca MUTAR y fosaplas.*

El efluente ya tratado de la PTAR y el biodigestor se canalizará a dos cepas de humedal artificial de flujo vertical (HFV), con capacidad de 8 y 2 m³ respectivamente, para un total de 10.00 m³; el efluente tratado en el HFV se distribuirá mediante tuberías flexibles superficiales para la irrigación de las áreas verdes y de conservación del predio. En ningún momento se crearán pozos de absorción ó se dispondrá del efluente en cuerpos de agua cercanos al Proyecto.

II.2 Características particulares del proyecto

El concepto de diseño arquitectónico del Proyecto "Casa de Sueños", consiste en 2 módulos, ambos de dos plantas, en armonía con el entorno y la naturaleza del sitio, fundamentándose en la imagen arquitectónica del marco conceptual presentado en el Plan de Desarrollo Urbano de Mahahual, siendo de líneas arquitectónicas suaves con una inspiración mexicano-caribeña pero dotada en el interior de modernidad y funcionalidad.

La conceptualización del Proyecto hará uso de la creación de barreras vegetales, y del embellecimiento mediante el empleo de jardinería endémica, aplicando un deliberado esfuerzo en el diseño de la arquitectura del paisaje acorde con el entorno realzando los valores ambientales locales, de manera que se permita a los residentes de la vivienda disfrutar del paisaje, la privacidad y la recreación en los espacios interiores, terrazas o en la playa.

Una característica arquitectónica del diseño será la utilización de terraza en planta baja con alberca de baja profundidad, terrazas superiores de madera dura, techos jardinados y techado de palma o zacate en las techumbres de las terrazas y sombrillas que generen en el usuario la sensación de armonía con el entorno.

Hay que hacer hincapié en la importancia de emplear especies de flora endémica y de alto valor ecológico en las áreas que se van a forestar y conservar, para estar en concordancia y cumplimiento con los lineamientos ambientales y paisajísticos vigentes, observando los listados que limitan el empleo de especies exóticas y/o invasivas así como promoviendo la erradicación de estas especies actualmente presentes en el predio.

Especificaciones técnicas:

A. Eléctricas.

El desarrollo contará con 1 sola fuente de generación energética, a saber:

- Acometida de la CFE que pasa actualmente sobre el derecho de vía Mahahual-Punta Herrero.

B. Hidráulicas.

Se contará con una cisterna situada bajo la losa de piso de la vivienda, con capacidad de 35.00 m³; la cisterna se llenará con agua de lluvia captada en el techo de la vivienda y canalizada a la misma, o bien, con pipas de agua potable que serán adquiridas para este fin durante la época de secas. Para la vivienda del velador, un tinaco de 5.0 m³ enterrado hará las veces de cisterna.

En la vivienda no se requieren tinacos en las azoteas pues se utilizará un sistema de bombeo y presurización con hidroneumático para eficientar el uso del agua, darle presión y ahorrar este recurso. En el cuarto de velador se contará con 1 tinaco en la azotea de 1,100 litros.

** Para apreciar los detalles, diagrama de flujo y volúmenes favor de consultar el plano denominado redes sanitarias e hidráulicas en anexos documentales y electrónicos.*

La profundidad máxima de excavación para la construcción de la cisterna será de 0.80 m lineales bajo el nivel del terreno natural.

En el caso de la alberca, su profundidad alcanzará 1.00 metros lineales bajo el nivel del suelo natural y 0.50 metros por encima del nivel del suelo, para un máximo total de 1.50 metros de profundidad.

En todo momento las aguas pluviales, residuales (jabonosas y negras) y potables estarán separadas, siendo canalizadas y almacenadas mediante redes independientes.

Todas las tuberías especificadas en el proyecto serán de materiales plásticos de alta resistencia como PVC y polipropileno para evitar el óxido y la corrosión.

Los muebles de baño contarán con cajas ahorradoras, al igual que las duchas, llaves y tarjas de cocina, los mismo que con llaves hidráulicas para seguridad, control y reparación de posibles fugas.

**Para mayores detalles sobre la instalación hidráulica del Proyecto favor de consultar las especificaciones técnicas indicadas en los planos sanitarios e hidráulicos del proyecto, adjuntos en formato electrónico y en papel en los anexos del presente estudio.*

C. Sanitarias.

La disposición de las aguas negras y jabonosas será en 1 Planta de tratamiento instalada en el sitio que operará con tecnología MUTAR, con capacidad de 1.600 m³, por otra parte la vivienda del velador canalizará sus aguas negras y jabonosas a una fosa séptica autolimpiante o biodigestor de la marca fosaplas.

El efluente ya tratado de la PTAR y el biodigestor se canalizará a dos cepas de humedal artificial de Flujo Vertical, con 8.00 y 2.00 m³ de volumen cada una, de donde una vez tratada el agua se distribuirá mediante tuberías flexibles superficiales hacia las zonas jardinadas y de conservación del proyecto. En ningún momento se crearán pozos de absorción ó se dispondrá del efluente en cuerpos de agua cercanos al Proyecto.

Todas las tuberías especificadas en el proyecto serán de materiales plásticos de alta resistencia como PVC y polipropileno para evitar el óxido y la corrosión.

Los muebles de baño contarán con cajas ahorradoras, al igual que las duchas, llaves y tarjas de cocina, los mismo que con llaves hidráulicas para seguridad, control y reparación de posibles fugas.

*. * Para detalles de éste sistema de tratamiento favor de consultar anexos y planos en los que se describe a detalle la tecnología, procesos y productos de la Marca MUTAR y Fosaplas.*

D. Instalaciones especiales.

No se requiere de instalaciones especiales asociadas al proyecto.

Se designará un sitio específico para ser usado como estación de almacenamiento temporal y transferencia de los residuos sólidos que se generarán durante todas las etapas del proyecto, no obstante, al no requerir obra civil y/o infraestructura para este fin no se considera una instalación especial.

II.2.1 Programa general de trabajo

Se estima una temporalidad de 12 meses para la finalización de la etapa de construcción y de 6 meses para las etapas adicionales que requiere el proyecto, por lo que el total asciende a 18 meses, incluida la etapa de obtención de permisos y de edificación.

Programa de Ejecución de Obra

PROGRAMA DE OBRA		MESES													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	OBTENCIÓN DE PERMISOS														
1.-	TRABAJOS PRELIMINARES														
2.-	EXCAVACIONES														
3.-	CIMENTACION														
4.-	MUROS Y ESTRUCTURAS														
5.-	LOSAS Y TECHOS														
6.-	APLANADOS														
7.-	PISOS Y AZULEJOS														
8.-	CANCELERIA														
9.-	INSTALACIONES														
10.-	MUEBLES DE BAÑO Y ACCESORIOS														
11.-	PALAPAS, TERRAZAS Y PALIZADAS														
12.-	ALBERCA														
11.-	PINTURA Y TEXTURIZADOS														
12.-	LIMPIEZA Y DETALLES														

II.2.2 Preparación del sitio

Despalme.

El área de despalme del Proyecto se ubica entre el camino costero y la ZOFEMAT, en esta zona, sita completamente en la UGA 43 se prevé una superficie de aprovechamiento en planta baja de 681.74 m², esto considerando áreas selladas y áreas permeables. Superficie de construcción, área sellada se hará uso exclusivamente de un área de 458.04m². En esta etapa no se hará uso de maquinaria pesada.

El sembrado del proyecto se ha diseñado de modo que el despalme de las obras cae en las zonas con menor densidad de vegetación en donde la dominancia es de zona sin vegetación o de zacate salado, aún cuando el predio está caracterizado como vegetación de duna costera, es poco probable que los individuos de estrato herbáceo de zacate salado y de bejuco de fideo (*Cassya filiformis*) ahí ubicados sean sujetos de rescate y relocalización principalmente por su condición de invasivos y parásitos respectivamente; no obstante, en el caso de los individuos arbustivos aislados, que son los menos, los que sean susceptibles por su talla, edad y condiciones fitosanitarias serán reubicados; los que no sean susceptibles de rescate o no sobrevivan serán restituidos por individuos de la misma especie. Se llevará a cabo la limpieza de vegetación y suelo exclusivamente en el área de despalme de los módulos de la vivienda y zonas explícitas de aprovechamiento. La materia vegetal resultado del despalme será triturada y dispuesta como residuo sólido para no alterar las condiciones naturales del suelo, pues en esta zona el suelo cuenta con un pobre composición de materia orgánica y al adicionar el material vegetal trozado se alterarían las condiciones fisicoquímicas actuales del suelo. Todo el trabajo de limpieza y desmonte se llevará a cabo sin el empleo de maquinaria pesada.

Excavación, compactación y nivelación.

Las zanjas verticales se realizarán exclusivamente en las áreas de despalme de zapatas, siendo que las losas de piso son voladas no se requiere de cimentación corrida. No se prevé la realización de rellenos, dragados ni desviación de cauces, principalmente porque en el predio no hay señales de escorrentías horizontales debido a la configuración del terreno y a la alta permeabilidad del mismo por lo que no se verán afectadas las escorrentías horizontales.

El material producto de la excavación de las zanjas será empleado en las áreas que requieran ser niveladas, principalmente bajo las zonas de losas de piso, sin embargo no se requerirá de grandes volúmenes de relleno dada la configuración del terreno y dado el escaso volumen que será necesario extraer para la introducción de las zapatas. No hay presencia de suelo fértil que pudiera llegar a removerse para su empleo en las áreas verdes. No se prevé sobrantes de material producto del despalme.

Actividades de Preparación del Sitio		
Descripción	Afectación	Superficie de afectación
Limpieza a mano del terreno para trazo, incluye retiro de la	Permanente	681.74 m ²

maleza de 10 cm de espesor y suelo natural.	Temporal	768.00 m ²
Trazo y nivelación del terreno para desplante estableciendo ejes y niveles.	Permanente	458.00 m ²
Zapatas, columnas y cimentación.	Permanente	458.00 m ²
	Temporal	768.00 m ²

II.2.3 Etapa de construcción

Para esta etapa, el proceso constructivo corresponderá al tradicionalmente empleado para la construcción de infraestructura en zonas de riesgo de fenómenos hidrometeorológicos.

La construcción de ambos módulos constará de 2 niveles y, se consideró para su análisis y diseño estructural un sistema ortogonal de trabes, con losas de vigueta y bovedilla como sistema de piso. Apoyados en muros de carga confinados por cadenas y castillos ahogados en ambas direcciones, donde así lo requiere por estructuración, cumpliendo con las Normas Técnicas Complementarias del RCDF.

El sistema de piso y entrepiso será a base de vigueta y bovedilla de 20.00 cm de peralte con capa a compresión de concreto armado de 5 cms como mínimo de espesor. Sobre el nivel de azotea se contará con sistema de piso de losa maciza de concreto. Azotea con cubierta inclinada de tipo ligera con una pendiente del 2% para la captación en bajantes pluviales hacia cisterna en entrepiso.

Cimentación.

La cimentación se resuelve por medio de zapatas aisladas de concreto reforzado con contratraves que soportarán las columnas y recibirán los muros de concreto y mampostería.

Será de concreto reforzado con varilla #3@15 cms en el sentido transversal a la zapata y con las mismas varillas a 20 cms en el sentido longitudinal, concreto $F'c= 200 \text{ Kg/cm}^2$; ésta será desplantada sobre una plantilla de concreto simple $F'c= 100 \text{ Kg/cm}^2$ de 5 cms de espesor, en un terreno con una resistencia igual a $R_t= 1.00 \text{ Kg/cm}^2$; la cimentación será desplantada sobre un terreno sano, con una resistencia igual o mayor a la que fue diseñada; el recubrimiento de las varillas de las cimentaciones, dados, trabes y contratraves será de 5 cms libres.

La altura máxima de la cimentación con zapatas será de 1.74 metros lineales para el acceso a la edificación (0.60 m bajo suelo natural y 1.14 por encima del suelo natural); la profundidad de la cimentación en el caso del bloque principal de la vivienda y la cisterna

será de 0.80 metros. La profundidad de la cimentación en el caso de la alberca será de 1.00 metros de profundidad.

Estructura y albañilería.

El proceso constructivo se realizará con sistemas mixtos, el primero es a base de estructura de concreto, considerando columnas, trabes, entre piso, losa de azotea y losa de piso. El segundo será con muros de carga de block rellenos de concreto, cemento-arena con resistencia a la compresión de 70 kg/cm², castillos armados, dadas de desplante, cerramiento, trabes y losa de techo armada con vigueta y bovedilla.

La losa de azotea y entrepiso se construirá con concreto $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ de 10 cms de espesor, se empleará vigueta T12-5 y bovedilla de concreto ligero de 20x25x56 cms. Los muros de carga serán con bloques de 15x20x40 cms, asentados con mortero cemento-arena en proporción 1:5, rigidizados con castillos armados con armex de 15x15 y cadenas de nivelación y/o cerramientos en puertas y ventanas armadas con armex de 15x20 con concreto $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$.

Ambas losas serán planas; en el caso de la losa de piso será de concreto y en el caso de la losa de techo será armada con vigueta y bovedilla, con pendiente del 2% que permita que la superficie sirva como área de captación de agua pluvial.

Las ventanas son de proporción vertical rematadas con cancelería de aluminio, con una altura menor respecto al ala del extremo opuesto. En exterior de ventanas y terrazas remate decorativo con techumbre de zacate.

En el caso de la vivienda la altura total desde el nivel natural del suelo a la losa de techo del primer nivel será de 7.50 mts, con remate decorativo y de seguridad en azotea con altura de 0.50 metros.

En el caso del módulo del garaje la altura total será de 7.20 metros hasta el término de la losa de techo, teniendo 3 metros por nivel, 0.20 metros de entrepisos y losa de techo y 0.60 metros de remate de seguridad en azotea.

Acabados.

El recubrimiento en pisos interiores y en el baño interior será de mosaico de 30 x 30 cm y de 20 x 20 cm, acabado estándar.

En muros serán aplanados con acabado liso repellados, acabados con dos manos de pintura vinílica, sobre dos manos de sellador vinílico. Los zoclos serán de loseta cerámica de 7.5 X 30 cm.

Los muros serán con acabado de repello, con macilla o pasta.

Materiales de Construcción a Utilizar

El origen de las herramientas, accesorios, materiales será de las casas de materiales de Chetumal y Mérida, que cuenten con los permisos y pruebas fiscales de la legal procedencia de los materiales, en ningún momento se extraerá del medio circundante materiales para la construcción, sean postes de madera, piedra o sascab.

Tabla de Insumos para la construcción

Recurso natural renovable	Recurso natural no renovable	Recurso natural transformado o materiales.	Etapas	Volumen, peso o cantidad	Lugar de obtención	Modo de empleo
		Gasolina/diesel	Construcción		Estación de Servicio Mahahual	Para maquinaria
		Cemento Gris	Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción
	Polvo de piedra		Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción
	Grava		Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción
	Agua cruda		Construcción		Pipas	Para construcción y operación
		Viguetas	Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción
		Blocks de concreto	Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción
	Piedra de la región		Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción
Madera acabados			Decorados		Tiendas especializadas	Acabados
Palmas y Zacate			Techumbres		Ejidos autorizados	Acabados
Madera para cimbra			Construcción		Tiendas especializadas	Para construcción

Requerimiento de personal e insumos

Durante la ejecución del proceso constructivo del Proyecto " Casa de Sueños" se requerirá de mano de obra especializada en construcción, albañiles, peones, carpinteros entre otros; estas personas serán provistas por el constructor, Arq. Ricardo Romay Hdez Cházaro, y serán contratadas en localidades cercanas.

Tabla de Personal requerido en la construcción del Proyecto "Casa de Sueños"

Personal	Cantidad
Cabo de Oficios	1
Oficial Albañil (Maestro)	8
Oficial Fierro	1
Oficial de carpintería	1
Oficial electricista	1
Oficial plomería	1
Ayudante General	5
Ayudante de Oficial Carpintero	1
Ayudante de Oficial Plomero	1
Total	20

Es importante mencionar que no todo el personal se encontrará en el sitio de manera permanente, salvo por el cabo de oficios, su presencia será acorde al avance gradual de la obra. Se estima que en el sitio se encontrarán 8 personas por semana trabajando simultáneamente en cada uno de sus trabajos en los cuales están especializados. En la etapa de construcción no se requiere velador pues siempre habrá alguno de los trabajadores en el sitio. Hasta la etapa de operación se requerirá velador.

El personal que será empleado para la construcción del proyecto provendrá de las localidades cercanas como Mahahual, Uvero, Río Indio, Chetumal y Felipe Carrillo Puerto; sin embargo, dada la lejanía del Proyecto con las principales ciudades habrán de permanecer al menos en turnos de 6 días hábiles en el sitio, por lo que se instalará un campamento temporal, al término de sus turnos de 6 días tendrán 2 días de asueto en sus respectivas localidades. La mayoría del personal que será contratado para la obra pertenecerá a la plantilla permanente de la Compañía constructora que estará a cargo de la obra, por lo que trabajan por obra y a destajo, no llevan a sus familias al sitio de la obra y una vez finalizada retornan a sus hogares por lo que se considera que esta obra no alterará los índices de migración en la zona.

Cabe mencionar que en la bodega de material se dispondrá de un espacio adecuado para que los trabajadores en turno puedan pernoctar mientras dure la obra y de este modo realizar acciones de vigilancia para evitar que alguien robe material o invada la propiedad.

Debido al bajo número de trabajadores que se empleará en la obra no se prevé que se ocasione con el proyecto una alteración del comportamiento de oferta y demanda de mano de obra en la zona donde se pretende llevar a cabo la construcción. Así como tampoco que el proyecto puede llegar a modificar los patrones de migración y/o la creación de nuevos núcleos poblacionales.

Durante la construcción se utilizarán los materiales básicos para la construcción de edificaciones habitacionales, por lo que serán adquiridos en el comercio local especializado y no causaran desabasto, debido a la moderada magnitud del proyecto. Los materiales serán adquiridos conforme a su utilización, por lo que no es necesario su almacenamiento por largos periodos de tiempo.

II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Obras y Servicios de Apoyo

Bodega

Se requiere de una bodega provisional de obra para almacén de materiales, la cual será construida a base de una estructura de madera y láminas de cartón y será destinada al almacenamiento de herramienta y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo (cemento, cal, etc.).

La ubicación de la bodega está diseñada para utilizar la superficie que posteriormente será parte del estacionamiento de la vivienda, y así no incrementar la superficie de desplante. Una vez terminada la obra civil, se retirará la bodega y se harán la limpieza de la zona. Para la bodega de materiales se requiere mínimo **25.00 m²**, no obstante, toda la estructura será temporal, sin piso ni elementos permanentes.

Áreas de trabajadores

Se requiere proveer a los empleados de la construcción de un espacio para descansar, ir al sanitario y alimentarse, por lo que se prevé la construcción de una estructura temporal a base de madera de la región y lámina de cartón, misma que tendrá **38.00 m²** y estará dividida en dormitorio y comedor. Ésta se situará en la zona que posteriormente será el acceso a la vivienda, en la porción central del lote, superficie que ha sido manifestada en el ETJ ingresado con motivo del presente proyecto para que sea sujeta de cambio de uso de suelo; de modo que no se incrementen las superficies de aprovechamiento.

Al término de la obra se removerá por completo esta estructura, se realizará la limpieza del sitio y la jardinería.

Servicios sanitarios

Para dar servicio a los trabajadores durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalará mínimo un sanitario de campo por cada 10 trabajadores, el cual estará conectado a un biodigestor autolimpiante de la marca fosaplass; cuando se finalice la obra se removerá por completo la cabina del sanitario, mientras que el biodigestor permanecerá para dar servicio a la vivienda del velador. Durante esta etapa el efluente tratado por el biodigestor se almacenará en una cisterna externa y se empleará para la caja del sanitario. Los lodos que se acumulen en el biodigestor en esta etapa se extraerán del sitio por una pipa de aguas residuales para llevarlo a disposición final.

Requerimientos de Agua

El suministro de agua potable durante la construcción, provendrá de 2 cisternas provisionales, cada una con capacidad de 3.00 m³ cada una, las cuales serán abastecidas por camiones cisterna contratados para este fin. El agua purificada para el consumo de los trabajadores será dotada por la empresa constructora en botellones de 20 litros, los cuales serán adquiridos en comercios establecidos en cantidad suficiente para que los trabajadores no sufran desabasto de este vital líquido.

Tabla. Consumo de agua/día

Etapa	Agua	Consumo ordinario	
		Volumen	Origen
Preparación del sitio	Cruda	-	
	Tratada	-	
	Potable	16 litros/día	Comercios
Construcción	Cruda	500 litros/día	Cisternas
	Tratada		
	Potable	16 litros/día	Comercios
Operación	Potable	900 lt/día	Cisternas
	Tratada	27 lt/día	Humedal/Cisterna
	Purificada	12 lt/día	Comercios
Mantenimiento	Cruda	400 lts/semana	Cisterna
	Tratada	120 lts/semana	Humedal/cisterna
	Potable		
Abandono	Cruda		
	Tratada		
	Potable		

**Cifras calculadas con una base de 8 trabajadores/día, considerando 2 litros diarios a causa del alto índice calorífico en la zona y el esfuerzo físico que requiere suficiente hidratación. Considerando a 6 personas por día a razón de 150 lts/usuario/.*

Todos los muebles de baño, duchas, tarjas y llaves de cocina serán de bajo consumo de agua, que se consiguen actualmente en el comercio formal con la denominación de muebles ahorradores.

Energía y combustibles

Aun cuando desde el inicio se pedirá la firma del contrato con CFE durante las primeras etapas de construcción, que son preparación del sitio, delimitación de la zona y CUS no se requerirá de energía eléctrica puesto que la maquinaria funciona a base de gasolina y/o diesel y, dado que las jornadas de trabajo serán diurnas únicamente la iluminación que se requiera será mínima y sólo para satisfacer las necesidades de los trabajadores de la construcción. Por su parte, el combustible que se utilizara para la maquinaria se calcula en 40 litros diarios de gasolina, no se requiere almacenarlo en grandes cantidades ya que se abastecerá diariamente, existe una estación de servicio de gasolina a aproximadamente una hora del área, en la comunidad de Mahahual. Será adquirida y transportada al sitio del proyecto en tambos de 200 litros.

Para satisfacer las necesidades de los trabajadores y emplear las herramientas eléctricas durante la construcción, se cuenta con la dotación por parte de CFE.

La dotación de energía eléctrica durante la operación provendrá de la acometida de la CFE.

Todas las luces, sistemas energéticos, serán de bajo consumo (ahorradores); la refrigeración en la vivienda y labores de cocina funcionarán a base de gas propano (L.P.) de manera independiente. Contarán con un tanque de 500 litros de Gas L.P. al 100% agua.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa se requerirán acciones comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento en general, todas ellas a realizarse manualmente con utensilios y herramientas básicas sin que medie el uso de maquinaria pesada, productos químicos y/o herbicidas de alta persistencia.

Se verificará periódicamente el adecuado funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con tecnología MUTAR así como del digestor autolimpiante Fosaplass y los dos HFV, el mantenimiento del sistema estará a cargo de personal de la misma empresa constructora y de los promoventes, en cumplimiento de las especificaciones técnicas de estos sistemas.

Se deberán considerar actividades de protección al entorno, principalmente las necesarias para la prevención de la contaminación, las orientadas al adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos y líquidos que se generen en el Proyecto y al tipo de sustancias que se usen en las áreas jardinadas.

El tanque de Gas L.P. llevará un control estricto de supervisión, al menos cada 30 días se deberá verificar que no haya fugas ni óxido en el tanque y sus tuberías, cada 6 meses deberá dársele mantenimiento con pintura epóxica y con selladores adecuados y al menos cada año se deberá llamar a los técnicos de la empresa para que verifique el estado de las válvulas y el tanque.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

No se prevé obras asociadas al presente proyecto.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Se estima que con un adecuado mantenimiento las edificaciones tendrán una vida útil de al menos 50 años, por lo que al momento de elaborar el presente no se contempla un programa de abandono. No obstante, en caso de que antes de éste plazo de tiempo se decida un abandono del sitio se elaborará un programa de restitución y compensación por el abandono y se dará parte a las autoridades correspondientes cuando menos 6 meses antes de abandonar el sitio.

II.2.8 Utilización de explosivos

No se prevé el uso de explosivos en ninguna de las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto.

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

Emisiones a la atmósfera.

Para la ejecución de la obra que nos ocupa no se requiere del uso de maquinaria pesada y equipos de combustión interna que generen emisiones extraordinarias de gases contaminantes a la atmósfera. Por lo que en ningún caso se rebasarán los niveles máximos permisibles referidos en las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire, como la NOM-041-ECOL-1993, la NOM-044-ECOL-1993, NOM-045-ECOL-1993 y la NOM-050-ECOL-1993, mismas que establecen los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina, diesel, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

Los únicos vehículos que se emplearán son los volquetes y camionetas que transporten el material hasta el sitio del Proyecto y, estos deberán estar en un programa de mantenimiento y afinación permanente, tal como se informará al constructor de la obra y a los promoventes.

Durante la operación se prevé el uso de la energía dotada por la CFE por lo que la cantidad de emisiones y su control queda fuera del alcance del Promovente.

Emisiones de ruido.

No se emitirán ruidos que estén por encima de lo que marca la NOM-080-ECOL-1993, que establece que la intensidad de ruido se limitará a 86, 92 y 99 decibeles para vehículos de menos de 3,000 Kg de peso bruto. El ruido que se generará en el proyecto será el resultante del tránsito de los vehículos de material y de las revolvedoras, dicha maquinaria efectivamente genera ruido, pero al estar bien afinada y engrasada se logra reducir su generación.

Durante la operación el ruido será mínimo, el resultado común de la operación de una vivienda regular, por lo que no se contemplan emisiones extraordinarias o que rebasen la normatividad en decibeles.

Residuos sólidos.

Los residuos sólidos que se generen en la etapa de construcción, principalmente escombros, acero, pedacería de aluminio y tubos, ventanería, cartón, madera de cimbra, entre otros, serán acopiados en la bodega de materiales, cargados en las camionetas de la empresa constructora y trasladados cada segundo o tercer día al sitio de disposición final del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco. Estimaciones hechas para proyectos similares manejan un promedio del 2% de desechos del total del material empleado. Estos residuos de la construcción pueden ser reutilizados en sitios que requieran escombro para relleno por lo que se solicitará al constructor que previo a su desecho final trate de darles este uso a los residuos.

Respecto de los residuos que serán generados en la vivienda, la EPA estima que el 40% corresponde a reciclables, 50% son orgánicos y el 10% restante es realmente basura. Si se les da un adecuado manejo, se puede reducir la basura en un 90%. Los lineamientos sugeridos para la reducción en la generación de residuos sólidos domésticos y municipales se han incorporado en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos que se adjunta al presente estudio en calidad de anexo documental y electrónico.

En la fase de operación del Proyecto únicamente se generarán residuos domésticos consistentes principalmente en restos de alimentos, empaques y envases de bebidas; en estos predominan los desechos orgánicos con un porcentaje de entre el 50 al 65% y el resto lo constituyen desechos inorgánicos como vidrio, cartón y plásticos. En esta etapa se instruirá a los empleados ocasionales y habitantes de la vivienda en la separación de la basura para integrarse al reciente programa del Ayuntamiento y mandar al tiradero municipal únicamente los residuos que no sean susceptibles de reuso, reciclado o compostaje, mismos que deberán llegar al sitio de disposición final claramente clasificados y serán exclusivamente los que no sean susceptibles de reuso o reciclado, los que sí lo sean serán trasladados a los centros de acopio para este fin, ya sea a cargo del Municipio o bien de particulares (especialmente cartón, papel, plásticos, vidrio y metales como aluminio, cobre y acero).

En un vivienda urbana de alto poder adquisitivo se generan entre 1.00 y 1.50 kilogramos/día/habitante de desechos sólidos; considerando la lejanía del sitio de cualquier centro comercial y/o comercio formal que permita la adquisición continua de consumibles, así como el giro del Proyecto y la cultura ecológica de los promoventes se estableció factor de generación 0.82 kilogramos/habitante, lo que representa 34.44 kilogramos por semana de residuos sólidos en la etapa de operación (para los habitantes de la vivienda). De los cuales, al menos 17.22 kgs serán residuos orgánicos, 13.776 kilogramos serán reusables o reciclables y 3.44 kilogramos serán netamente desechos que serán canalizados al sitio de disposición final.

Diariamente deberán limpiarse las áreas del Proyecto y depositar los residuos en tambos de 200 litros con tapa y acopiarlos en la zona de estacionamiento o en la bodega.

**Favor de consultar en anexos los Programas ambientales correspondientes a: Planes de manejo de residuos sólidos de construcción, manejo integral de residuos sólidos y manejo de residuos de alimentos y jardinería, adjuntos al presente en papel y en formato electrónico en el Disco Compacto que acompaña el Estudio.*

Generación de Residuos Líquidos.

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, la principal fuente generadora de aguas residuales serán el sanitario y ducha de los trabajadores de la construcción, mismas que serán canalizadas y tratadas en un biodigestor autolimpiante marca fosaplass que será instalado en el sitio para éste fin. El efluente del biodigestor se almacenará y empleará para la caja del sanitario y, los lodos que sean generados en esta y etapas posteriores se retirarán del sitio mediante pipas especializadas en traslado de aguas residuales. Al término de la etapa de construcción el biodigestor permanecerá en el sitio para dar servicio al sanitario a ser situado en el módulo de bodega-garage-cuarto.

Durante la etapa de operación se generarán residuos líquidos domésticos, provenientes de sanitarios, duchas, tarja de cocina de la vivienda y actividades de limpieza en general, estas aguas serán canalizadas, en el caso de las cocinas a trampas de grasas y aceites y de ahí se irán al registro de aguas jabonosas y a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, misma que operará con tecnología MUTAR, para dar tratamiento a toda el agua que se genere en el Proyecto en esta etapa.

Es importante mencionar que se contará con 3 distintas redes hidráulicas y sanitarias: para agua lluvia, para agua potable y para agua tratada, mismas que serán totalmente independientes entre sí y de la de aguas residuales que se dirija a la PTAR y posteriormente a las 2 cepas de HFV.

Generación de Residuos Líquidos	
Tipo de Residuo	Control
Aguas con grasas y aceites	La recolección de las aguas con grasas y aceites provenientes de la vivienda pasarán por tres diferentes registros con trampa para grasas y de ahí se canalizarán, junto con las aguas negras, grises y/o jabonosas a la Planta de Tratamiento marca MUTAR o, para el caso del cuarto del velador y bodega, al biodigestor fosaplass instalados en el sitio del proyecto, para una vez realizado el tratamiento secundario sean dirigidas a una de las 2 cepas del Humedal de Flujo Vertical del sitio.
Aguas Jabonosas	
Aguas Residuales (negras)	

Características de la recolección y tratamiento de las aguas residuales en la etapa de preparación y construcción del sitio.

Durante la preparación del sitio y construcción se colocarán sanitarios y duchas portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, estos estarán conectados a un biodigestor autolimpiante, el cual funciona como tanque séptico con tratamiento de agua hasta nivel secundario, el agua, una vez tratada, se almacenará en una cisterna sellada para su reuso en la caja del sanitario portátil que se empleará en estas etapas o bien será extraída del sitio mediante pipa destinada a llevar las aguas residuales a disposición final.

Especificaciones de un biodigestor Rotoplas (Fosaplass) a ser empleado durante la preparación del sitio, construcción y operación:

De acuerdo con el certificado de calidad de los biodigestores rotoplas, cada elemento con capacidad de 600 litros esta dimensionado para una capacidad nominal de 5 usuarios por lo que cada sistema está sobredimensionado de manera voluntaria dado que este sistema sólo atenderá al cuarto del velador.

El sistema de biodigestores Rotoplas cuenta con el certificado, opción 2 de certificación, en cumplimiento de la NOM-006-CNA-1997. **Favor de consultar los anexos de este sistema.*

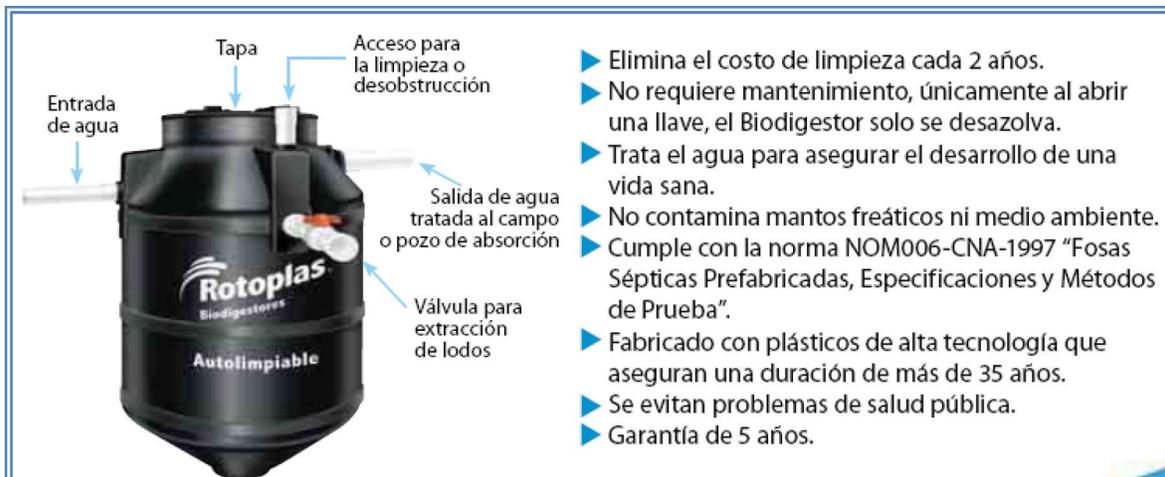
Funcionamiento:

1. El agua entra por el tubo #1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y una parte pasa por el filtro #2.
2. Las grasas suben a la superficie, donde las bacterias las descomponen, volviéndose gas líquido o lodo pesado que cae al fondo.
3. La materia orgánica que se escapa es atrapada por las bacterias fijadas en los arcos de plástico del filtro y luego, ya tratada, sale por el tubo #3.

Limpieza y mantenimiento:

1. Abriendo la válvula #4 el lodo alojado en el fondo sale por gravedad: se puede extraer de preferencia cada seis meses.
2. Si se observa que sale con dificultad, puede hurgar con un palo de escoba en el tubo #5.
3. Es recomendable limpiar el filtro echando agua con una manguera después de una desobstrucción y de haber extraído lodos.
4. Las costras de material formadas a través de los aros del filtro se desprenden solas al quedar engrosadas.

**Favor de consultar los detalles técnicos del sistema de biodigestores en los anexos del presente estudio.*



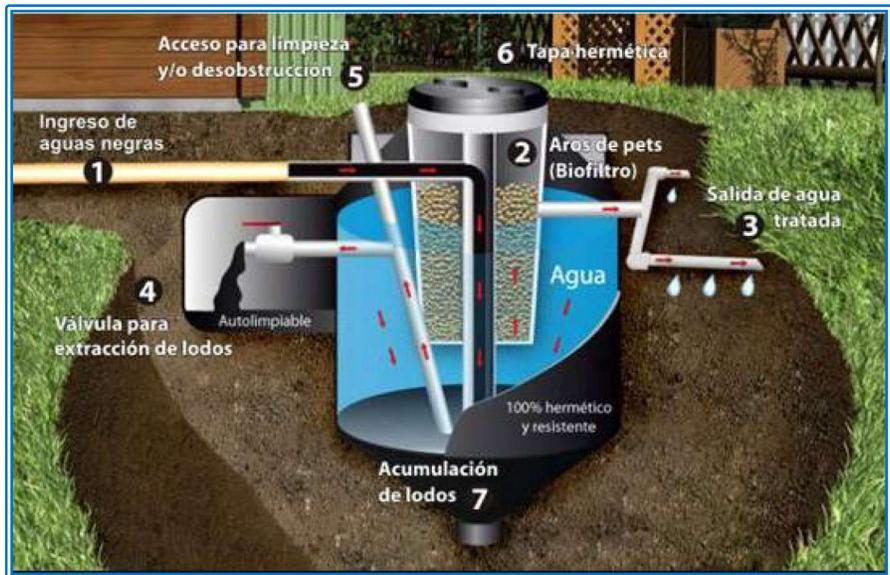
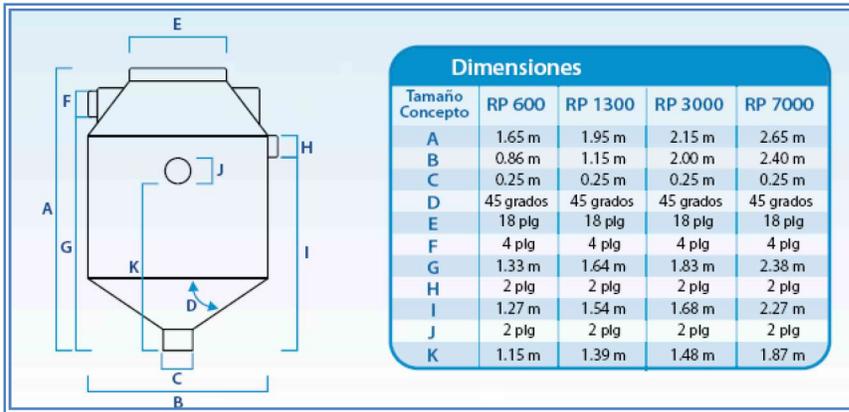


Imagen de un servicio sanitario instalado en campo.



Características de la Caseta

Capacidad: 2,300 litros.
 Dimensiones: 2.40 x 1.37x 1.25 Mts.
 Vida Útil: 30 años.
 Peso: 120 Kg.
 Material: Plástico Termo formado.

Durante la preparación y construcción el biodigestor estará complementado por una caseta, que puede ser prefabricada o hecha en sitio con planchas de madera prensada o de cartón, al término de esta etapa la caseta será removida conservando únicamente el biodigestor para dar servicio al cuarto del velador. Al inicio de la etapa de operación ya deberá estar instalada la cepa del HAFV que complementará el tratamiento del agua residual que se genere en este sector del proyecto.

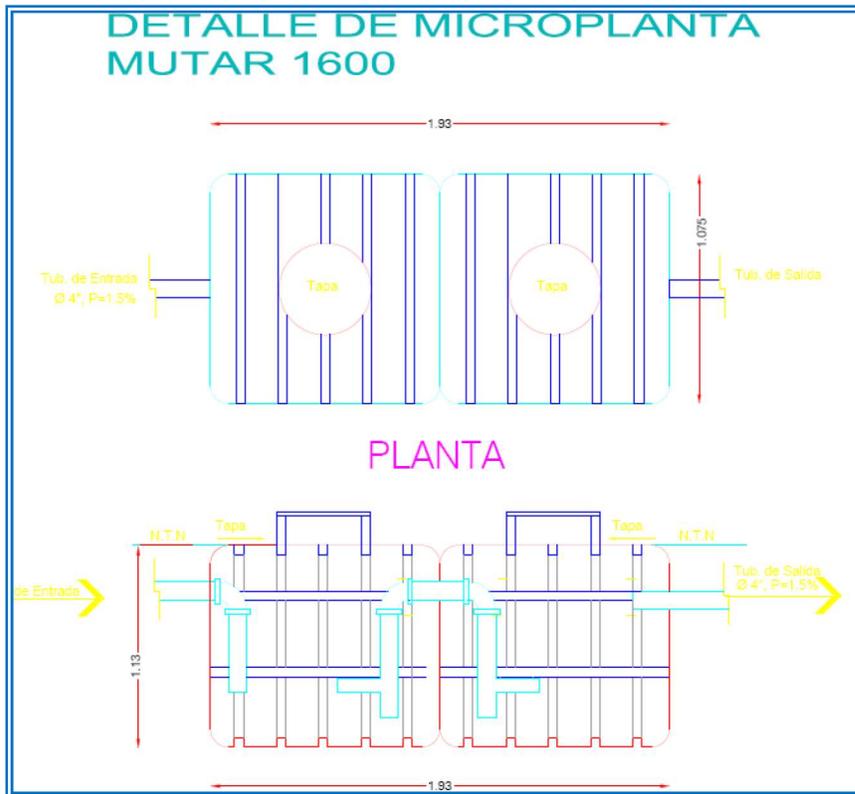
Características de la recolección y tratamiento de las aguas residuales en la etapa de operación y mantenimiento.

Durante la operación del Proyecto se conservará el biodigestor autolimpiante marca Rotoplas descrito previamente y que se colocará desde la etapa de construcción del sitio, a la entrada en operación el biodigestor dará servicio al cuarto del velador y su efluente se conectará a una cepa de Humedal Artificial de Flujo Vertical (HFV); por otra parte la vivienda principal estará conectada a una Planta de Tratamiento Prefabricada de la Marca MUTAR con una capacidad de 1,600 litros. La Planta derivará su efluente a una cepa de Humedal Artificial de Flujo Vertical (HFV).

Dicho sistema de tratamiento, MUTAR 1600 tiene las siguientes características generales:

- Planta tratadora de agua residual individual
No constituye un foco de infección, no contamina, no genera olores
Sustituto de Drenaje
Degradación de lodos (no requiere desazolve) empleando Polidex/Biodex que es un degradador bacteriano.
Rehúso de agua en riego
Fácil de instalar, Fácil de operar, mantenimiento mínimo
Se puede instalar sobre ella una caseta con baño
Cumple con: NOM-003-ECOL-1997, NOM-001-ECOL-A996 y NOM-002-ECOL-1996 Semarnat

Ver el link: <http://gpsmx.wordpress.com/2013/05/20/micro-plantas-de-tratamiento-de-agua-residual-mutar/> en donde hay un video ilustrativo de la operación de la Planta MUTAR.



* Para mayores detalles del biodigestor Rotoplas y la Planta MUTAR favor de consultar los planos anexos así como la información electrónica adjunta al presente en el Disco Compacto que se entrega.

Los valores empleados para el cálculo y dimensionamiento de la Planta MUTAR son los siguientes:

Gasto Agua máximo de agua en ocupación máxima			
A	Gasto x persona x Día	150.00	lt/hab/día
B	No. de Habitantes	6.00	hab
C = A x B	Gasto x Día	900.00	lt/día
C x 0.75	Aportación de Aguas Residuales	675.00	lt/día
D	Tiempo de Tratamiento	2.00	día
C x D	Capacidad de tratamiento en litros	1350.00	lt
	Capacidad requerida de tratamiento en m3	1.35	m3
	Profundidad de Planta	1.41	m
	Superficie de Planta	1.85	m2
	Lado "A" de Planta	1.93	m
	Lado "B" de Planta	1.075	

Características del Humedal Artificial de Flujo Vertical

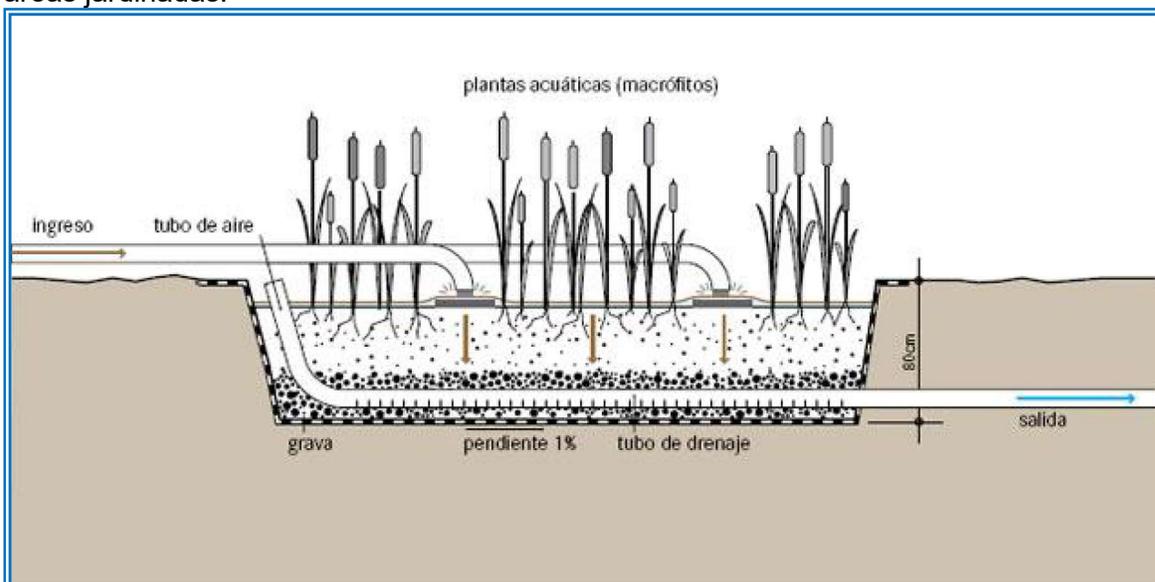
El tratamiento secundario que darán en conjunto la Microplanta MUTAR 1600 y el biodigestor autolimpiante fosaplass estará complementado hasta nivel terciario por dos cepas de HAFV que se describe a continuación.

Humedales artificiales- Este sistema consiste en la reproducción controlada, de las condiciones existentes en los sistemas lagunares someros o de aguas lenticas los cuales, en la naturaleza, efectúan la purificación del agua. Esta purificación involucra una mezcla de procesos bacterianos aerobios-anaerobios que suceden en el entorno de las raíces de las plantas hidrófilas, las cuales a la vez que aportan oxígeno consumen los elementos aportados por el metabolismo bacteriano y lo transforman en follaje.

En el Caso del Proyecto "Casa de Sueños" se trata de un sistema mixto de tratamiento domiciliario, que son aquellos en los que se arman con diferentes sistemas de tratamiento con el fin de lograr la máxima remoción en el menor espacio posible estos pueden combinar digestores para aguas negras, lechos vegetales, sistemas de enramado, aireadotes, etc. Básicamente consisten en la adaptación practica de los diferentes sistemas en un todo integrado que se adapte a las necesidades específicas de cada lugar.

Las aguas residuales para este proyecto estarían siendo producidas con un caudal de 0.9m³/día en el lote, considerando el uso directo tope de 6 usuarios, sin tasas de reuso de agua ya tratada.

Estas aguas residuales serán enviadas primero a un biodigestor y a una microplanta de tratamiento del tipo MUTAR 1600 de los cuales se ha proporcionado previamente la información, y posteriormente se canalizarán a dos cepas o humedal de flujo vertical impermeable a través de una tubería de PVC de 4 pulgadas. El volumen de este HFV será de 8.00 y 2.00 m³ para cada cepa respectivamente, teniendo un total combinado de 10.00 m³. El efluente de este HFV será canalizado mediante tubería flexible para el riego de áreas jardinadas.



Esquema del Humedal de flujo vertical que será empleado en el proyecto

Un Humedal Artificial de Flujo Vertical es un lecho de filtración que se planta con vegetación acuática y facultativa. Las aguas residuales se vierten o dosifican a la superficie del humedal desde arriba usando un sistema mecánico de dosificación. El agua fluye verticalmente hacia abajo por la matriz del filtro. La diferencia importante entre el humedal vertical y el horizontal no sólo es la dirección del flujo, sino las condiciones aeróbicas.

Al dosificar intermitentemente el humedal (de cuatro a diez veces al día), el filtro pasa por periodos de saturación y falta de saturación y, por lo tanto, diferentes condiciones aeróbicas y anaeróbicas. La frecuencia de dosificación se debe ajustar para que la dosis anterior de aguas residuales tenga tiempo de filtrarse por el material para que el oxígeno tenga tiempo de difundirse por el medio y llenar los espacios vacíos.

Se puede diseñar el Humedal Artificial de Flujo Vertical como una excavación poco profunda o como una construcción sobre el nivel del suelo. Cada filtro debe tener un recubrimiento impermeable y un sistema de recolección de efluente. Habitualmente los Humedales Artificiales de flujo Vertical se diseñan para tratar aguas residuales que han pasado por un pretratamiento.

Estructuralmente, hay una capa de grava para drenar (un mínimo de 20 cm), seguida de capas de arena y grava (para efluente ya asentado) o arena y grava fina (para efluente primario). En el caso del proyecto la profundidad de las capas alcanza 1.00 metro lineal.

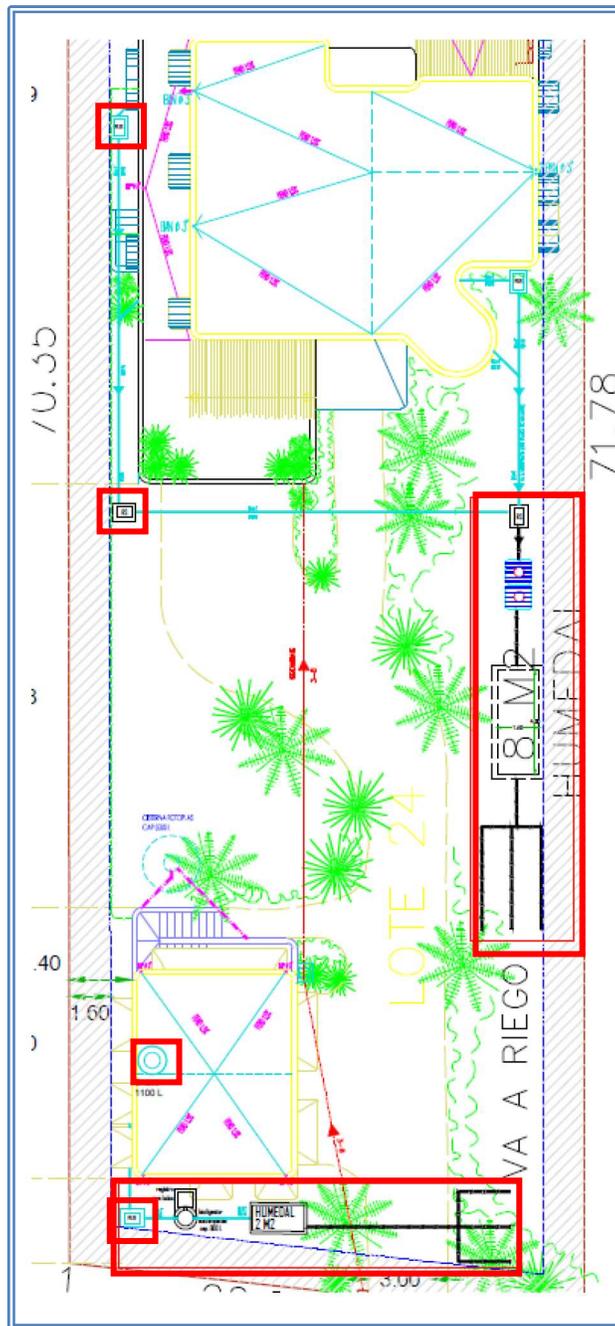
El medio filtrante actúa tanto como filtro para eliminar sólidos, como una superficie fija para que las bacterias se sujeten, y como una base para la vegetación. La capa superior es plantada con vegetación que puede desarrollar raíces profundas y gruesas, que entran en el medio de filtración.

Dependiendo del clima, las opciones comunes son *Phragmites australis*, *Typha cattails* o *Echinochloa Pyramidalis*. La vegetación transfiere una pequeña porción de oxígeno a la zona de raíces de manera que las bacterias aeróbicas pueden colonizar el área y degradar la materia orgánica. Sin embargo, la función primaria de la vegetación es mantener la permeabilidad en el filtro y proporcionar un hábitat para los microorganismos.

Durante la etapa de inundación, el agua residual fluye hacia abajo por el lecho no saturado y es filtrada por la mezcla de arena y grava. Los nutrientes y la materia orgánica son absorbidos y degradados por las densas poblaciones microbianas sujetas a la superficie del material del filtro y las raíces. Al forzar a los organismos a una etapa de 'hambre' entre las dosis, el crecimiento excesivo de la biomasa se reduce y se incrementa la porosidad. Una red de drenaje en la base recolecta el efluente.

El diseño y el tamaño del humedal dependen de las cargas hidráulica y orgánica. La eliminación de patógenos se logra por la descomposición natural, la depredación de organismos superiores, y la sedimentación.

Características de la recolección y tratamiento de las aguas residuales en la etapa de Operación de "Casa de Sueños"



La presente imagen corresponde al plano de instalaciones y en ellas se ilustra la ubicación de registros, biodigestor, Planta de Tratamiento, humedales y los ramales de distribución del agua tratada.

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

La principal infraestructura para el manejo de residuos es:

- 1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales MUTAR 1600,
- 1 Biodigestor Autolimpiante Fosaplass de Rotoplas,
- 2 cepas de Humedal Artificial de Flujo Vertical, en conjunto de 10.00 m²,
- 1 cisterna para agua potable y/o pluvial de 35.00 m³,
- 1 tinaco-cisterna de 5,000 litros para el cuarto del velador-bodega,
- 1 tinaco para agua potable y/o pluvial, de 1.1 m³ en cuarto del velador,
- Un área de transferencia que será el centro de acopio para los tambos de 200 lts en donde se almacene la basura de la vivienda y que estará ubicada en el estacionamiento,
- Botes de basura en áreas estratégicas al interior del predio y uno sobre el acceso para los transeúntes,
- Tambos para los residuos de jardinería,
- 3 Registros sanitarios y trampas de grasas y aceites para que el efluente de la cocina no dañe el adecuado funcionamiento de las plantas y humedales,
- Programa periódico de verificación de parámetros físico químicos de la Planta de Tratamiento y humedales; principalmente basado en color, olor y turbiedad del efluente,
- Clasificación y separación de residuos.
- Donación o venta de residuos reusables o reciclables.

**CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS
JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, CON LA
REGULACIÓN DEL USO DE SUELO**

En este apartado se hace un análisis detallado de los elementos jurídicos y de ordenamiento territorial aplicables al Proyecto por su tipo y localización, con la finalidad de identificar y analizar los criterios y limitantes de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el Proyecto "Casa de Sueños", a fin de sujetarse a los instrumentos de regulación del uso del suelo vigentes.

Para este capítulo se procedió a un análisis exhaustivo de los instrumentos de Planeación y Normatividad tales como Leyes Federales y Estatales, Ordenamientos Ecológicos Territoriales, Planes de Desarrollo Urbano, Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) y Normas Mexicanas (NMX's), entre otros, los resultados se detallan a continuación.

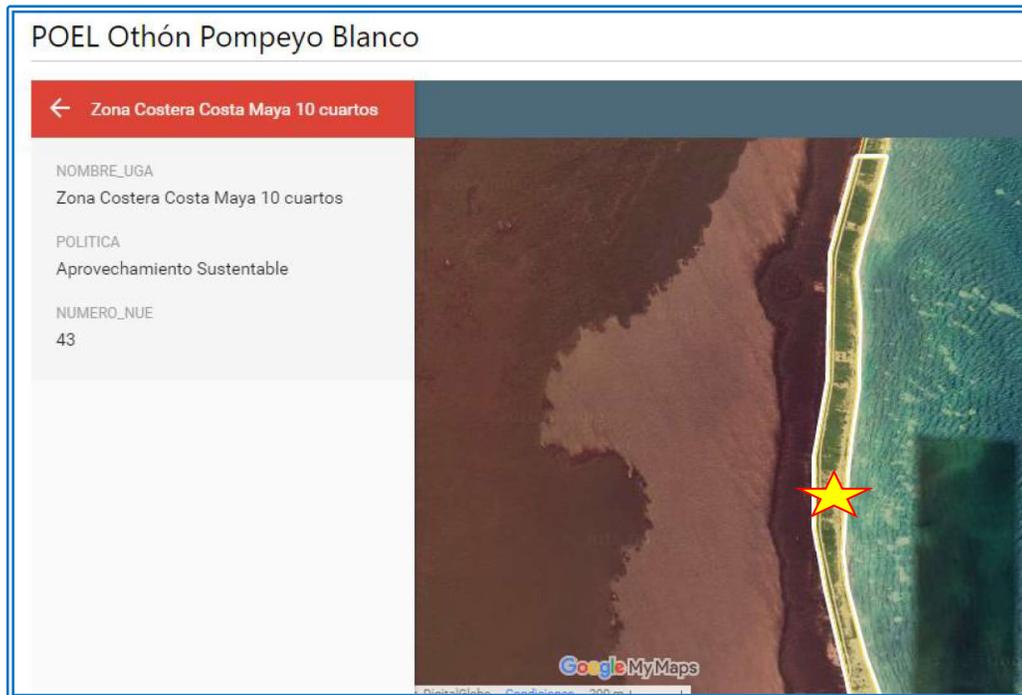
- **Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados.**

El área en que se pretende erigir el proyecto de vivienda " Casa de Sueños" se ubica en la fracción 24, lote 13/23 del predio rústico denominado San José, a la altura aproximada del kilómetro 4+840 del camino costero en el tramo Placer-Río Indio, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Esta zonificación se halla a su vez contenida en la franja costera SE del estado de Quintana Roo, en la región denominada Costa Maya, misma que rige su uso de suelo conforme a lo dispuesto en **EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO, MÉXICO** decretado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo con fecha 7 de octubre de 2015.

De este modo, conforme a lo referido en dicho POET, al área en que se ubicará el Proyecto en cuestión le corresponden los criterios ambientales correspondientes a la **UGA 43 (Zona Costera Costa Maya D10)** misma que tiene una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable con uso predominante para promover el desarrollo turístico sustentable.

La ubicación en el contexto del POEL la podemos apreciar en la siguiente figura, extraída del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.**



Ubicación del sitio de estudio en el contexto del POEL OPB, de acuerdo con el servidor cartográfico.

Al sitio de estudio, por su ubicación, le corresponde el cumplimiento de los criterios ambientales generales más los específicos aplicables a la UGA 43 (Zona Costera Costa Maya D10) los cuales se listan a continuación:

<p>Superficie: 367.38 Hectáreas</p>	<p>Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable</p>
<p>Criterios de Delimitación: Esta UGA esta conformada por 5 polígonos de la estrecha franja de matorral costero presente a todo lo largo del frente costero de municipio hacia el Mar Caribe, siendo el limite al Oeste el Manglar y al Este la Zona Federal Maritimo Terrestre, con excepción de las UGAs con densidad mayor otorgada por el POET de Costa Maya.</p>	

Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
MC	Matorral costero	300.42	81.77
VM	Manglar	66.23	18.02
H2O	Cuerpo de agua	0.73	0.19
TOTAL		301.69	100.00
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:	
18.02 %		0.0%	
Objetivo de la UGA:			
Promover el desarrollo turístico sustentable y la adecuada presencia de servicios básicos en la franja costera de la Costa Maya, conservando el paisaje y la duna costera presente en esta zona.			
Descripción Biofísica:			
Es una estrecha franja conformada por dunas y comunidades de matorral costero que conforman el frente costero del municipio hacia el Mar Caribe, es una zona de riesgo por eventos ciclónicos, la dinámica costera muestra cambios estacionales en las características de su perfil que afectan la amplitud de la playa y zonas de inundación, las actividades de desarrollo se deben planear cuidadosamente para evitar afectaciones al entorno natural, que agraven las consecuencias hacia los pobladores, infraestructura e inversión. Las actividades productivas están poco representadas, pero se vislumbra un desarrollo limitado de actividades turísticas y de servicios urbanos que deben ser regulados. Esta unidad ocupa 0.03% del territorio municipal.			
Descripción Socioeconómica:			
Esta UGA representa 14 diferentes localidades, de las cuales 13 son pequeñas rancherías y el poblado más grande es Río Indio, con 60 habitantes; el número total de pobladores de esta UGA es de 108 (INEGI, 2010). Por otra parte, presenta una red carretera de 22.63 km lineales.			
Lineamientos Ecológicos:			
<ul style="list-style-type: none"> Se regula el establecimiento de desarrollos ecoturísticos, así como los usos de suelo compatibles y con los servicios básicos que no pongan en riesgo la calidad del acuífero, ocupando en conjunto hasta el 30% de la UGA, en un período de 5 años. Se conserva el 70 % de la cobertura vegetal presente en la UGA. Se privilegia el desarrollo de actividades enfocadas al turismo sustentable en el 30% de la UGA, siempre y cuando garanticen la conservación de los procesos ecológicos relevantes, los bienes y servicios ambientales y la biodiversidad presente, además del control de sus impactos ambientales, bajo esquemas de desarrollo sustentable. El umbral máximo de desmonte no será superior al 30% de la superficie total de la misma. El umbral máximo de número de cuartos hoteleros será de 3,673 unidades. 			
Estrategias Ecológicas:			
CONAFOR	3	5	
CONANP	1		
SEDATU	2		
SEMARNAT	1	2	3
SECTUR	1		
Recursos y Procesos Prioritarios:			
Paisaje, Duna y Matorral costero.			

Usos Compatibles:

Servicios Ambientales, Turismo Convencional y Turismo Alternativo.

Usos Incompatibles:

Agropecuario, Desarrollo Suburbano, Transformación, Desarrollo Urbano y Forestal.

Componente	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
		01	03	04	05	07	10	12	13	14	16	17	18
Construcción	CU	21	27	28	29								
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales	AS	06	32	36	45								
Prevención de Contaminación en Suelo, Aire y Agua	PC	03	04	06	07	11	14	18	19				
Conservación de la Biodiversidad	CB	03	04	07	09	10	11						
Prevención, Restauración y Manejo del Ambiente	PRM	02	03	04	10	12	13	14	15	16	17	18	19
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Una vez que se ha establecido qué criterios le aplican por su localización, se procede a describir el modo de cumplimiento de cada uno de los mismos, sean generales ó específicos.

Vinculación de los Criterios Generales con el Proyecto Casa de Sueños

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
Recurso prioritario: Agua	
CG-01	Es importante permitir la filtración de las aguas pluviales, por lo que todos los proyectos deben acatar lo dispuestos en el Artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya. VINCULACIÓN: El artículo 132 establece que, para predios con las características del lote 24 se deben proporcionar cuando menos el 30% de la superficie total del predio para áreas verdes, lo cual se cumple en el presente proyecto al destinar el 56.38% de la superficie total; no obstante, es de recalcar que, en la ficha técnica de la UGA 43 se establece que esta área tiene el 0% de importancia para la recarga de acuíferos.
CG-02	Para el adecuado desalojo de agua pluvial y agua residual, todos los proyectos deben contar con infraestructura por separado para el manejo y conducción de cada tipo de agua. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites. VINCULACIÓN: El proyecto que nos ocupa es una vivienda unifamiliar, por lo que el drenaje pluvial no arrastra grasas o aceites, mientras que la línea que proviene de la cocina y sanitarios contará con trampa de grasas y aceites; no obstante, se prevén 3 diferentes líneas en la instalación hidráulica: pluvial, sanitaria y potable.
CG-03	No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables o cualquier tipo de residuo considerado como peligroso, al suelo, cuerpos de agua.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
	<p>En el caso de ecosistemas Marinos, se realizará de conformidad a lo establecido por la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas y su reglamentación.</p> <p>VINCULACIÓN: El proyecto contará con un programa de manejo para los diferentes residuos que se generen en todas las etapas y, un listado de medidas de prevención, en el cual se establece que, en ninguna etapa es permisible verter residuos líquidos o sólidos directamente al suelo natural y/o cuerpos de agua y que, en todas las etapas se privilegiará el uso de materiales biodegradables.</p>
CG-04	<p>Los cenotes y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo (en una franja de al menos 20 m contados a partir de la orilla), asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones paisajísticas de dichos ecosistemas.</p> <p>VINCULACIÓN: Dentro del lote 24 no hay presencia de cenotes y/o cuerpos de agua, el predio colinda con la ZOFEMAT, por lo que entre el límite del predio y el cuerpo de agua Mar Caribe hay por lo menos 20.00 metros en los que no habrá alteraciones geológicas; cabe mencionar que en el lote 24 no hay estrato arbóreo.</p>
CG-05	<p>Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso agua. Los resultados del monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental. En áreas cercanas a zonas de captación y/o extracción de agua deberán contar con el visto bueno de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado.</p> <p>VINCULACIÓN: En ninguna etapa se emplearán agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, en las labores de rescate, reubicación y jardinería se emplearán materiales naturales como composta orgánica y fertilizantes naturales.</p>
CG-06	<p>Las aguas residuales no deben canalizarse a pozos de inyección de agua pluvial, cuerpos de agua naturales, de pozos artesianos, de extracción de agua. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o en caso de no contar con sistema de drenaje municipal, a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.</p> <p>VINCULACIÓN: Las aguas residuales que se generen en el proyecto, dependiendo su punto de generación se canalizarán a una Microplanta MUTAR 1600, o a un biodigestor, y en ambos casos los efluentes irán a una cepa de humedal artificial de flujo vertical para su tratamiento terciario y posterior infiltración a riego mediante campo de oxidación.</p>
CG-07	<p>La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la CONAGUA, de conformidad con la normatividad aplicable.</p> <p>VINCULACIÓN: El drenaje pluvial que se colecte en azoteas será dirigido a las cisternas.</p>
CG-08	<p>No se permite la desecación y/o dragado de cuerpos de agua.</p> <p>VINCULACIÓN: No se plantean este tipo de actividades, ni son necesarias en ninguna etapa del proyecto.</p>
CG-09	<p>Se permite la acuicultura en los cuerpos de agua artificiales, y las aguas residuales generadas no podrán disponerse a cuerpos de agua naturales o al subsuelo sin previo tratamiento. No se permite la acuicultura con especies exóticas en cuerpos de agua</p>

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
	<p>naturales. VINCULACIÓN: En ninguna etapa se realizarán acciones relacionadas con la acuacultura.</p>
CG-10	<p>Los usos autorizados deben considerar acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático; estas acciones deberán ser presentadas en los estudios ambientales correspondientes, y validados por la autoridad correspondiente. Estas acciones deberán quedar especificadas en cualquiera de las modalidades solicitadas para su evaluación por la autoridad competente. VINCULACIÓN: El proyecto cuenta con una guía para el ahorro del recurso hídrico, además que se emplearán muebles y llaves ahorradoras en todos los puntos factibles y, un sistema de presurización que conlleva al ahorro de este recurso. Respecto de las medidas de prevención de contaminación del manto freático se plantean varias propuestas en el capítulo correspondiente.</p>
CG-11	<p>Se permite la acuacultura cuando cumpla con uno de los tres supuestos siguientes: a) Los estanques de crecimiento cuenten con un sistema cerrado que evite la fuga de larvas o alevines hacia cuerpos naturales de agua o al acuífero b) Se garantice el tratamiento de las aguas residuales c) Cuento con una fuente de abastecimiento de agua distinta a rejolladas y dolinas. VINCULACIÓN: En ninguna etapa se realizarán acciones relacionadas con la acuacultura.</p>
CG-12	<p>Todos los proyectos deberán considerar como alternativa para disminuir el consumo de agua de primer uso, que en el diseño de las edificaciones relacionadas al proyecto autorizado se considere la captación de agua de lluvia, así como el reúso de las aguas residuales tratadas. Se puede considerar también una combinación de ambas estrategias. VINCULACIÓN: En el proyecto se plantea la captación de agua pluvial y el reúso del agua tratada en labores de riego.</p>
CG-13	<p>Toda la infraestructura relacionada a los usos y actividades autorizadas, las construcciones preferentemente se construirán con base a las características del terreno, considerando principalmente que las construcciones no interrumpan ni modifiquen los flujos hídricos superficiales o subterráneos. VINCULACIÓN: El proyecto se ha diseñado considerando las características particulares del terreno, integrando su topografía a los cálculos de diseño, con una profundidad mínima de intrusión en el suelo natural (De 0.60 a 1.00 metros) para garantizar que no haya interrupciones a los posibles flujos subterráneos ya que superficiales no hay.</p>
CG-14	<p>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberá colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción. VINCULACIÓN: No aplica, en el proyecto no se contemplan sitios de disposición final de residuos, los residuos que aquí se generen serán clasificados, temporalmente acopiados y trasladados al sitio de disposición final a cargo del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco en la localidad de Mahahual.</p>

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
CG-15	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura. VINCULACIÓN: No aplica.
CG-16	Los centros de transferencia de Residuos Sólidos Urbanos deberán acreditar ante las autoridades competentes, la impermeabilidad de los sitios de almacenamiento temporal de estos residuos, así como la infraestructura necesaria para el acopio y tratamiento de los lixiviados que se generen, con el fin de garantizar la no contaminación del suelo y manto freático. VINCULACIÓN: No aplica.
CG-17	Se deberá documentar en la bitácora ambiental los volúmenes de extracción de agua, con el fin de no exceder la capacidad del acuífero. VINCULACIÓN: En el sitio del proyecto no se extraerá agua del acuífero en ninguna etapa.
Recurso prioritario: Suelo y subsuelo	
CG-18	El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente, conforme a la legislación vigente en la materia. VINCULACIÓN: Los diversos materiales a emplear durante todas las etapas provendrán siempre de comercio formal y de Ejidos registrados.
CG-19	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable. VINCULACIÓN: Los residuos se dispondrán en donde la Autoridad Municipal lo indique, siendo que con relativa periodicidad pasa por el predio el servicio de limpia municipal, cuando los tiempos sean muy espaciados el promovente trasladará sus residuos al sitio oficial que indique el Ayuntamiento.
CG-20	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades. VINCULACIÓN: En el sitio de estudio no se localizaron vestigios arqueológicos.
CG-21	Los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos. En proyectos que involucren a más de 50 trabajadores de obra, se deberá contar con un programa interno de protección civil que abarque los planes de contingencia para huracán, incendio, salvamento acuático, entre otros, así como el personal adecuado para la supervisión de seguridad, protección civil e higiene en la obra. VINCULACIÓN: En el proyecto se cumplirá con cada una de estas disposiciones: se contará con un sanitario de campo, área específica para alimentación y descanso de los

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
	trabajadores de la construcción, contenedores de residuos, apropiados y en suficiencia, así como un programa de medidas de prevención, control y mitigación de impactos. En total, para las etapas se han estimado necesarios 20 trabajadores.
CG-22	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el umbral máximo de aprovechamiento de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad. VINCULACIÓN: El proyecto respeta los porcentajes establecidos en los criterios específicos y la Ley Federal del Desarrollo Forestal Sustentable, así como el artículo 132 de la LEEPA Quintana Roo.
CG-23	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico. VINCULACIÓN: En el proyecto solamente se desarrollará un uso de suelo, el cual es vivienda unifamiliar.
CG-24	En los terrenos con pendientes mayores a 45 grados, así como en zonas inundables o con escorrentías no se permite la eliminación de la vegetación ni la construcción de obras que propicien el incremento en la erosión del suelo. VINCULACIÓN: En la zona donde se localiza el lote 24 no hay pendientes abruptas, se ha calculado una pendiente de 4.4 grados.
CG-25	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos. VINCULACIÓN: El tendido eléctrico en la zona se ha hecho bajo las indicaciones de la CFE.
CG-26	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente. VINCULACIÓN: Todos los residuos que no puedan ser reusados o reciclados serán dispuestos en el tiradero municipal.
CG-27	Los proyectos relacionados a las actividades productivas de cada UGA no podrán solicitar más del 25% del total del umbral de densidad y/o aprovechamiento estipulado para cada UGA. (de acuerdo a la definición de umbral estipulado en el glosario). La superficie de aprovechamiento y/o desmonte para cada predio dentro de la UGA está regulada por los criterios específicos. VINCULACIÓN: En el predio no se desarrollarán actividades productivas y/o de servicios vinculadas a densidad. La superficie de aprovechamiento y desmonte se analiza en los criterios específicos.
CG-28	No se permite la transferencia de densidades ni porcentajes de desmonte entre predios ubicados en UGA's distintas. VINCULACIÓN: No se requiere transferencia de densidades ni aumentar el % de desmonte.
Recurso Prioritario: biodiversidad, flora y fauna	
CG-29	En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
	<p>desmontadas, sin vegetación aparente o con vegetación secundaria herbácea y arbustiva u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.</p> <p>VINCULACIÓN: El lote 24 es la única propiedad con que cuenta el fideicomiso promovente, comprada expresamente para el desarrollo de una vivienda y se encuentra predominantemente cubierta de vegetación herbácea y arbustiva; la vivienda se ha diseñado a estar localizada en un claro de la propiedad que cuenta con elementos invasivos y parásitos en estrato herbáceo y la menor densidad de vegetación de todo el lote.</p>
CG-30	<p>En el tratamiento de plagas y enfermedades de cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catalogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</p> <p>VINCULACIÓN: En el desarrollo de las zonas jardinadas y mantenimiento de zonas de conservación se privilegiará el uso de sustancias orgánicas y/o de baja persistencia; antes de ser empleada cualquier sustancia deberá verificarse su clasificación en el catálogo CICOPLAFEST.</p>
CG-31	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Solo se permitirá el uso y manejo de las especies exóticas que estén certificadas por la SAGARPA y SEMARNAT, a través de sus instancias administrativas competentes; en el caso de peces exóticos, éstos además sólo podrán ser cultivados en sistemas cerrados (estanques). 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Todas las especies exóticas autorizadas deberán contar con un Programa de Manejo autorizado por la autoridad competente. 6. Sólo se permite la acuicultura de especies nativas en cuerpos de agua interiores, con excepción de aquellos cuerpos de agua localizados en la Costa Maya, en la que sólo se permitirá la acuicultura en estanques, al Poniente de la carretera estatal pavimentada. <p>VINCULACIÓN: En ninguna etapa se introducirá o promoverá fauna exótica; respecto a la flora exótica, si fuera a emplearse solamente se permitirá cuando provenga de un vivero formal, tenga la capacidad de reproducción suprimida y se emplee única y exclusivamente en macetas y no sobre el suelo natural.</p>
CG-32	<p>En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación, a fin de aprovechar el material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y/o jardinería.</p> <p>VINCULACIÓN: La vegetación que predomina en el lote 24 es la herbácea, la cual es muy difícil de rescatar y reubicar ya que una vez que sus raíces se intemperizan mueren, por lo que la acción ideal es su conservación en la mayor superficie posible; respecto al estrato arbustivo este casi no resultará afectado pues se localiza</p>

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
	principalmente al frente del predio, zona que queda en su totalidad como de conservación, no obstante respecto de los arbustos que pudieran estar presentes en la zona de aprovechamiento se privilegiara su rescate y reubicación en las zonas de conservación del mismo predio.
CG-33	<p>Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un Programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.</p> <p>VINCULACIÓN: En el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, siendo que la irradiación es muy fuerte y no hay dosel arbóreo de protección se detectó únicamente fauna móvil al momento de las visitas de campo, es decir no se contaron nidos y/o madrigueras; no obstante se tomarán las medidas adecuadas por si se localiza algún individuo de lento desplazamiento previo al inicio de la obra; los cuales deberán ser trasladados a sitios seguros al Oeste de la propiedad.</p>
CG-34	<p>En tanto no se instale y opere una planta de acopio y reciclaje de aceites automotriz y comestible degradados, quienes generen estos residuos deberán contratar la recolección de dichos productos con empresas debidamente autorizadas. Queda estrictamente prohibida la disposición de dichos recursos en cualquier otro lugar que no esté debidamente autorizado por las autoridades competentes.</p> <p>VINCULACIÓN: No aplica; en el sitio no se prevén plantas de acopio y reciclaje de aceites.</p>
CG-35	<p>Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de la generación de composta que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o dentro del territorio municipal donde lo disponga la autoridad competente en la materia. Los sitios de composteo deberán considerar mecanismos para evitar la proliferación de fauna nociva.</p> <p>VINCULACIÓN: El suelo del lote 24 se caracteriza por ser arenoso, muy pobre en materia orgánica, no se considera suelo vegetal por lo que su recuperación no es factible, no obstante en ninguna etapa será extraído y dispuesto fuera de la propiedad.</p>
CG-36	<p>En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.</p> <p>VINCULACIÓN: En el lote 24 no hay estrato arbóreo por lo que no hay dosel, el estrato arbustivo es mínimo y disperso de manera aislada por lo que en su mayoría se conservarán los individuos; los que sean afectados por obras serán rescatados y reubicados dentro del mismo lote, aún cuando no localizaron únicamente individuos de fauna móviles durante las visitas al sitio, si llegase a encontrarse algún individuo de lento desplazamiento al momento de inicio de las obras será removido y trasladado de forma manual al Oeste del predio.</p>
CG-37	<p>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 500 metros, con excepción de áreas urbanas.</p> <p>VINCULACIÓN: No se prevé la construcción de caminos y/o bardas como parte del presente proyecto.</p>

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.
CG-38	<p>Para disminuir la huella ambiental, se recomienda que en las diferentes construcciones se realice la selección y uso de materiales orgánicos de la región, o inorgánicos de muy bajo o nulo procesamiento industrial.</p> <p>VINCULACIÓN: La técnica constructiva será la tradicional, basada en piedra caliza, blocks, grava y cemento, los cuales son materiales inertes, de bajo proceso industrial y estrictamente de procedencia local; los acabados, decoraciones y terrazas serán de materiales orgánicos de la región como madera dura, zacate y palmas.</p>
CG-39	<p>En todas las actividades productivas que contemplen desmonte y despalme, se debe ejecutar un programa de reforestación con especies nativas en las zonas de conservación dentro del mismo predio y en las zonas consideradas como áreas de restauración designadas por la autoridad competente en la materia.</p> <p>VINCULACIÓN: En el lote 24 no se van a afectar gran cantidad de individuos debido a la baja densidad y diversidad presentes; más bien se requiere un programa de enriquecimiento, y hacia ello se orientarán los esfuerzos, a arbolar la zona de conservación y el buffer con individuos locales de alto valor ecológico, de preferencia endémicos, como el Siricote, el chacá, la uva de playa, pantzil, sikimay, entre otros.</p>

CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 43

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
Construcción	
CU-01	<p>Los proyectos de tipo urbano, suburbano y/o turístico deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la CONABIO. Para proyectos mayores a 1 ha, la selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de las áreas jardinadas deberá sustentarse en un Programa de Arborización y Ajardinado que deberá acompañarse al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.</p> <p>VINCULACIÓN: En el proyecto se prevén áreas jardinadas y áreas de conservación; en el primer caso, sólo de ser indispensable se usarán plantas exóticas pero que provengan de un vivero legal y tengan la capacidad de reproducción suprimida, en todo caso sólo se permitirán en el interior de la vivienda, en macetas y nunca en suelo natural; en el segundo caso, para el enriquecimiento solamente se emplearán especies propias del ecosistema costero, de alto valor ecológico y de preferencia endémicas.</p>
CU-03	<p>En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán diseñar, instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reúso de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. El sistema de tratamiento que se proponga deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	<p>correspondiente.</p> <p>VINCULACIÓN: En el proyecto se contará con dos sistemas individuales de tratamiento, uno de ellos para la vivienda, consistente en una planta de tratamiento prefabricada marca MUTAR 1600 y un biodigestor autolimpiable rotoplas para el garage y el cuarto del velador, en ambos casos complementados por una cepa de humedal artificial de flujo vertical para su posterior empleo en riego.</p>
CU-04	<p>En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el composteo del material vegetativo resultante del desmonte que se autorice. Para el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas del desmonte deberán dar cumplimiento a la normatividad aplicable. El material composteado será utilizado preferentemente dentro del predio y la composta restante deberá ser destinada donde lo indique la autoridad municipal competente.</p> <p>VINCULACIÓN: En el lote 24, por las características arenosas del suelo no se cuenta con tierra vegetal y el suelo se clasifica con pobreza orgánica, por este motivo, la escasa vegetación que sea producto del desmonte se trozará y se dispondrá como residuo orgánico para no modificar las características físico-químicas del suelo, salvo que la autoridad opine lo contrario.</p>
CU-05	<p>En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos, suburbanos y/o turísticos, ni para la disposición de residuos vegetales en áreas abiertas.</p> <p>VINCULACIÓN: No estará permitido el uso del fuego para desmonte en ninguna etapa, así como la quema de residuos vegetales y/o cualquier otro tipo de residuos.</p>
CU-07	<p>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, áreas de donación y/o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</p> <p>VINCULACIÓN: En el lote 24 se cuenta con una baja densidad y diversidad florística, no se muestreó ningún individuo de estrato arbóreo, no obstante, los arbustos que sean susceptibles de rescate y reubicación tendrán ese tratamiento.</p>
CU-10	<p>En áreas urbanas y turísticas y proyectos de aprovechamiento de material pétreo, se deberá instalar una malla perimetral o cortina vegetal para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.</p> <p>VINCULACIÓN: El lote 24 no se localiza en una zona urbana ni se trata de un proyecto turístico o de aprovechamiento de material pétreo, no obstante se tomarán medidas para reducir la dispersión de polvos, como transportar y almacenar el material particulado cubierto por una lona y mantenerlo en fase húmeda, además de riegos frecuentes en el camino y en el predio.</p>
CU-12	<p>Las áreas de equipamiento deberán incorporar áreas verdes permeables según lo establecido en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p> <p>VINCULACIÓN: El artículo 132 de la LEEPAQROO establece que un predio con las características del lote 24 debe disponer al menos el 20% de superficie total como área verde lo cual se cumple; independientemente de que el proyecto no es un área de equipamiento.</p>
CU-13	<p>Para efectos de este ordenamiento, los cuartos hoteleros podrán realizar las siguientes</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	<p>conversiones y/o equivalencias:</p> <p>a) Una villa turística equivale a 3 cuartos de hotel;</p> <p>b) Una Suite o junior suite equivale a 2 cuartos hoteleros;</p> <p>c) Un cuarto de clínica de hotel equivale a 2 cuartos de hotel.</p> <p>d) Un cuarto de motel equivale a 1 cuarto hotelero;</p> <p>e) Una cabaña ecoturística equivale a un cuarto hotelero.</p> <p>VINCULACIÓN: En el lote 24 no se realizará ningún proceso o producto que requiera de densidad hotelera, por lo que la equivalencia no aplica al tratarse únicamente de vivienda suburbana que en este caso contará con 3 recámaras.</p>
CU-14	<p>Para los desarrollos turísticos se permiten hasta 5 niveles o 16 metros de altura, siempre y cuando las edificaciones cuenten con estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos avalados por los colegios de profesionistas locales, cuya opinión coadyuvará a las autoridades competentes para la toma de decisiones y sean diseñados tomando en cuenta la incidencia de los vientos dominantes y de su ángulo de incidencia, así como los efectos de eventos meteorológicos extremos que demuestren y aseguren la permanencia de las dunas y la no erosión de las playas por esta infraestructura.</p> <p>VINCULACIÓN: Las obras del proyecto no rebasan los 2 niveles de altura, con un máximo de 8.00 metros s.n.s.n. además de no tratarse de un desarrollo turístico.</p>
CU-16	<p>Para prevenir efectos adversos derivados del cambio climático por elevación del nivel del mar y para garantizar el libre flujo del agua subterránea, las edificaciones deberán ser piloteadas y desplantadas a un nivel de cuando menos de 2.5 metros por arriba de la altitud máxima sobre el nivel medio del mar (msnm) presente en la ZOFEMAT. Por lo anterior, se deberán realizar los estudios necesarios para asegurar que las estructuras kársticas puedan soportar el peso y la presión de las obras y/o actividades que se pretendan realizar, además de demostrar técnicamente que no se interrumpirán o modificarán los flujos hidrológicos.</p> <p>VINCULACIÓN: <i>La cimentación pilotada debe sumar 2.5 metros de altura, contados a partir de la altitud máxima sobre el nivel medio del mar (msnm) presente en la ZOFEMAT;</i> esto implica tomar como referencia la cota de nivel de la pleamar, en este caso, de acuerdo con el estudio de curvas de nivel que obra en el expediente y del levantamiento de las secciones de curva de la ZOFEMAT y Pleamar, el valor de referencia inicial para calcular la altura de los pilotes debe ser 0.5 metros, que es la cota de nivel de la pleamar y, siendo que la cota del predio en donde se pretende edificar la vivienda alcanza un valor de entre 6.0 a 8.0 metros, esto representa que como mínimo la edificación se localizará a 5.5 metros de altura con respecto al nivel máximo de la pleamar, por lo cual se cumple con la altura que establece el criterio CU-16, situándose por encima de los 2.5 metros de altura que requiere el criterio.</p> <p>Por otra parte las características de la cimentación cumplen con el requisito de ser piloteadas al estar propuesto su desplante sobre una losa de piso armada de vigueta y bovedilla anclada a columnas y contratrabes ligadas a zapatas aisladas, siendo que las zapatas penetran entre 0.60 y 1.00 metros en suelo natural dependiendo de la obra, con lo que hay un gradiente de por lo menos 4.5 m con respecto a la cota del mar en la pleamar (ver descripción de la cimentación en el capítulo II del presente estudio).</p> <p>Por otra parte, de referencias bibliográficas citadas en el apartado correspondiente, se sabe que en esta franja costera el agua subterránea se localiza a ≥ 5 metros de profundidad y la pleamar máxima dista más de 39.42 metros lineales del inicio de la</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	vivienda por lo que se considera que no interfiere con el flujo de agua subterránea, no influye en la erosión costera y es segura de acuerdo a sus parámetros de diseño ya que cumple con lo establecido en los Reglamentos Vigentes, como el Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco. Aunado a lo dicho, en sondeos recientes practicados <i>in situ</i> en predios y pozos artesianos cercanos al sitio de estudio en la Costa Maya (se adjunta información de referencia), se determinó que el agua subterránea tiene un nivel mínimo de 1.48 metros bajo el suelo natural a una distancia de 50.96 ml de la línea de pleamar, por lo que la cimentación del proyecto aún tiene un gradiente variable de entre 0.88 a 0.48 metros hasta el mínimo de la localización medida del agua subterránea y por tanto no la interrumpe.
CU-17	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos ni pavimentos; sólo se permitirán la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna. VINCULACIÓN: De la vivienda surge un sendero peatonal bifurcado que se une al salir a la ZOFEMATAC, siendo un trazo de 1.30 metros lineales al llegar a esta zona; este sendero conservará el suelo natural y es apenas un trazo para el tránsito seguro a pie, sin obras y/o estructuras en su trazo, por lo que se cumple con este criterio.
CU-18	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado). VINCULACIÓN: No aplica, el presente proyecto consta de una vivienda unifamiliar y no forma parte de, o, promueve fraccionamientos habitacionales; así mismo no se localiza en una zona de sascaberas o de riesgo de inundación. Cabe recalcar que en esta franja, por las características de los suelos, no puede haber sascaberas.
CU-21	Se podrá intervenir el territorio con una densidad de hasta 10 cuartos hoteleros por hectárea, debiendo descontar el número autorizado de cada proyecto del umbral de aprovechamiento, establecido en el lineamiento de esta UGA. VINCULACIÓN: El proyecto no requiere de densidad hotelera al no ser un sitio de prestación de servicios de hospedaje.
CU-27	Únicamente se permite la construcción de vivienda unifamiliar en cumplimiento de la Ley de Fraccionamientos del estado de Quintana Roo. Asimismo se deberá acreditar el suministro de agua, el manejo adecuado de los residuos sólidos y de las aguas residuales, generados en todas las etapas del proyecto, por cuenta de cada promovente y/o propietario. VINCULACIÓN: El predio donde se prevé desarrollar la vivienda mide 20.00 metros de frente al camino y cuenta con una superficie total de 1,537.06 m ² por lo que cumple con la Ley de Fraccionamientos, máxime porque en el lote de interés no se plantea la subdivisión de la propiedad, adicionalmente cuenta con la dotación de energía eléctrica por parte de la CFE y de agua potable y drenaje satisfechas por el promovente, por lo que cumple con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.
CU-28	Cuando no existan los servicios municipalizados de tratamiento y disposición de aguas residuales en proyectos o desarrollos turísticos, ecoturísticos, fraccionamientos residenciales y/o casas habitación unifamiliares, cercanos a zonas que, debido a

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	<p>características ambientales que les sean inherentes o propias, a su fragilidad biológica o ecológica o al uso por el hombre, sean particularmente sensibles al impacto de las aguas residuales domésticas; los procesos de tratamiento de aguas residuales deberán cumplir con los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Casas habitación y hoteles/cabañas de entre 1 y 9 unidades: sistemas de tratamiento con procesos de biodigestión. 2. Fraccionamientos residenciales y hoteles / cabañas con más de 10 unidades: sistemas de tratamiento que cumplan con lo establecido por la NOM-003-1997. 3. En caso de generarse lodos estos deberán ser inertes Se deberá tener en cuenta el impacto que el nitrógeno y el fósforo totales y sus compuestos podrían tener en la degradación de la zona, en la medida de lo posible, adoptará medidas adecuadas para controlar o reducir la cuantía total de nitrógeno y fósforo que se descargue en la zona cercana a poblaciones de arrecife. <p>No se permite la construcción y/o uso de fosas sépticas simples.</p> <p>VINCULACIÓN: La vivienda o casa habitación que implica el proyecto contará con el cumplimiento del inciso 1 y 2 del presente criterio, al contar con una micro planta de tratamiento prefabricada MUTAR 1600 y un biodigestor autolimpiable, ambos complementados por 2 cepas de humedal artificial de flujo vertical para el tratamiento terciario del efluente previo a su empleo en riego.</p>
CU-29	<p>Con el objeto de disminuir la huella ecológica y hacer eficiente el uso y consumo de energía, las construcciones hoteleras deberán considerar la arquitectura bioclimática, con énfasis a la ventilación natural, implementando el uso de tecnología para producir energías renovables, usando de manera más eficiente el consumo de agua, hidrocarburos y energía eléctrica convencional, además de llevar a cabo medidas para mitigar el impacto de fenómenos meteorológicos y el cambio climático.</p> <p>VINCULACIÓN: La vivienda que pretende edificarse, aún cuando no se trata de una construcción hotelera, incorpora en su diseño cálculos de heliodiseño, energía solar pasiva y bioclimatismo, principalmente para efficientar el consumo energético; igualmente considera factores de resistencia al viento y torsión contemplados por los Reglamentos de Construcción vigentes para el Municipio de Othón P. Blanco.</p>
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales	
AS-06	<p>Para realizar actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo) se deberá contar con un reglamento de operación, mismo que garantice la operación ambientalmente sustentable de la actividad, conforme a las correspondientes Normas Oficiales en dichas actividades turísticas. Este reglamento se presentará a la autoridad ambiental competente para su valoración y de ser procedente su autorización.</p> <p>VINCULACIÓN: En ninguna etapa se prevé ofertar o fomentar actividades recreativas al público.</p>
AS-32	<p>La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (en hectáreas), por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos para el uso del suelo específico autorizado. Si el cálculo arroja una fracción, el resultado se redondeará al número entero inferior más cercano.</p> <p>VINCULACIÓN: La UGA 43 no establece una densidad permisible de viviendas, solamente se define la densidad para productos turísticos, por lo cual se considera que aplica el Artículo 4º, en la adición al Decreto de fecha 7 de febrero de 1983, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que implica la permisibilidad de</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	una vivienda digna y decorosa para cada familia, siempre que se cumpla con la legislación vigente, por lo cual sería 1 vivienda por lote, usando un factor de 4.5 habitantes por vivienda establecido para el municipio de Othón P. Blanco en su PDU vigent.
AS-36	En el diseño de las UMA's se debe priorizar la agrupación de las instalaciones con el fin de favorecer la continuidad de las áreas naturales o de conservación de cada proyecto. VINCULACIÓN: En el desarrollo del proyecto y sus actividades no se prevé la creación de una UMA.
AS-45	Sólo se permite el desmonte del 30% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas. VINCULACIÓN: El proyecto de vivienda implica obras permanentes en planta baja por 458.04 m ² , lo que representa el 29.80% de la superficie total del predio para el establecimiento de obras civiles, que aún cuando cumplen con el porcentaje del presente criterio no deben ser clasificadas como infraestructura pues no brindan ningún tipo de servicio de soporte básico para la vida o las comunicaciones.
CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN SUELO, AIRE Y AGUA EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
Prevención de la Contaminación en Suelo, Aire y Agua	
PC-03	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los cuerpos de agua naturales, hacia zonas inundables y/o áreas costeras adyacentes. VINCULACIÓN: En el apartado correspondiente se establecen las adecuadas medidas de prevención, mitigación y control de los impactos relativos al control del arrastre de sedimentos, como son: no remover la cobertura vegetal fuera de las zonas de construcción y aprovechamiento, manejar los materiales particulados en fase húmeda y almacenarlos cubiertos por lonas, transporte de materiales cubiertos, riego del camino y áreas de labores, entre otros.
PC-04	En el desarrollo de actividades ecoturísticas (recorridos, circuitos y paseos) dentro de las áreas con vegetación natural se deben utilizar vehículos no motorizados o en su caso vehículos eléctricos o propulsados por energías alternativas, quedando excluidos los motorizados que empleen hidrocarburos. VINCULACIÓN: En el proyecto no se permitirá el tránsito interno de vehículos fuera del trazo entre el acceso y el garage; adicionalmente no se ofertarán o promoverán actividades ecoturísticas.
PC-06	El mantenimiento de embarcaciones deberá realizarse en marinas secas, que cuenten con las medidas e instalaciones para evitar la contaminación del suelo, aire y agua y la adecuada disposición de todo tipo de residuo. VINCULACIÓN: En el desarrollo de las actividades del proyecto no se requiere de embarcaciones. El promovente prevé tener en el sitio denominado garage algunos kayaks de uso privado.
PC-07	En el desarrollo de actividades de turismo alternativo y/o forestales con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en esta UGA, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. VINCULACIÓN: En el desarrollo de las actividades del proyecto no se ofertarán o promoverán actividades de turismo alternativo y/o forestales.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
PC-11	<p>Los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales deberán ser manejados, almacenados y dispuestos conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002. Se presentará un reporte trimestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental. El reporte de contener como mínimo: tipo y características de la planta de tratamiento de aguas residuales, volúmenes de agua tratados, volumen de lodos generados, tratamiento aplicado a los lodos y todos los referidos en la Norma correspondiente.</p> <p>VINCULACIÓN: En los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se manejarán en el sitio se generará una baja cantidad de lodos, estos, serán extraídos del sistema por una pipa de aguas negras, la cual deberá contar con las autorizaciones y registros vigentes y será su responsabilidad, en consecuencia de sus permisos, de cumplir con la normatividad en la materia.</p>
PC-14	<p>Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia, de conformidad con la NOM-002-SEMARNAT-1996.</p> <p>VINCULACIÓN: En la zona en que se desarrollará el proyecto aún no se cuenta con drenaje sanitario operado por la CAPA por lo que este servicio básico será proveído por el Promovente mediante el empleo de una microPTAR MUTAR1600 y un biodigestor autolimpiable.</p>
PC-18	<p>En donde no exista el suministro de agua potable por parte de la autoridad estatal y/o municipal o se requiera del tratamiento de agua para servicios, se permite la instalación de plantas desalinizadoras, contando previamente con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a) Autorización en Materia de Impacto Ambiental, con la finalidad de evaluar todos los impactos ambientales que se pudieran generar de acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en la materia de Evaluación del Impacto Ambiental. • b) Autorización del uso de suelo por parte del gobierno municipal, estatal o federal según sea el caso, con base en el Programa de Desarrollo Urbano. • d) Concesión y permiso de descarga otorgado por la CONAGUA. • e) Permiso de la autoridad que corresponda para la construcción de obra hidráulica. • f) Concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre, (sí aplica). • g) Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en caso de requerirlo. <p>En la selección del sitio específico donde será ubicada la planta desalinizadora o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas, se deberá considerar las características de los ecosistemas en los cuales se hará la toma de agua y la descarga del agua de rechazo y anexar la siguiente información al manifiesto de impacto ambiental, estableciendo las diferencias en las condiciones estacionales a lo largo del año (Investigación documental o de campo):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La caracterización fisicoquímica del agua del influente (temperatura; volumen total de la descarga, sólidos disueltos totales, turbidez, pH, Sólidos Suspendidos Totales, DQO, Nitrógeno Total, Fosforo Total, Aluminio, Cobre, Cadmio, Cromo Total) con base en el estudio hidrogeológico. • La descripción fisicoquímica del efluente esperado (agua de rechazo): temperatura; volumen total de la descarga, sólidos disueltos totales, turbidez, pH, Sólidos Suspendidos Totales, DQO, Nitrógeno Total, Fosforo Total, Aluminio, Cobre, Cadmio, Cromo Total.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo del proceso a emplear, describir los productos que potencialmente pueden utilizarse, tales como: aditivos para anticorrosión, aditivos antiincrustantes, ácidos para minimizar la incrustación, aditivos para prevenir crecimiento biológico, aditivos para eliminar oxígeno, aditivos antiespumantes, floculantes y coagulantes. • Caracterización de la columna de agua y sedimentos, considerando la productividad primaria y la materia orgánica. • Caracterización de la flora y fauna bentónica, incluyendo su distribución geográfica y su resistencia a cambios de salinidad. <p>En caso de descargas de agua de rechazo al mar, desarrollar un modelo de simulación dinámica de dispersión y mezcla de las descargas, bajo las diversas condiciones hidrodinámicas (espaciales y temporales). El modelo que se utilice deberá contemplar al menos los siguientes parámetros: a) La variación de la temperatura y b) Gradiente de salinidad.</p> <p>VINCULACIÓN: No se prevé el establecimiento de una planta desalinizadora en ninguna etapa.</p>
PC-19	<p>Queda prohibida la instalación de almacenes de hidrocarburos, gasolineras, oleoductos, almacenes químicos o cualquier otra posible fuente contaminante en un radio de 500 metros de los cuerpos de agua superficiales; así mismo, queda prohibido el aprovechamiento y/o extracción de materiales pétreos, sascaberas, minas y otros tipos de excavaciones en un radio de 1000 metros de los ríos subterráneos.</p> <p>VINCULACIÓN: En ninguna etapa se prevé este tipo de obras y/o actividades dentro del lote 24.</p>
CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
Conservación de la Biodiversidad	
CB-03	<p>Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja natural perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.</p> <p>VINCULACIÓN: En cumplimiento del presente criterio se ha establecido una franja de 1.7076 metros lineales hacia el interior del predio a lo largo de sus 182.10 metros lineales de perímetro, lo que suma un área de 310.8905 m², que equivale al 20.2267% de la superficie total, este búffer es solamente interrumpido por el acceso a la propiedad y el sendero rústico que desemboca a la ZOFEMAT y esta interrupción se compensa dejando hacia el frente marino una franja de 18.81 metros entre el inicio de la obra y la zofemat, lo que representa al menos 38.81 ml entre la vivienda y la pleamar destinados a conservación adicional al buffer del 20%.</p>
CB-04	<p>En la construcción de caminos y carreteras deberán contar con pasos de agua con la infraestructura necesaria, basada en estudios hidrológicos que asegure el libre flujo, debiendo mantener la dinámica hídrica del ecosistema; asegurando también la preservación de la estructura, composición y función de las comunidades de flora y fauna, así como el libre desplazamiento de la fauna propia del ecosistema, y deberá de existir la</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	señalización y reductores de velocidad correspondientes. VINCULACIÓN: En el proyecto de interés no se prevé la construcción de caminos o carreteras, el tránsito al interior de la propiedad será sobre una huella de suelo natural sin obras y/o estructuras y cuyo trazo llega únicamente al garage, no habrá rodamiento fuera del trazo indicado.
CB-07	Las áreas de conservación deberán mantenerse con cubierta vegetal original dentro de los predios; para la prevención de la erosión y como medida de control de la contaminación auditiva y/o visual; pero si éstas estuviesen afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles y palmas por hectárea. VINCULACIÓN: En el lote 24 la vegetación es pobre y representada únicamente por estrato herbáceo y arbustivo, por lo que se prevé el enriquecimiento con individuos propios del ecosistema de duna costera, privilegiando especímenes de alto valor ecológico y endémicos; dado que la zona de conservación y buffer asciende en conjunto a 855.286 m ² , esto representa que se deben inducir por lo menos 128.29 individuos, lo cual será respetado.
CB-09	En las playas, dunas y post dunas no se permite el uso de cuadrúpedos (incluyendo todas las razas de perros) para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición. VINCULACIÓN: En el desarrollo de las etapas que implica el proyecto, en ningún momento se ofertarán o promoverán paseos, actividades turísticas, recreativas y/o de exhibición, por lo que no habrá cuadrúpedos sujetos a estas actividades en el sitio.
CB-10	En las playas, dunas y post dunas, sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como el uso que hagan las organizaciones civiles y/o gubernamentales encargadas de los programas de protección a la tortuga marina. VINCULACIÓN: En el lote 24 no habrá acceso que permita transitar con vehículos a través del predio y hacia la zona de playa, por lo que el único acceso será a través de la misma zona costera, en ese caso sólo las autoridades podrán tomar tal ruta.
CB-11	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar y/o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero. VINCULACIÓN: Se respeta esta distancia entre el límite de la ZOFEMAT y el inicio de las obras dentro de la propiedad privada, en esa franja no se prevén obras temporales ni permanentes, únicamente el trazo de un sendero rústico que lleva de la vivienda a la ZOFEMAT.
CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN PARA LAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
Prevención, Restauración y Mejoramiento del Ambiente	

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
PRM-02	<p>En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentar de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio, la autorización correspondiente.</p> <p>VINCULACIÓN: En el lote 24 se encuentra bien representado el estrato herbáceo de la vegetación de duna por lo que en la ZOFEMAT y zona de playa no es necesario un programa de restauración, al interior de la propiedad desafortunadamente el estrato arbustivo es escaso y el arbóreo inexistente, no obstante esto es una condición natural propia de esta franja pues presenta las mismas características en más de 1 kilómetro al N y S del sitio de estudio. Sin embargo, para reducir la evapotranspiración y las modificaciones del clima, en la propiedad se privilegiará el enriquecimiento del lote empleando individuos propios de selva baja costera y duna costera como son la uva de playa, el ciricote, pantzil y sikimay, entre otros, en una densidad de por lo menos 128.29 individuos, siguiendo los lineamientos del criterio CB-07.</p>
PRM-03	<p>Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.</p> <p>VINCULACIÓN: En el límite de la propiedad, para acceder a la ZOFEMAT se propone un sendero rústico, básicamente un claro bifurcado de 1.30 metros de ancho, sin piso ni obras, con lo que se cumple con el presente criterio.</p>
PRM-04	<p>Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.</p> <p>VINCULACIÓN: La franja costera en San José, en su porción frontal al camino costero no es sujeta de inundaciones debido a la granulometría de su suelo y su conformación ya que al ser arenoso permite la rápida infiltración vertical. Adicionalmente no hay manifestaciones de hidrología superficial en el lote y la hidrología sub-superficial y subterránea se estima da inicio a una profundidad de entre 5 y 8 metros en la franja costera de Costa Maya, con un mínimo muestreado <i>in situ</i> de 1.48 ml.</p>
PRM-10	<p>El aprovechamiento de vida silvestre a través de UMAs debe considerar en compensación, la repoblación de especies nativas cuyas poblaciones naturales se hayan visto afectadas por fenómenos meteorológicos, incendios o actividades humanas.</p> <p>VINCULACIÓN: No se crearán UMA's en ninguna etapa.</p>
PRM-12	<p>Para mitigar afectaciones al paisaje y compensar la pérdida de vegetación en los desarrollos y/o equipamientos turísticos se deberá atender lo siguiente:</p> <p>A) Los ejemplares de especies vegetales que sean utilizados para la reforestación deberán de ser de especies presentes en el municipio, obtenidos a partir de plantas madre preferentemente del municipio o del estado y sujetos a cuidados fitosanitarios.</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	<p>B) Las especies que se incluyan en la reforestación colindante con infraestructura y edificaciones, que resistan al embate del viento, que ofrezcan la fronda de mayor cobertura, que puedan mantenerse con el régimen de lluvias del municipio.</p> <p>C) Se debe realizar un rescate de los ejemplares de las especies vegetales de las familias Orquidaceae, Bromeliaceae, Arecaceae y de las especies vegetales incluidas en la NOM-059 que serán reubicadas en las áreas del predio en las que no se modificará la vegetación nativa. Las plantas rescatadas deberán tener un periodo de cuarentena en la que serán sujetas a un tratamiento de control de plagas, aplicación de micorrizas (en caso de requerirlas) y promotores de enraizamiento. Los ejemplares serán reubicados en los nichos ecológicos más favorables para su desarrollo.</p> <p>VINCULACIÓN: El proyecto no se constituye como un desarrollo y/o equipamiento turístico, no hay presencia de las especies listadas en el inciso 3). No obstante en el enriquecimiento se emplearán individuos de alto valor ecológico, de preferencia endémicos y propios de la zona costera de Othón P. Blanco.</p>
PRM-13	<p>Todos los desarrollos turísticos y habitacionales deberán mantener sin intervención el 100% del manglar de acuerdo al artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003.</p> <p>VINCULACIÓN: No hay presencia de ecosistema de manglar dentro del lote 24, los individuos aislados tienen presencia a partir de 37.00 ml del límite del lote, hacia la laguna Estrella.</p>
PRM-14	<p>Con excepción de las obras para conformación de dunas artificiales o las que se destinen a la restauración de las dunas naturales, se deberá mantener libre de obras e instalaciones permanentes de cualquier tipo una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento.</p> <p>VINCULACIÓN: Se respeta esta distancia entre el límite de la ZOFEMAT y el inicio de las obras dentro de la propiedad privada dejando libres de obras una zona de 18.81 ml a partir del límite del predio y hacia el interior, en esa franja no se prevén obras temporales ni permanentes, únicamente el trazo de un sendero rústico que lleva a la ZOFEMAT. En esta franja no habrá CUS salvo el del sendero y por tanto se respetan los individuos presentes en la zona.</p>
PRM-15	<p>Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos ni pavimentos; sólo se permitirán la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores temporales y/o removibles elevados que respeten el relieve natural de la duna.</p> <p>VINCULACIÓN: El sendero previsto cumple con este criterio, estando bifurcado, con un ancho máximo de 1.3 metros y sobre suelo natural.</p>
PRM-16	<p>Para prevenir la erosión de la duna costera, el promovente deberá establecer acciones permanentes de reforestación, restauración y/o conformación artificial de dunas costeras que limiten y/o minimicen el efecto erosivo del viento y oleaje de tormenta.</p> <p>VINCULACIÓN: En esta franja está bien representado el estrato herbáceo de duna costera por lo que la primera acción será conservarlo y, enriquecer el polígono de la propiedad con individuos arbustivos y arbóreos propios de duna costera y selva baja costera.</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
PRM-17	<p>Con la finalidad de evitar los efectos de erosión de playas y dunas se deberá establecer el diseño de edificaciones respecto de los vientos dominantes, que minimicen los efectos de la erosión eólica. Este diseño debe incorporar especies nativas de matorral costero. Además, se deberá mantener o restablecer la vegetación como barrera viva ante el viento, de acuerdo a la fuerza del viento (vegetación de duna costera y manglares).</p> <p>VINCULACIÓN: Se están respetando los criterios que protegen a la vegetación para evitar la erosión como son: un buffer del 20% alrededor del perímetro de la propiedad, no retirar la vegetación del frente de playa, dejar 18.81 metros a partir de la ZOFEMAT hacia el interior del predio sin obras ni CUS, enriquecer la diversidad y densidad del lote con individuos propios de duna. Las edificaciones cumplen con los parámetros de diseño del Reglamento de Seguridad Estructural del H Ayuntamiento de OPB e integran factores de helio diseño y bioclimatismo.</p>
PRM-18	<p>En desarrollos turísticos, la instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión, así como la de comunicación debe ser subterránea, con la finalidad de evitar la contaminación visual.</p> <p>VINCULACIÓN: En el interior de la propiedad la línea será de baja tensión y subterránea.</p>
PRM-19	<p>En predios colindantes a playas y dunas no se permite el uso de animales para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición.</p> <p>VINCULACIÓN: En ninguna etapa se emplearán animales y/o se fomentarán actividades que impliquen su uso.</p>
PRM-20	<p>En las playas y dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.</p> <p>VINCULACIÓN: Se respetará este criterio, como resultado de las acciones del proyecto no se requiere el tránsito de vehículos en la zona de playa.</p>
PRM-21	<p>Todos los desarrollos turísticos deben mantener accesos libres de al menos 2 m de ancho, a la zona federal marítimo terrestre, bajo el esquema legal de servidumbres de paso.</p> <p>VINCULACIÓN: El proyecto no se constituye en un desarrollo turístico, adicionalmente en la zona federal el tránsito será libre.</p>
PRM-22	<p>Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i>, <i>Sesuvium portulacastrum</i>, herbáceas: <i>Ageratum littorale</i>, <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i>, <i>Suriana maritima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i>, <i>Coccothrinax readi</i> y <i>Cocos nucifera</i>.</p> <p>VINCULACIÓN: En las labores de enriquecimiento del predio se dará prioridad al empleo de estas especies, empleando también algunas adicionales de la región como <i>Cordia sebestana</i> y <i>Bursera simaruba</i> con el objeto de proporcionar sombra y generar perchas y sitios de anidación de aves. Favor de consultar el anexo "Programa de Enriquecimiento".</p>
PRM-23	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el

**CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN
PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.**

	<p>mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • 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. • 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: <ul style="list-style-type: none"> 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. d) La iluminación de senderos colindantes a la playa, debe ser de baja intensidad y estar colocada a una altura menor a 3 metros. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico 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 nidadas y crías. <p>VINCULACIÓN: Hasta el momento no se tiene registro de arribazón de tortugas en esta franja, no obstante, se incorporan estas directrices al proyecto arquitectónico, como en el caso de la iluminación, además de evitar la remoción de la vegetación en el frente de playa y favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena mediante la conservación y enriquecimiento con especies propias de duna y selva baja costera.</p>
PRM-24	<p>Se prohíbe la construcción de infraestructura permanente en el 100% de la primera duna costera y duna embrionaria. Adicionalmente se prohíbe la extracción de arena de los predios colindantes a la ZOFEMAT.</p> <p>VINCULACIÓN:</p> <p>En el lote 24 se da la presencia de duna embrionaria, la cual se caracteriza por estar colonizada por rastreas halófitas, ocupa la franja situada entre la pleamar y casi la totalidad de la zona federal, teniendo 20 metros de ancho esta franja; posterior a ella se presentan inflorescencias de matorral costero en una franja angosta de hasta 5 metros de fondo, esta barrera de matorral costero marca el ecotono entre la vegetación pionera de duna costera y la planicie que penetra tierra adentro para convertirse en vegetación costera de matorral y arbórea a aproximadamente 100.00 metros de la pleamar y posteriormente en manglares de borde asociados a las lagunas interiores (Laguna Estrella). Aparte de la duna embrionaria al frente no hay presencia de primer cordón de dunas o de dunas estratificadas, lo que sigue es una planicie con una pendiente suave en ascensión hacia el Oeste conforme se aleja del mar; atendiendo a esta configuración el proyecto se ha diseñado para que las obras permanentes den inicio a por lo menos 39.42 metros lineales de la línea de pleamar para que quede libre de afectación la vegetación pionera de duna costera localizada en la duna embrionaria y el matorral costero localizado hacia el frente de playa, de este modo el proyecto dará inicio a por lo menos 15 metros por detrás del ecotono con matorral costero que delimita a la duna embrionaria. No habrá extracción y movimientos de arena dentro de la propiedad siendo</p>

**CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN
PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.**

que la palabra extracción define que el material sustraído no retorna a su condición o punto original (Def: *hace referencia al acto o proceso de remover algo de su lugar original, con un objetivo en particular*) y en este caso la arena será removida temporal, puntual y parcialmente con el motivo de hincado de las columnas (zapatas) pero no será extraída ni sufrirá relocalización.

Por otra parte el desarrollo del proyecto no incorpora la edificación de infraestructura en ninguna etapa pues no hay obras de ingeniería mayor y no proveerá servicios ni medios o soporte para la vida, siendo que el POEL OPB en su glosario de términos define infraestructura como: *Aquellas obras de ingeniería mayor que dan soporte a la movilidad y funcionamiento de las actividades productivas, haciendo posible la accesibilidad y vialidad del transporte, el saneamiento, encauzamiento y distribución de agua, la distribución de energía, las comunicaciones telefónicas, y todas las demás obras necesarias que sean parte integral del proyecto.*

Finalmente, en zona de playa y Zona Federal no habrá obras permanentes, únicamente temporales pilotadas, se calculó un remetimiento suficiente para que el proyecto no interfiera en la dinámica de colonización de rastreras y halófitas, dunas embriónicas y con el matorral costero presente en el lote.

Fundamentos usados para definir la duna y su tipo, fuente: Manual de Dunas Costeras del Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de España:

Influencia de la vegetación La arena es un buen medio para el crecimiento de determinadas plantas debido a su capacidad de retención de la humedad que tiene la arena. La vegetación juega un papel determinante en la formación del sistema dunar costero, especialmente en las zonas con humedad suficiente para su germinación y crecimiento. La presencia de la vegetación reduce el transporte sedimentario debido a que: 1) introduce una rugosidad mayor en la superficie, lo que disminuye el flujo del viento sobre la misma y 2) intercepta los granos en saltación y actúa como una superficie blanda que absorbe una gran cantidad de energía, favoreciendo la sedimentación. La colonización vegetal del campo dunar, representada por comunidades específicas, que se disponen en bandas paralelas al límite playa-duna, determinando la sedimentación en general y la formación de tipologías concretas de dunas, en particular, como los cordones dunares, montículos aislados, etc.

Influencia de la topografía de la zona terrestre adyacente a la playa (posplaya) Es necesaria una superficie de posplaya lo suficientemente amplia para albergar y permitir la mayor sedimentación posible. Los campos dunares costeros de mayores dimensiones ocupan áreas que reúnen este requisito; suelen representar zonas supramareales de playa con bermas amplias o relieves de ladera con pendientes suaves. En muchos casos, laderas más abruptas son capaces de contener dunas cuya sedimentación termina suavizando la pendiente inicial, siempre y cuando la tasa de sedimentación en la costa sea muy importante y los vientos adquieran una capacidad de transporte muy alta. En cualquier caso, este tipo de dunas ocupan áreas relativamente poco extensas...

Posición del nivel freático La posición del nivel freático que, en estas áreas tiende a

**CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN
PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.**

situarse muy superficialmente, condiciona la fijación del sedimento arenoso y su participación en el desarrollo de algún tipo de dunas, como las parabólicas en las que el amplio corredor plano entre los brazos sedimentarios es una superficie de no erosión ni sedimentación. También esta tabla freática impide que progrese la erosión por debajo, caso de las depresiones erosivas ("blowout") de tipo subcircular y alargado.

Grado de humedad propio del la zona costera El grado de humedad propio del borde costero por la influencia marina sobre el aire y el suelo, en este caso actuando sobre los granos sedimentarios, dotándose de incierto grado de cohesión. Se favorece la sedimentación definitiva de las arenas y condiciona el tipo de colonización vegetal.

En el lote 24 se ha determinado la existencia de dunas embrionarias hacia el frente de playa, en las cuales predominan las rastreras halófitas, la característica de la duna embrionaria es:

Duna embrionaria La primera línea de dunas en un sistema dunar progradante (que tiene una aportación neta de sedimento hacia la duna) corresponde a la duna más joven, denominada duna embrionaria. Esta duna está situada en una zona hostil a la vegetación debido a la alta salinidad, falta de humus y pH alcalino (8 – 9) debido a la presencia de fragmentos de conchas en la arena. Asimismo, es un ambiente muy seco, por el alto drenaje y la exposición al viento. Sólo algunas especies de hierbas muy especializadas pueden sobrevivir en este ambiente, por ejemplo, la *Agropyron junceiforme*. La cobertura vegetal es muy pequeña del orden del 20 %. Los oleajes de los temporales invernales pueden destruir estas proto-dunas, para volver a reconstruirse en los periodos de buen tiempo.

Al no haber antedunas (duna primaria), depresiones ni duna gris o duna secundaria dentro de los 100 metros de fondo de la propiedad se determina que es un sistema dunar progradante y su presencia es frontal; por este motivo se determinó que el punto ideal de edificación debe ser la porción central del lote, a por lo menos 39.42 ml de manera que se libra la ZOFEMAT, y la zona de dunas embrionarias, caracterizadas por vegetación rastrera halófitas.

PRM-25

En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (por ejemplo: casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.

VINCULACIÓN: En el lote 24 se determinó que no hay dunas primarias si no duna embrionaria frontal (progradante), la cual, atendiendo a la definición de el Manual de Restauración de Dunas Costeras publicado por el Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de España, se define como:

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	<p><u>Duna embrionaria</u> <i>La primera línea de dunas en un sistema dunar progradante (que tiene una aportación neta de sedimento hacia la duna) corresponde a la duna más joven, denominada duna embrionaria. Esta duna está situada en una zona hostil a la vegetación debido a la alta salinidad, falta de humus y pH alcalino (8 – 9) debido a la presencia de fragmentos de conchas en la arena. Asimismo, es un ambiente muy seco, por el alto drenaje y la exposición al viento. Sólo algunas especies de hierbas muy especializadas pueden sobrevivir en este ambiente. La cobertura vegetal es muy pequeña del orden del 20 %. Los oleajes de los temporales invernales pueden destruir estas proto-dunas, para volver a reconstruirse en los periodos de buen tiempo.</i></p> <p>Al no haber antedunas (duna primaria), depresiones ni duna gris o duna secundaria dentro de los 70 metros de fondo de la propiedad se determina que es un sistema dunar progradante y su presencia es frontal; por este motivo se determinó que el punto ideal de edificación debe ser la porción central del lote, a por lo menos 39.42 ml de manera que se libra la ZOFEMAT, y la zona de dunas embrionarias, caracterizadas por vegetación rastrera halófila. Mientras que, en la zona de playa no se prevén edificaciones permanentes, se plantea el armado de 3 palapas rústicas, hechas a base de materiales de la región, armadas únicamente con postes de madera hincados manualmente y techumbre de palma, con lo que se cumple con el criterio aún cuando no haya dunas primarias.</p>
PRM-26	<p>Los desarrollos turísticos deberán cumplir con los requisitos y especificaciones de edificación sustentable, así como las disposiciones legales y normativas; ambientales, urbanas, energéticas, de seguridad e higiene, protección civil, prevención del ruido, patrimonio histórico, artístico y cultural, accesibilidad y de construcción, locales y federales vigentes aplicables, tomando como base las especificaciones de la Guía de Planeación, Diseño y Construcción Sustentable del Caribe Mexicano (Guía MARTI), destacando el tomar en cuenta la intensidad de los vientos dominantes y de su ángulo de incidencia, así como los efectos de eventos meteorológicos extremos que demuestren y aseguren la permanencia de las dunas y la no erosión de las playas por esta infraestructura.</p> <p>VINCULACIÓN: Para el diseño arquitectónico del Proyecto, el equipo conformado por el Arquitecto y el DRO revisaron e incorporaron puntualmente los factores y lineamientos previstos en el capítulo 6, 7 y 8 de la Guía Martí, los factores de resistencia, torsión, empuje y estructurales previstos por el Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural del municipio de Othón P. Blanco y el Reglamento de Construcción del DF, el cumplimiento de Normas Técnicas en materia de instalaciones hidráulicas y sanitarias, la Norma Técnica Complementaria de Seguridad y Norma Técnica de Diseño por el Viento del municipio de Benito Juárez y de aplicación supletoria. Todos estos factores se incorporan en los cálculos de diseño y deberán ser validados previo a la construcción mediante el análisis del H. Ayuntamiento de OPB de los planos, especificaciones y memorias que sean entregadas en el expediente de la Lic. de Construcción.</p>
PRM-27	<p>Los proyectos que se realicen en la franja costera deberán adoptar prácticas y medidas de mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Climático.</p> <p>VINCULACIÓN: Para el diseño arquitectónico y de ejecución del Proyecto se incorporan medidas de bioclimatismo, helio diseño, confort y modificación del microclima destacando 4: El mantenimiento de al menos el 70% de la superficie del predio libre de</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	obras y como superficie permeable, labores de enriquecimiento del predio para propiciar sombra, percha para aves y colonización por especies endémicas y de alto valor; la creación de un buffer perimetral de barrera vegetal que no existe actualmente y la construcción por encima del suelo natural sobre pilotes de concreto (zapatas) aisladas; atendiendo entre otras a las especificaciones propuestas en el Capítulo 6 de la Guía Martí.
PRM-28	<p>Los proyectos de desarrollo deben identificar la ubicación y conformación de la duna embrionaria y duna primaria, a través de levantamientos topográficos específicos y de manera previa a su autorización en materia de Impacto Ambiental.</p> <p>VINCULACIÓN: Para la determinación de la existencia de niveles y curvas en el lote 24 se empleó levantamiento topográfico de precisión +/- 5mm con Estación Total Sokkia, georreferenciación, levantamiento de curvas de nivel <i>in situ</i> y análisis fotogramétrico, además de análisis bibliográficos que incluyen definiciones y descripciones de las dunas, sus tipos, modos de formación y características, como los contenidos en el Manual de Restauración de Dunas Costeras, publicado en Septiembre de 2007 por el Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de España.</p>
PRM-29	<p>En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, los promoventes deberán coordinarse con las autoridades competentes en la materia para coadyuvar en el <i>Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya</i>. El programa habrá de contener como mínimo:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) un estudio de línea base del humedal; b) la delimitación georreferenciada del manglar; c) en su caso, las estrategias de conservación a aplicar; d) en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; e) en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; f) y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación. <p>Este programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.</p> <p>VINCULACIÓN: Dentro del lote 24 no existen total o parcialmente comunidades de manglar.</p>
PRM-30	<p>Para mitigar el efecto de las inundaciones derivadas del Cambio Climático:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe mantener la dinámica natural de las descargas, desfuegos temporales, marejadas, olas regulares, olas de tormenta y flujos subterráneos. - No se deberá obstruir el flujo del agua. - No se deberá obstruir la depositación de arena y formación de dunas. - Se deberá mantener la vegetación nativa en buenas condiciones. - Se deberán distribuir las construcciones en las zonas menos expuestas. - Se deberá mantener los sistemas naturales de protección costera (duna, arrecifes y manglares). - Construir edificaciones elevadas por encima de la cota de inundación. - No perturbar las pendientes del terreno y la vegetación para no aumentar la escorrentía. - Se construirá sobre pilotes tipo palafito, en la duna costera, zonas inundables o propensas a inundación. <p>VINCULACIÓN: En el planteamiento, diseño y desarrollo del proyecto se respeta cada uno de estos lineamientos: no se obstruye por motivo de las edificaciones el flujo de</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
	agua, no se interfiere con la dinámica de depositación de arena y formación de dunas pues no se interfiere con esa zona; no hay abundancia ni representación suficiente de vegetación por lo que se enriquecerá el predio y se crearán barreras vegetales, el remetimiento de la vivienda con respecto a la pleamar y la zona de rompiente mareal es seguro, la vivienda se edificará por encima del suelo natural además de atendiendo a edificar sobre postes estructurales (zapatas) a más de 2.5 ml del nivel máximo del mar en la pleamar; no se construye sobre duna, zonas inundables y/o propensas a inundación y en zona de playa se arma únicamente palapas rústicas con postes y techumbre, sin piso, cimientos ni paredes.
PRM-31	Los manglares podrán recibir las descargas derivadas del tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal, deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas. VINCULACIÓN: No habrá vertimientos de aguas residuales tratadas a zona de manglar en ninguna etapa.

La ejecución del proyecto " Casa de Sueños" es concordante y cumple con todos y cada uno de los criterios que le aplican conforme al POEL vigente.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**

De conformidad con éste instrumento, a la zona en que se ubica el Proyecto "Casa de Sueños" le corresponde la aplicación de los Criterios Ambientales específicos descritos para la UGA 156, además de los Criterios de aplicación General y los Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas mismos que son listados a continuación:

Tipo de UGA	Regional	
Nombre:	Costa maya	
Municipio:	Othón P. Blanco	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	950 Habitantes	
Superficie:	79,849.904 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:		

Acciones Específicas para la UGA- 156							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-077	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-078	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA		
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA		
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA		
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA		
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA		
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA		
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA		
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA		
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA		
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA		
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA		
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA		
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA		

A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA		
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA		
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA		
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA		
A-020	NA	A-046	NA	A-072	APLICA		
A-021	NA	A-047	NA	A-073	NA		
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA		
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	APLICA		
NA-No Aplica							

NA = NO APLICA

Vinculación del proyecto con los Criterios Específicos del **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

Tabla de Acciones Generales

Clave	Acciones Generales
G001	<p>Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.</p> <p>Vinculación: Para la construcción y operación de la vivienda no se requiere extraer agua de cuerpos superficiales y/o subterráneas, el agua que será usada en todas las etapas del proyecto provendrá de cisternas (temporales durante la etapa de construcción) abastecidas con captación pluvial o llenadas con pipas, las aguas una vez usadas serán adecuadamente tratadas por un sistema de tratamiento conformado por un biodigestor, una microplanta MUTAR y canalizado el efluente a HAFV para el tratamiento terciario de efluente tratado que permita el reuso en riego por infiltración.</p>
G002	<p>Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</p> <p>Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, en este caso de la CONAGUA.</p>
G003	<p>Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.</p> <p>Vinculación: No aplica, en el predio del Proyecto no se realizarán acciones tendientes al aprovechamiento y manejo de los recursos naturales; no se comercializan especies.</p>
G004	<p>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).</p> <p>Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, en este caso de la CONANP y PROFEPA.</p>
G005	<p>Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.</p> <p>Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, principalmente de SAGARPA y particulares interesados en la reproducción de especies de flora, que no es el caso.</p>

G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Vinculación: No aplica, en el proyecto no se usan equipos que emitan gases de efecto invernadero.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono. Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, principalmente del INE, LA SEMARNAT, HACIENDA.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente. Vinculación: No aplica, no se emplean ni se emplearán organismos genéticamente modificados en ninguna etapa.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat. Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, de paraestatales y empresas afines, particularmente de SCT, TELMEX, CAPA, CONAGUA, CFE entre otros, el proyecto en cuestión no implica la edificación de infraestructura básica y/o de servicios.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales. Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, particularmente de CONANP, CONAFOR, SAGARPA y SEMARNAT.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas. Vinculación: La operación del proyecto contempla la realización de medidas de prevención, control y compensación de los impactos producidos durante las etapas previas, así como la etapa de operación; al igual que medidas de compensación en beneficio del manglar, playas y ecosistemas sensibles de la zona.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental. Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, tanto de nivel municipal, como estatal y federal.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas. Vinculación: En la operación del proyecto se hará uso de especies promovidas por la CONABIO para las zonas costeras del Mar Caribe, sin permitir la inclusión de especímenes invasores ó exóticos que no tengan su capacidad de reproducción suprimida.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos. Vinculación: El proyecto colinda con Mar Caribe, no tiene colindancia con márgenes de ríos.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos. Vinculación: No aplica, esta es una acción gubernamental, particularmente del municipio a través de la regulación de los usos de suelo que establecen los PDU's y las Licencias de Construcción, así como de la Federación a través de los Ordenamientos Ecológicos y sus políticas ambientales; en este caso el Proyecto es concordante con los instrumentos vigentes.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región. Vinculación: No aplica, no se cuenta como montañas en el área del proyecto.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%. Vinculación: No aplica, en la zona no hay pendientes mayores de 50° ni de desarrollarán

	<p>actividades agrícolas, además de ser una acción que corresponde al Gobierno en el diseño de sus planes de ordenamiento del territorio y desarrollo urbano.</p>
G018	<p>Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables. Vinculación: Dentro del predio no hay cauces naturales por lo que no se requiere su consolidación.</p>
G019	<p>Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos. Vinculación: No aplica, esta es una acción del gobierno Municipal. Adicionalmente el lote 24 no se encuentra dentro del polígono de algún PDU decretado o vigente.</p>
G020	<p>Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos. Vinculación: Dentro del lote no se cuenta con riberas de ríos ni zonas inundables.</p>
G021	<p>Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas. Vinculación: No aplica, en el proyecto no se produce ningún servicio o producto ni se extraen alimentos, productos y/o bienes del ambiente. Así mismo el proyecto no plantea en ninguna etapa procesos extractivos con respecto al ecosistema.</p>
G022	<p>Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas. Vinculación: No aplica, en el proyecto no se produce ningún servicio o producto ni se extraen alimentos, productos y/o bienes del ambiente. Así mismo el proyecto no plantea en ninguna etapa procesos de producción extensivos con respecto al ecosistema.</p>
G023	<p>Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas. Vinculación: En el polígono del proyecto se coadyuvará con la Autoridad en la erradicación de los especímenes listados en los anexos del POEL OPB, como son la <i>Casuarina equisetifolia</i>, <i>Terminalia cattapa</i> que pudieran detectarse cercanos a la zona de desarrollo, entre otras que la autoridad determine.</p>
G024	<p>Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático. Vinculación: En el predio del proyecto la cobertura vegetal tiene una baja diversidad florística y se identificaron por lo menos 2 especies oportunistas (una invasora (pasto salado) y una parásita (bejuco de playa) y por ello se establecen medidas adicionales para enriquecer la flora del sitio incorporando especies propias de duna costera y con la creación de barreras vegetales; no obstante los suelos pues en esta franja los suelos son arenosos y no vegetales, con pobre contenido de materia orgánica por lo que la restauración de suelos no es viable; sin embargo si se plantea un enriquecimiento y forestación con especies propias de la zona costera.</p>
G025	<p>Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas. Vinculación: En el proyecto se privilegiará la jardinería y conservación con especies de ornato y algunas propias de duna costera como son la palma chit, <i>scaveola</i>, lirio de playa y uva de mar que son las propias de esta franja costera.</p>
G026	<p>Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación). Vinculación: No aplica, el proyecto no implica acciones de monitoreo ambiental de la región costera general y/o la creación de políticas tendientes al establecimiento de usos de suelo y conservación; estas acciones dependen de políticas gubernamentales en las que ciertamente</p>

	los particulares deben colaborar pero no establecerlas; le corresponde a la SEMARNAT, CONANP, CONAFOR entre otras realizar estas investigaciones y generar la información.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil. Vinculación: En el sitio del proyecto se cuenta con dotación por parte de la CFE por lo que no se ha planteado una generación alterna. La promoción de incentivos fiscales y económicos para que los particulares inviertan en tecnologías de generación que empleen combustibles no fósiles le compete a la Autoridad.
G028	Promover el uso de energías renovables. Vinculación: La promoción de incentivos fiscales y económicos para que los particulares inviertan en tecnologías de generación que empleen energías renovables le compete a la Autoridad.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía. Vinculación: En la vivienda se contará con el mínimo de enseres que requieran energía y serán de bajo consumo y alta eficiencia, algunos de ellos abastecidos con Gas LP lo cual es una tecnología limpia y eficiente.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes. Vinculación: Le corresponde a la SENER crear y fomentar estas políticas.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global. Vinculación: Se hará uso exclusivo de combustibles limpios, en esta caso del Gas LP.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno. Vinculación: Le corresponde a la SENER crear y fomentar estas políticas.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias. Vinculación: Le corresponde a las Autoridades Estatales y Federales la investigación y desarrollo de tecnologías limpias, así como su fomento para el empleo por particulares.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias. Vinculación: En la operación del Proyecto se fomenta un consumo reducido de energía mediante el empleo de aparatos y tecnologías de bajo consumo, modelos y marcas de alta eficiencia y diseño arquitectónico calculado con factores de heliodinámica y heliodiseño.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes. Vinculación: En el diseño de la vivienda se consideraron factores de heliodiseño y aislamiento para efficientar la refrigeración interior y bajar el consumo energético, además de considerar equipos eficientes y de bajo consumo.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes. Vinculación: No aplica, en el sitio del proyecto no se cuenta con 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. Vinculación: No aplica, el proyecto no está vinculado a la producción de cultivos, además que dichos análisis le competen a las Autoridades Federales.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono. Vinculación: Los suelos arenosos localizados en el sitio del proyecto son pobres en materia orgánica por lo que su participación en la captura y fijación de carbono es despreciable.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.

	Vinculación: No aplica, este criterio hace referencia a las políticas ambientales que deben ser competencia gubernamental.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental. Vinculación: No aplica, es competencia de la PROFEPA fomentar la participación, además de no tratarse de una industria.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios. Vinculación: No aplica, es competencia de los municipios contar con actualizados y adecuados Programas de Desarrollo Urbanos.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados. Vinculación: No aplica, es competencia de la SEMARNAT.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable. Vinculación: No aplica, el proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras. Vinculación: No aplica, el proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales. Vinculación: No aplica, es competencia de los 3 niveles de gobierno.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte. Vinculación: No aplica, el proyecto no está relacionado con actividades de transporte o construcción de infraestructura.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas. Vinculación: No aplica, el proyecto no está relacionado con actividades productivas en su modalidad de generación y/o operación si no solo en el consumo de productos básicos y primarios.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales. Vinculación: No aplica, es competencia de las dependencias de Protección Civil de los 3 niveles de gobierno. El promovente acatará lo relativo a las políticas y medidas que las instituciones correspondientes señalen.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil. Vinculación: No aplica, los comités de protección civil son competencia de los tres niveles de gobierno.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos. Vinculación: Los reglamentos de construcción, análisis y autorizaciones en materia de construcción son competencia del Gobierno Municipal, por lo cual la Licencia de construcción se tramitará ante el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, por lo que con su autorización se validará que cumple con los Reglamentos de Construcción, los cuales incluyen el diseño y la resistencia que deben tener la viviendas en zona de fenómenos hidrometeorológicos.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.

	<p>Vinculación: En el sitio del proyecto los habitantes realizarán acciones de minimización de residuos, reuso, separación y traslado a disposición final cuando no pase el camión de recoja, todo esto por cuenta propia, lo cual comprueba que son conscientes sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos, aún cuando es una competencia del Municipio el realizar campañas y dotar de la infraestructura necesaria para este fin pues es un impuesto que está incluido en el impuesto predial.</p>
G052	<p>Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).</p> <p>Vinculación: En el sitio del proyecto se llevarán a cabo, periódicamente, actividades de limpieza, principalmente de residuos que recalcan a la costa, estos serán separados y enviados a disposición final por parte de los promoventes, o bien reciclados y vendidos por el vigilante de la propiedad.</p>
G053	<p>Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.</p> <p>Vinculación: Se contará con un biodigestor y un Planta de Tratamiento de Aguas Residuales complementados por dos cepas de HAFV que permita el reuso seguro del agua tratada en acciones como el riego por infiltración.</p>
G054	<p>Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.</p> <p>Vinculación: No aplica, en el sitio del proyecto no se llevan a cabo actividades industriales.</p>
G055	<p>La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p> <p>Vinculación: Simultáneamente a este estudio se somete a evaluación el ETJ para el CUS, el cual se ajusta a los supuestos de la LGDFS.</p>
G056	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, en el sitio no se prevé sitios de disposición final de residuos sólidos, además que a los particulares no les corresponde promover e impulsar este tipo de obras, es competencia de los Municipios.</p>
G057	<p>Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.</p> <p>Vinculación: No aplica, este tipo de estudios e investigaciones son competencia de las autoridades de salud y ambientales, no de los particulares.</p>
G058	<p>La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.</p> <p>Vinculación: No aplica, en el proyecto no se gestionan, manejan o acopian residuos peligrosos.</p>
G059	<p>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.</p> <p>Vinculación: El polígono de desarrollo del Proyecto no se encuentra contenido en un polígono en el que aplique un Decreto de ANP sea Estatal o Federal.</p>
G060	<p>Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.</p> <p>Vinculación: En el desarrollo del proyecto no se prevé en ninguna etapa la edificación de infraestructura, siendo que por definición infraestructura se refiere a las edificaciones necesarias para la prestación de servicios. En este caso no habrá obras dentro de la zona marina por lo que como resultado de la ejecución del proyecto no se afectará vegetación acuática sumergida.</p>

G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino. Vinculación: En el sitio del proyecto no se prevé la edificación de infraestructura costera que pueda afectar el ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo. Vinculación: No aplica, en el sitio del proyecto no se prevé de nuevo la práctica de actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos. Vinculación: No aplica, no es la atribución de un particular promover Ordenamientos, máxime cuando no se practican actividades pesqueras y/o acuícolas en el sitio.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables. Vinculación: No aplica, no está dentro de las obras consideradas para el proyecto la ejecución de este tipo de infraestructura.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva. Vinculación: El Polígono de interés no se localiza dentro de un ANP.

CrITERIOS de Aplicación Específica a la UGA 156

Clave	Acciones Específicas
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas. Vinculación: No aplica, el proyecto no está relacionado a la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas, debe ser una acción de SAGARPA y las autoridades de Salud.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas. Vinculación: No aplica, el proyecto no está relacionado a la capacitación para el manejo de agroquímicos y pesticidas, debe ser una acción de SAGARPA y las autoridades de Salud.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales. Vinculación: No aplica, en el predio no se practican actividades forestales ni agropecuarias, además de que no se cuenta con suelos vegetales, el sustrato es arenoso y por ello no se aplicarán o adicionarán fertilizantes y/o suelos, para no modificar las condiciones fisicoquímicas del suelo. Sólo se usarán estas sustancias de ser necesario en macetas.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma. Vinculación: En la vivienda se empleará la captación de agua pluvial, la cual será almacenada en una cisterna bajo la edificación de donde será distribuida, el agua se usará y posteriormente se canaliza a un biodigestor y/o a una microplanta de tratamiento que serán complementados por dos cepas de HAFV para el reuso seguro del agua, se trata de un ciclo cerrado en el que las pérdidas se dan por evaporación hasta el momento del riego en el reuso, no obstante el agua no proviene del acuífero del sitio sino de las baterías de pozos de dotación de la CAPA por lo que no induce pérdidas locales; al interior de la distribución se dará un mantenimiento continuo por lo que no habrá fugas o bien serán detectadas de inmediato; además de que no

	se cuenta con red de agua potable por lo que la reducción en pérdidas no aplica al estarse empleando agua pluvial y no de la red.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises. Vinculación: En el proyecto se captará y almacenará el agua pluvial y se reusa posterior a su tratamiento.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales. Vinculación: En el proyecto se realizarán acciones tendientes a la conservación, mantenimiento y restauración de los ecosistemas, dentro del mismo predio se establecerán áreas de enriquecimiento para conservación.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación. Vinculación: Debido a que la costa en esta zona es muy somera, en el área del proyecto no se cuenta con registros de arribazón de tortugas marinas, no obstante, en caso de presentarse un avistamiento se dará parte a la SEMARNAT para que implemente las actividades adecuadas.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. Vinculación: En el área del proyecto no se cuenta con registros de arribazón de tortugas marinas, no obstante, en caso de presentarse un avistamiento se dará parte a la SEMARNAT para que implemente las actividades adecuadas.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas. Vinculación: No aplica, es función de las autoridades promover apoyos económicos para la conservación.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria. Vinculación: En el área del proyecto actualmente no se realizan actividades agropecuarias; no obstante será enriquecido con plantas propias de duna costera.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales. Vinculación: En la franja costera en que se asienta el lote históricamente han habido grandes afectaciones a causa de fenómenos hidrometeorológicos, además ocasionalmente se han llevado a cabo actividades de aprovechamiento y por ello no hay presencia de cobertura vegetal original; en todo caso hay presencia aparente de dunas embrionarias en el frente hacia la pleamar y posteriormente la zona es una planicie que va subiendo gradual y linealmente conforme se adentra al continente; por ello y por la topografía propia de la franja, que es plana sin hundimientos o pendientes pronunciadas, lo cual influye grandemente en los procesos de acumulación, no hay dunas estratificadas o primarias, de tal manera que para proteger la zona frontal y la conformación de dunas embrionarias la ubicación de las obras se ha planteado atendiendo a otros criterios como es el remetimiento de 10 metros a partir del límite de la ZOFEMAT e incrementándolo para mayor protección, con lo que quedan 39.42 metros entre las obras y la pleamar.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo. Vinculación: En el proyecto no se realizan actividades marítimas ni pesqueras que puedan representar un riesgo por especies invasoras.

A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica. Vinculación: La instrumentación de acciones y campañas le competen a los 3 niveles de Gobierno. El particular coopera en la conservación y mantenimiento de la porción con vegetación de manglar que se localiza dentro única y exclusivamente de su propiedad privada.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO. Vinculación: En el predio se protege la zona de playa para favorecer la formación de dunas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO. Vinculación: El establecimiento de estas zonificaciones y políticas ambientales le corresponde a la Autoridad.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas. Vinculación: Corresponde a la CONAFOR y SEMARNAT el impulso de estos programas.
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). Vinculación: Estas acciones corresponden a la Autoridad, particularmente a la CONABIO y la SEMARNAT.
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. Vinculación: En el proyecto se llevan a cabo programas de reducción, reuso y disposición final de residuos basados en la LGPGIR.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos. Vinculación: No se emplean hidrocarburos en el sitio del proyecto salvo por el caso de la operación de la planta de emergencia y en situaciones excepcionales, en ese caso se encontrarán confinados en una zona de bodega en el estacionamiento con piso impermeable.
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. Vinculación: En el área del proyecto no se realizan actividades que estén presentes en los listados de actividades riesgosas.
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. Vinculación: El proyecto no constituye una actividad industrial o relacionada a los automotores, así como tampoco emite gases de efecto invernadero.
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. Vinculación: No se generan o manejan residuos industriales y/o peligrosos; además que estas acciones le corresponde a la Autoridad emprenderlas, particularmente a la SEMARNAT.

A026	<p>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.</p> <p>Vinculación: En el proyecto no se realizan actividades industriales.</p>
A027	<p>Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.</p> <p>Vinculación: En el proyecto no se cuenta ni se prevén obras de infraestructura en la playa, se prevén obras temporales rústicas en la zona de playa como son tres palapas pilotadas con techumbre de palma por lo que no encuadran en la definición de infraestructura.</p>
A028	<p>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.</p> <p>Vinculación: A pesar de que no hay presencia de dunas primarias o secundarias en el sitio entre las obras propuestas y la pleamar se respeta una distancia de por lo menos 39.42 ml del límite de la pleamar, en una zona donde no hay existencia de cordón de dunas estratificado.</p>
A029	<p>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.</p> <p>Vinculación: No hay obras en la zona de playa que por sus características o ubicación propicien modificaciones al perfil de costa.</p>
A030	<p>Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.</p> <p>Vinculación: No hay obras en la zona de playa que por sus características o ubicación propicien modificaciones al perfil de costa.</p>
A031	<p>Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.</p> <p>Vinculación: Dentro de la propiedad de interés y en su sistema ambiental no hay lagunas costeras ya que por definición una laguna costera es un cuerpo de agua con un eje longitudinal paralelo a la costa que tiene comunicación con el mar (a través de una boca o un canal) y limitada por algún tipo de barrera física o hidrodinámica y, este tipo de sistema no se presenta en el predio de estudio.</p>
A032	<p>Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.</p> <p>Vinculación: En el predio del Proyecto Casa de Sueños no se llevan o se llevarán a cabo actividades de excavación, relleno, obras y/o aporte de sustancias o materiales que puedan alterar las características naturales, físicas y químicas de las playas.</p>
A033	<p>Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.</p> <p>Vinculación: En el predio del Proyecto no se hace uso de energía eólica puesto que se cuenta con acometida de CFE.</p>
A037	<p>Promover la generación energética por medio de energía solar.</p> <p>Vinculación: Por el momento la energía primaria provendrá de la acometida de la CFE, en un futuro cercano si hubiesen incentivos económicos, ya que los sistemas solares son muy caros, se podría solventar parte del consumo con un sistema híbrido.</p>
A038	<p>Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</p>

	<p>Vinculación: En el sitio del proyecto no se realizan actividades agrícolas en la actualidad por lo que no hay generación de este tipo de residuos, independientemente de que no se cuenta con la tecnología para generar energía a partir de los mismos y de que es labor de las Autoridades Federales el fomento de tecnologías para la generación de energía, máxime si el fin es controlar los incendios forestales.</p>
A039	<p>Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</p> <p>Vinculación: En las áreas verdes y de conservación del proyecto no se emplearán ningún tipo de agroquímicos, sean sintéticos u orgánicos, no se permitirá adicionar sustancias al sustrato natural.</p>
A040	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, no se realizan actividades de pesca extractiva.</p>
A044	<p>Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.</p> <p>Vinculación: No aplica, no se realizan actividades de pesca comercial.</p>
A048	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, el proyecto no contempla actividades pesqueras.</p>
A049	<p>Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas son atribuciones correspondientes a los 3 niveles de gobierno.</p>
A050	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas son atribuciones de los 3 niveles de gobierno.</p>
A051	<p>Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.</p> <p>Vinculación: No aplica, el proyecto no prevé la construcción de caminos de ningún tipo.</p>
A052	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, el proyecto no contempla ningún tipo de actividad tendiente a la agricultura o ganadería.</p>
A053	<p>Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.</p> <p>Vinculación: El proyecto no contempla el desarrollo de actividades productivas de ningún tipo.</p>
A054	<p>Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.</p> <p>Vinculación: El proyecto contempla el uso de tecnologías que reducen el impacto ambiental, como lo es la instalación de una planta de tratamiento, biodigestor y humedales artificiales para tratar las aguas residuales orientadas a minimizar el impacto ambiental y favorecer la sostenibilidad del sitio.</p>
A055	<p>Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.</p> <p>Vinculación: No aplica, esto es atribución de las distintas instituciones del gobierno, no obstante, en el proyecto no se contempla actividades relacionadas a la producción agropecuaria.</p>
A056	<p>Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.</p> <p>Vinculación: No aplica, el proyecto no contempla actividades relacionadas con la agricultura.</p>

A057	<p>Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.</p> <p>Vinculación: No aplica, siendo que el proyecto no se considera un establecimiento de zona urbana, únicamente corresponde a la edificación y operación de una sola vivienda; adicionalmente se ubica donde los instrumentos vigentes lo hacen permisible.</p>
A058	<p>Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas son acciones de las autoridades gubernamentales.</p>
A059	<p>Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones le corresponden a las autoridades gubernamentales.</p>
A060	<p>Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son atribuciones de las autoridades gubernamentales.</p>
A061	<p>Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son atribuciones de las autoridades gubernamentales.</p>
A062	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son atribuciones de las autoridades gubernamentales. No obstante, el proyecto no genera residuos peligrosos y de manejo especial.</p>
A063	<p>Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son atribuciones de las autoridades gubernamentales. El proyecto contempla su propio sistema de tratamiento de aguas residuales.</p>
A064	<p>Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son atribuciones de las autoridades gubernamentales. No obstante, en el sitio del proyecto no se cuenta con este servicio, es por eso que el proyecto contempla su propio sistema de tratamiento.</p>
A065	<p>Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son atribuciones de las autoridades gubernamentales.</p>
A066	<p>Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.</p> <p>Vinculación: El proyecto contempla el tratamiento terciario de las aguas residuales mediante la instalación de dos cepas de humedal artificial de flujo vertical cuyo influente se encontrará conectado a la planta de tratamiento y al biodigestor.</p>
A067	<p>Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.</p> <p>Vinculación: El proyecto contempla la captación de agua pluvial, para lo cual contará con una cisterna de con capacidad de 35.00 m³ bajo la vivienda y un tinaco que hará las veces de cisterna.</p>
A068	<p>Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.</p> <p>Vinculación: El proyecto contará con un programa de manejo integral de los residuos sólidos municipales generados por el proyecto. En la operación del proyecto no se contempla la generación de residuos peligrosos y de manejo especial.</p>

A069	<p>Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.</p> <p>Vinculación: El proyecto contará con un programa de manejo integral de los residuos sólidos municipales generados por el proyecto, por lo que en ningún momento estos serán dispuestos al mar.</p>
A070	<p>Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son competencia de las autoridades gubernamentales. El proyecto cuenta con un programa de manejo integral de los residuos sólidos urbanos, mismo que será implementado en todas las etapas del proyecto.</p>
A071	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones son competencia de las autoridades gubernamentales.</p>
A072	<p>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.</p> <p>Vinculación: No aplica, ya que el proyecto no corresponde a un desarrollo turístico o en el que se vayan a ofrecer servicios turísticos de ningún tipo.</p>
A073	<p>Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.</p> <p>Vinculación: No aplica, estas acciones corresponden a las autoridades gubernamentales. El proyecto no tiene relación con infraestructura portuaria así como tampoco con servicios de turismo.</p>
A074	<p>Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.</p> <p>Vinculación: No aplica, el proyecto no tiene relación con infraestructura portuaria así como tampoco con servicios de turismo.</p>

Por otra parte, de manera adicional a los criterios particulares a la UGA en comento, por su ubicación, a la zona de interés también le corresponde la aplicación de las Acciones y Criterios de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe, zonificación que no posee UGA's pero si un listado de acciones, las cuales se vinculan a continuación:

Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas

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

un espacio en el cual se deben promover un conjunto extra de acciones que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

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

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

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

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

Clave Criterio de Regulación Ecológica

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

VINCULACIÓN: Ninguna de las obras y/o actividades del proyecto penetra en el Mar Caribe.

ZMC-02 Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

VINCULACIÓN: No habrá obras dentro de la zona marina.

ZMC-03 Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

VINCULACIÓN: En el proyecto de interés no hay el planteamiento de investigación de fauna *per se*, sin embargo, el promovente es una persona con alta conciencia ambiental y por ello ha previsto involucrarse personalmente en las acciones de conservación y preservación que promueva la Autoridad en la zona, buscando pertenecer a alguna red de monitoreo que ayude a rescatar animales que pudieran encontrarse afectados o en situación de estrés y ayudando a llevarlos a zonas seguras donde se garantice su supervivencia, siempre dando parte a las autoridades que actúan en la zona.

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

VINCULACIÓN: No se requieren puntos de anclaje para el desarrollo del proyecto y las obras que implica.

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

VINCULACIÓN: No se pretende en ninguna etapa intervenir en el sistema arrecifal o algún otro sistema representativo, en este caso no hay manglar dentro del predio pero sí cercano al límite Oeste del predio, sin embargo, por Ley no se puede recolectar, remover o trasplantar el manglar ya que el 60 TER no lo permite, por lo que se colocará un letrero que indique la restricción en esa zona pero sin poder ir más allá por ser terrenos fuera de la propiedad, se indicará que la zona debe ser para conservación y se podrá apoyar con vigilancia y mantenimiento de los linderos pero sin intervenir a los especímenes presentes de flora bajo estatus de protección.

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

VINCULACIÓN: No se prevé la instalación de estructuras promotoras de playa en el proyecto.

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

VINCULACIÓN: Dentro de la zona marina y en la zona de playas no habrá ninguna actividad o acción que requiera del empleo de hidrocarburos ya que no se manejan embarcaciones en el proyecto. Respecto de los químicos se ha establecido que no se permite su empleo en suelos y vegetación natural y en general en el exterior de la vivienda, para evitar derrames o fugas que puedan alterar los parámetros físico químicos del suelo y agua.

ZMC-08 Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.

VINCULACIÓN: En el predio de interés no se ofertan ni promueven actividades recreativas marinas; además no se ha registrado arribazón de tortugas en el área.

ZMC-09 Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.

VINCULACIÓN: Como resultado de las actividades de construcción y operación del proyecto no se afectarán las comunidades arrecifales pues no se llevan a cabo, ofertan o promueven actividades recreativas, marinas o turísticas; las actividades que se llevarán a cabo son propias de una familia en retiro como son nado, asoleadero y contemplación y estas se realizan en un buffer de 50 metros de la pleamar; en esta zona no hay barrera arrecifal frontal inmediata al sitio.

ZMC-10 Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.

VINCULACIÓN: En el sitio del proyecto no se desarrollan, promueven u ofertan actividades náuticas, además que las Normas ambientales y su difusión son competencia de la autoridad federal.

ZMC-11 Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.

VINCULACIÓN: El proyecto no implica ni requiere obras de canalización y/o dragado en ninguna etapa.

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

VINCULACIÓN: En el desarrollo y ampliación del proyecto no se requiere de muelles de gran tamaño ni de ningún otro tipo.

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

VINCULACIÓN: No se realizan ni promueven actividades de pesca deportiva o comercial en el sitio de interés.

ZMC-14 Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar

Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

VINCULACIÓN: En la región donde se ubica el lote 24 no hay un decreto de creación de ANP, además de el proyecto cumple con los criterios del POEL vigente, el cual establece las adecuadas políticas y estrategias de control

- **DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.**

No aplica por no haber obras dentro del Polígono de aplicación de la Declaratoria del ANP.

- **Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales.**

La Fracción 24, lote13/23, del predio San José no se encuentra contenido dentro de ningún Plan y/o Programa de Desarrollo Urbano Estatal o Municipal vigente al momento de elaboración del presente estudio.

- **Leyes.**

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

De conformidad con el Título I, Capítulo IV, Sección V, Artículo 28° de ésta Ley, es competencia de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la evaluación, en materia de Impacto Ambiental, de las 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 y, dado que el Proyecto que se prevé realizar en la zona encuadra con los incisos IX, X y XI de éste artículo es competencia de la Federación su evaluación y aprobación; por ello la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular.

Así mismo, ésta Ley establece diversos instrumentos y reglamentación para el manejo y control de emisiones de residuos y/o contaminación, mismos que a continuación se desglosan por rubro, considerando únicamente los que mayor relevancia tienen para el proyecto descrito:

Contaminación del Suelo.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Título Cuarto, Capítulo IV) en materia de Protección al Ambiente establece que para la prevención y control de la contaminación del suelo, deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos. Asimismo, es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.

La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y en los suelos contaminados por la presencia

de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Contaminación del agua.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Título Cuarto, Capítulo III) en materia de Protección al Ambiente establece que para la prevención y control de la contaminación del agua se consideren los siguientes criterios:

- Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en mar de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.
- Artículo 123. Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales.

Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.

Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. (LEEPA)

La LEEPA tiene normados en los artículos que la componen los siguientes rubros que deberán ser cumplimentados satisfactoriamente durante todas las etapas del Proyecto.

Emisiones a la atmósfera.

La Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (Título Quinto, Capítulo 1) en materia de Protección al Ambiente, establece que para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se consideren los siguientes criterios:

- Artículo 103. Se prohíbe emitir a la atmósfera, contaminantes tales como humo, polvos, gases, vapores y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos a las normas técnicas ecológicas que se expidan y demás disposiciones locales aplicables.
- Artículo 104. Las fuentes fijas generadoras de emisiones a la atmósfera deberán obtener ante la autoridad competente la licencia de funcionamiento de contaminantes
- Artículo 106. El Estado y los Municipios, dentro de su respectiva competencia llevarán a cabo acciones para prevenir la contaminación

Agua y ecosistemas acuáticos

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (Título Quinto, Capítulo IV) en materia de Protección al Ambiente establece que:

- Artículo 119. Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideren los siguientes criterios:
 - a) La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas de la entidad;
 - b) Corresponde a toda sociedad prevenir la contaminación de los mares, ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de aguas del subsuelo;
 - c) El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de contaminarla, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, ya sea para su reuso o para su utilización en actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Otras Leyes Federales y Estatales aplicables al Proyecto:

LEYES Y REGLAMENTO DE OBSERVANCIA EN EL ORDENAMIENTO			
Ámbito	Clave	Título de la Norma	Publicada en DOF/ PO
FEDERAL	Ley General de Asentamientos Humanos	a) Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas y de los municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional. B) Fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. C) Definir los principios para determinar las provisiones, reservas, usos y destinos de áreas y predios que regulen la propiedad en los centros de población, y d) Determinar las bases para la participación social en materia de asentamientos humanos.	21-Jul-93
FEDERAL	Reglamento para el uso y aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar	Uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.	21-Ago-91

FEDERAL	Ley Federal De Turismo	I. Programar la actividad turística; II. Elevar el nivel de vida económico, social y cultural de los habitantes en las entidades federativas y municipios con afluencia turística; III. Establecer la coordinación con las entidades federativas y los municipios, para la aplicación y cumplimiento de los objetivos de esta Ley; IV. Determinar los mecanismos necesarios para la creación, conservación, mejoramiento, protección, promoción y aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos nacionales, preservando el equilibrio ecológico y social de los lugares de que se trate; V. Orientar y auxiliar a los turistas nacionales y extranjeros; VI. Optimizar la calidad de los servicios turísticos; VII. Fomentar la inversión en esta materia, de capitales nacionales y extranjeros; VIII. Propiciar los mecanismos para la participación del sector privado y social en el cumplimiento de los objetivos de esta Ley; y IX. Promover el turismo social, así como fortalecer el patrimonio histórico y cultural de cada región del país. X. Garantizar a las personas con discapacidad la igualdad de oportunidades dentro de los programas de desarrollo del sector turismo.	31-Dic-92
FEDERAL	Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.	28-Ene-88
ESTATAL	Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo	I. La conservación y restauración de los ecosistemas a su forma natural. II. El cuidado y protección de los mares, costas, lagunas, manglares, cenotes, ríos, selvas y faunas silvestre y marina. III. El ordenamiento ecológico local. IV. La protección de las áreas naturales de la entidad y el aprovechamiento racional de sus elementos naturales, de manera que la obtención de los beneficios económicos, sean congruentes con el equilibrio de los ecosistemas. V. La prevención y control de la contaminación del aire, del agua y del ambiente urbano. VI. Los principios de la Política Ecológica Estatal y la regulación de la forma y términos de su aplicación. VII. La concurrencia del Estado y de los Municipios en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en zonas y bienes de jurisdicción estatal. VIII. La coordinación entre las diversas dependencias y entidades de los Gobiernos Municipales y esta tal, así como la participación de la Sociedad Civil en las materias que regula este ordenamiento.	29-Jun-01

ESTATAL	Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo	I. Establecer las normas conforme a las cuales el estado y los municipios participarán en el ordenamiento y regulación de los asentamientos humanos; II. Definir las normas conforme a las cuales el estado y los municipios concurrirán, en el ámbito de sus respectivas competencias, en el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y en el desarrollo urbano sustentable de los centros de población. III. Determinar los principios generales para la participación social en la planeación y gestión urbanas, y IV. Regular los instrumentos para promover y apoyar que las familias tengan acceso a una vivienda digna y decorosa.	15-Jun-98
ESTATAL	Ley de Protección Civil del Estado de Quintana Roo	Se crea el Sistema Estatal de Protección Civil, como órgano de consulta y participación social para el efecto de coordinar, planear y ejecutar las tareas y acciones de los sectores público, privado y social, en materia de prevención, auxilio y recuperación de la población del Estado de Quintana Roo contra peligros y riesgos que se presenten en la eventualidad de un desastre.	30-Nov-92

- **Normas Oficiales Mexicanas.**

En la última actualización del POET Costa Maya, decretada el 31 de octubre de 2006, se presenta un listado exhaustivo de Normatividad que deberá ser contemplada durante todas las etapas de los proyectos previstos a realizarse en esta área; sin embargo, el listado es tan extenso que únicamente presentaremos un resumen que contenga las NOM's y NMX's que puntualmente aplican a las características particulares del proyecto:

NOM'S VIGENTES EN MATERIA DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL			
CLAVE	MATERIA	Título de la norma	PUBLICADA EN EL DOF
NOM-003-SEMARNAT-1997	CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	21-Sep-98
NOM-004-SEMARNAT-2002	CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL	PROTECCIÓN AMBIENTAL – LODOS Y BIOSÓLIDOS – ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.	15-Ag-03
NOM-021-SEMARNAT-2000		Que establece las especificaciones de fertilidad,	31-Dic-02

NOM'S VIGENTES EN MATERIA DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL			
CLAVE	MATERIA	Título de la norma	PUBLICADA EN EL DOF
		salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	
NOM-022-SEMARNAT-2003	REC_NAT_FORESTAL	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	10-Abr-03
NOM-034-SEMARNAT-1993	ATMÓSFERA_MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.	18-Oct-93
NOM-035-SEMARNAT-1993	ATMÓSFERA_MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.	18-Oct-93
NOM-037-SEMARNAT-1993	ATMÓSFERA_MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.	18-Oct-93
NOM-041-SEMARNAT-1999	ATMÓSFERA_EMISIONES DE FUENTES_MÓVILES	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	06-Marzo-07
NOM-042-SEMARNAT-2003	ATMÓSFERA_EMISIONES DE FUENTES_MÓVILES	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de	07-sept-05

NOM'S VIGENTES EN MATERIA DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL			
CLAVE	MATERIA	Título de la norma	PUBLICADA EN EL DOF
		hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos	
NOM-047-SEMARNAT-1999	ATMÓSFERA_EMISIONES DE FUENTES_MÓVILES	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.	10-May-00
NOM-050-SEMARNAT-1993	ATMÓSFERA_EMISIONES DE FUENTES_MÓVILES	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	22-Oct-93
NOM-052-SEMARNAT-1993	RESIDUOS PELIGROSOS	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	23-Jun-06
NOM-053-SEMARNAT-1993	RESIDUOS PELIGROSOS	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	22-Oct-93
NOM-054- SEMARNAT-1993	RESIDUOS PELIGROSOS	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	22-Oct-93
NOM-059-SEMARNAT-2001	REC_NAT_PROTECCIÓN DE ESPECIES	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.	30-Dic-10

NOM'S VIGENTES EN MATERIA DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL			
CLAVE	MATERIA	Título de la norma	PUBLICADA EN EL DOF
NOM-080-SEMARNAT-1994	CONTAMINACIÓN POR RUIDO	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	13-Ene-95
NOM-146-SEMARNAT-2005	METODOLOGÍAS	Que establece la metodología para la elaboración de planos que permitan la ubicación cartográfica de la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar que se soliciten en concesión	09-Sep-05
NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997	REC_NAT_USO DEL FUEGO	Que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.	16-En-09
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	RESIDUOS PELIGROSOS	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	29-Mar-05
NOM-002-CNA-1995	AGUA	Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable – especificaciones y métodos de prueba.	14-Oct-96
NOM-006-CNA-1997	AGUA	Fosas sépticas – especificaciones y métodos de prueba	29-Ene-99
NOM-007-CNA-1997	AGUA	Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua	01-Feb-99
NOM-011-CNA-2000	AGUA	Conservación del recurso agua – que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales	17-Abr-02

Es importante señalar que aún cuando en el predio denominado "San José", Fracción 24 no existe vegetación de Manglar, se contemplará la vinculación con los instrumentos jurídicos correspondientes; lo anterior, debido a los efectos de los impactos ambientales residuales y/o sinérgicos en la zona aledaña al Oeste del predio, así como de los efectos negativos de alteraciones cercanas, o a distancia por las actividades durante la ejecución,

y operación a realizarse del proyecto, tomando en cuenta el numeral 0.28 de esta Norma Oficial Mexicana, que a la letra se manifiesta lo siguiente:

“0.28 Que, mientras el manglar forma parte de una unidad hidrológica, también forma parte de una unidad ecológica, en el cual el mantenimiento de la biodiversidad depende, en parte, de la conservación, y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres, y acuáticos que se encuentran contiguos al manglar”.

En la Tabla siguiente se describe la vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003, en sus numerales 4.1 al 4.43

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA NOM-022-SEMARNAT-2003 Y EL ACUERDO QUE ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43 DE LA MISMA NOM, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN ZONAS DE MANGLAR Y MEDIANTE EL CUAL SE EXPIDEN LAS REGLA DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES RESPECTIVAMENTE.

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
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 correspondiente, no contempla la construcción de ningún tipo creación de canales, obras de canalización en humedales.
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.	
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, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
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.	Dentro del lote 24 no hay presencia de individuos de mangle ni ecosistema de humedal. No se pretende construir ningún tipo de infraestructura marina fija o flotante en ninguna etapa, ni ganar terrenos en zona de manglar, puesto que no existe manglar dentro del predio, así como tampoco la presencia de esta especie en el área marina colindante al predio.

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
4.5	Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	En el predio del proyecto " Casa de Sueños ", no existe vegetación de Manglar, humedales, ni bordos, así como tampoco se pretende su creación.
4.6	Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación, y asolvamiento.	En el predio ni en su colindancia inmediata existe vegetación de manglar y/o humedales, sin embargo, se tiene contemplado realizar acciones para evitar la contaminación dentro del denominado "San José", Fracción 24 que pudieran afectar estos ecosistemas cercanos.
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.	No se pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento hídrico ni de cuerpos de agua proveniente de la cuenca.
4.8	Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	La casa estará conectada a un biodigestor, una micro planta de tratamiento de aguas residuales prefabricada marca MUTAR, y dos cepas de Humedal Artificial de Flujo Vertical que garantice el tratamiento terciario previo al empleo en riego de las áreas jardinadas y/o de conservación.
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.	SE ACATARÁ ESTE NUMERAL. La casa estará conectada a un biodigestor autolimpiante y una micro planta de tratamiento prefabricada marca MUTAR, y dos cepas de HFV previo al empleo en el riego de las áreas jardinadas y de conservación del proyecto. En ningún momento se verterán aguas residuales directamente a la unidad hidrológica. Para dar servicio a los trabajadores de la construcción durante las etapas de preparación del sitio, y construcción, se instalará un sanitario portátil conectado a un biodigestor autolimpiante, al término de la obra solamente se removerá la caseta, ya que el sistema será el mismo que opere para dar servicio a la bodega y

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
		cuarto del velador, y por ello, desde el inicio se colocará en el sitio.
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	No se tiene contemplado dentro del proyecto, realizar actividades de extracción de agua subterránea.
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 cambio de uso del suelo para el proyecto será en una superficie de 681.74 m ² . Las labores y actividades dentro de las áreas y jardines del predio, se realizarán dentro de esa misma superficie y, de igual forma se realizará un enriquecimiento en el área de conservación. Los ejemplares a utilizar serán los propios de matorral costero. No habrá introducción de plantas exóticas.
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.	Dentro del predio denominado "San José", Fracción 24, no se realizará ninguna actividad de extracción de agua de la cuenca continental. Se prevé dentro del proyecto, la captación de agua pluvial canalizado hacia las cisternas del proyecto; en caso de época de secas, el vital líquido será trasladado al proyecto a través de pipas.
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación 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.	No se pretende realizar dentro del predio nuevas vías de comunicación. Ya existe un vía única que es el camino costero Mahahual-Punta Herrero.
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	No se pretende realizar dentro del predio nuevas vías de comunicación. Ya existe la única que es el camino costero Mahahual-Punta Herrero.

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
	garanticen su estabilidad.	
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.	No se pretende realizar dentro del predio, ni aledaño al mismo, infraestructura de comunicación por parte del promovente del actual proyecto.
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El polígono del proyecto " Casa de Sueños " en sí no colinda con vegetación de manglar, ya que en el predio no se presenta esta vegetación y entre el predio y el inicio de la presencia de individuos de mangle media el camino costero. La obra del proyecto dará inicio, en su parte más cercana a aprox 37.00 metros lineales de la presencia de individuos aislados de mangle, situados posterior al camino y que se van haciendo más densos conforme se acercan a la Laguna Estrella, distante en 167 metros del límite del predio; adicionalmente a lo antes mencionado, se realizó el Estudio Técnico Justificativo, por lo cual se hace la presente vinculación con la normatividad aplicable en la materia.
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.	SE ACATARÁ ESTE NUMERAL. Posterior a la autorización ambiental, como de las demás autorizaciones estatales y municipales, se iniciará el procedimiento de construcción con material que provendrá desde la comunidad de Mahahual o cercanas, de establecimientos autorizados.
4.18	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	En el predio no se cuenta con vegetación de manglar o humedal. El proyecto en sí, es la construcción de una Casa Habitación, para lo cual se realizaría una afectación a una superficie de matorral costero en un área de 681.74m ² , que representa el 44.35% de la superficie total del predio incluyendo áreas verdes y permeables.
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	NO APLICA. Dentro del proyecto no se pretenden realizar actividades de dragado en ninguna parte del predio, ni utilizar la superficie del mismo como zona de tiro o disposición de cualquier material de

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
	obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	residuos.
4.20	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Todos los residuos sólidos que se generen durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Casa de Sueños", serán acopiados en depósitos temporales, reciclando el material disponible, y el resto, será dispuesto donde la autoridad municipal lo disponga.
4.21	Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas 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.	Dentro del proyecto no se pretende implementar la instalación de granjas acuícolas, y en el predio no existe vegetación de manglar.
4.22	No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	Dentro del proyecto no se pretende implementar la instalación de granjas acuícolas, y en el predio no existe vegetación de manglar.
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.	Dentro del proyecto no se pretenden realizar actividades de canalización en áreas de manglar, ya que no existe este tipo de vegetación dentro del predio.
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 comprende la construcción de una casa habitación, y no contempla la instalación de unidades de producción acuícolas.
4.25	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies	El proyecto comprende la construcción de una casa habitación, y no contempla la

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
	nativas producidas en laboratorio.	instalación de unidades de producción acuícolas.
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.	No se pretende realizar canales, ni extraer agua de humedales ni en zonas de Manglar. Dentro del predio no existen estos tipos de ecosistemas.
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.	El proyecto comprende la construcción de una casa habitación, y no contempla la extracción de sal.
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 predio denominado "San José", Fracción 24, donde se pretende establecer el proyecto " Casa de Sueños ", no se encuentra ubicado dentro del humedal.
4.29	Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	Dentro de la propuesta del proyecto " Casa de Sueños ", no se pretende realizar ninguna actividad de turismo náutico.
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.	Dentro de la propuesta del proyecto " Casa de Sueños no se pretende realizar ninguna actividad de turismo náutico.
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.	Dentro de la propuesta del proyecto " Casa de Sueños ", no se pretende realizar ninguna actividad de turismo náutico.
4.32	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la	Dentro de la propuesta del proyecto " Casa de Sueños ", no se pretende realizar ningún tipo de fragmentación a

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
	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.	ecosistemas de humedal, no habrá la creación de nuevos caminos costeros. Dentro del predio no existe este tipo de ecosistema.
4.33	La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	No se pretende realizar canales ni extraer agua de humedales ni en zonas de Manglar. Dentro del predio no existe este tipo de ecosistema.
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.	Dentro de la propiedad y colindancias no hay marismas ni humedales. El tipo de actividades descritas en este Numeral, no serán realizadas dentro del proyecto "Casa de Sueños" siendo que no se permitirá el tránsito de vehículos fuera del trazo del acceso al estacionamiento de la vivienda.
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.	
4.36	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	El predio está cubierto por vegetación de duna costera, caracterizada en este caso por rastreras halófitas y matorral aislado con presencia de exóticas y parásitas y, la superficie en conservación estricta, sin contar áreas verdes jardinadas, será de 855.28 m ² , cualquier actividad de forestación que se requiera implementar en esta superficie, será con la vegetación propia de duna costera y selva baja costera para proveer dosel arbóreo que sirva de percha a aves.
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo	

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
	áreas que presenten potencial para ello.	
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.	En el predio denominado "San José", Fracción 24, donde se pretende establecer el proyecto " Casa de Sueños ", no existe vegetación de Manglar, ni humedales y no se prevé el desarrollo de un proyecto de restauración si no de apoyo a la conservación de este ecosistema.
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.	
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.	En el predio denominado "San José", Fracción 24, donde se pretende establecer el proyecto " Casa de Sueños ", no existe vegetación de Manglar, ni humedales.
4.42	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	La Zonificación establecida por el POET es resultado de una caracterización exhaustiva del ecosistema, el cual incluye unidades hidrológicas, por lo tanto, al momento de establecer políticas y usos en las diferentes UGA's ya se han considerado las particularidades de cada ecosistema presente en la región, la UGA que corresponde a este proyecto no se clasifica como humedal costero y se le da una importancia de 0 en la captación de la unidad hidrológica (Ver ficha técnica de la UGA 43).
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	El numeral 4.4. NO APLICA, ya que no se pretende construir ningún tipo de infraestructura marina fija o flotante, ni ganar terrenos en zona del humedal. El numeral 4.22. NO APLICA, ya que el proyecto propuesto es un proyecto de casa habitación, NO ACUÍCOLA. El numeral 4.14. No APLICA, ya que la

Numeral	Descripción del Numeral	Observaciones y Vinculación NOM-022-SEMARNAT-2003
	correspondiente.	<p>única vía de comunicación construida es el camino costero Mahahual-Punta Herrero. No se pretende dentro del proyecto modificar esta infraestructura.</p> <p>Con respecto al numeral 4.16., El proyecto "Casa de Sueños" en si no colinda con vegetación de manglar, y en el predio no se presenta esta vegetación. La obra se desarrollará en la parte anterior al camino costero, que sirve como barrera física entre el lote y el inicio de presencia de individuos aislados de mangle, localizados a más de 37.00 metros de la obra más cercana del proyecto; independientemente de lo antes mencionado, se realizó el Estudio Técnico Justificativo y la Manifestación de Impacto Ambiental, por el cual se hace la presente vinculación con la normatividad aplicable en la materia.</p> <p>En el caso del presente proyecto se considera que debe ser exentado conforme al numeral 4.43., de la presente NOM-022-SEMARNAT-2003.</p>

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE Y EL DECRETO QUE ADICIONA EL ARTÍCULO 60 TER Y EL SEGUNDO PÁRRAFO DEL ARTÍCULO 90 DE LA MISMA LEY.

Artículo 18. *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.*

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

Aún cuando la Ley garantiza el derecho para la realización del aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, en el Proyecto "Casa de Sueños", NO se llevará a cabo, en ninguna etapa el aprovechamiento, extracción y/o uso de ningún espécimen faunístico que no esté adecuadamente mitigado y/o compensado como causa directa de la ejecución del proyecto. En la MIA-P, en el listado de medidas contempladas para el control, reducción y mitigación de los impacto se establece que se comunicará esta prohibición a los

trabajadores de la construcción en el sitio y se pondrá a disposición de la autoridad a toda persona que moleste, cace, perturbe y/o trate de dañar a los individuos animales que pudieran localizar en la zona del Proyecto y áreas de influencia.

En cuanto a la obligación de contribuir a la conservación del hábitat, el Promovente realizará acciones tendientes al cuidado y preservación de la fauna como lo son: rescate y relocalización de los individuos de lento desplazamiento, reubicación de especímenes de flora que sean viables de ello, forestación con individuos de alto valor, erradicación de invasoras parásitas, establecer un sistema de iluminación exterior de baja intensidad y apuntando al suelo, colocar reductores de velocidad, limpieza periódica de residuos sólidos, entre otras que se describen en el aparatado correspondiente del presente estudio.

Artículo 60 TER.- *Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológico.*

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.

Aún cuando dentro de la Fracción 24 del predio San José no se presenta ecosistema de manglar sí se ha identificado que, a aproximadamente 37.00 metros posteriores al límite del predio y, posterior al camino costero hay presencia de individuos aislados de mangle los cuales se van haciendo más abundantes conforme se acercan al borde de la Laguna Estrella, que se ubica a aproximadamente 167.00 metros lineales del límite de la propiedad, por lo que en ninguna de las etapas del proyecto se deberá llevar a cabo actividades de ningún tipo en zonas con esta clasificación. Las únicas acciones en dichos sitios, en las que podría coadyuvarse con la Autoridad serían las de limpieza de la zona y sus alrededores para evitar la acumulación de residuos sólidos que pudieran obstruir los flujos y drenes naturales hacia la zona de manglar en zonas ubicadas al Oeste del sitio de interés.

Adicionalmente se colaborará con las Autoridades en el cumplimiento de las acciones que consideren necesarias para la restauración del manglar en zonas prioritarias.

También se comunicará a las autoridades en caso de detectar la tala y/o cualquier tipo de actividad en dicha zona que pudiera actuar en detrimento de la vegetación.

Se considera que, el pago por la Compensación forestal que será impuesto a la Promovente a raíz de la evaluación de ETJ debe fungir como motivo de excepción del presente artículo pues fomenta la conservación de ecosistemas forestales en áreas prioritarias que la Federación determina y aplica los derechos erogados en dichos sitios.

Las acciones particulares que el Promovente realizará para la conservación del manglar y de la vida silvestre se listan en el apartado correspondiente de la presente MIA-P.

Artículo 70. *Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables.*

Si la Secretaría, dentro de sus obligaciones y atribuciones, en cumplimiento del presente Artículo llegase a formular y ejecutar un programa de prevención, atención de emergencia y restauración, recuperación y restablecimiento de los procesos naturales el Promovente se pone a su disposición para coadyuvar en las acciones que a la ciudadanía y particulares competan.

Artículo 73. *Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.*

En el Proyecto no se contempla la colocación de cercos para retener o atraer ejemplares de fauna silvestre. En ningún momento se prevé la realización de actividades de aprovechamiento y/o extracción de especímenes de fauna silvestre.

Artículo 99, párrafo segundo.- *Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

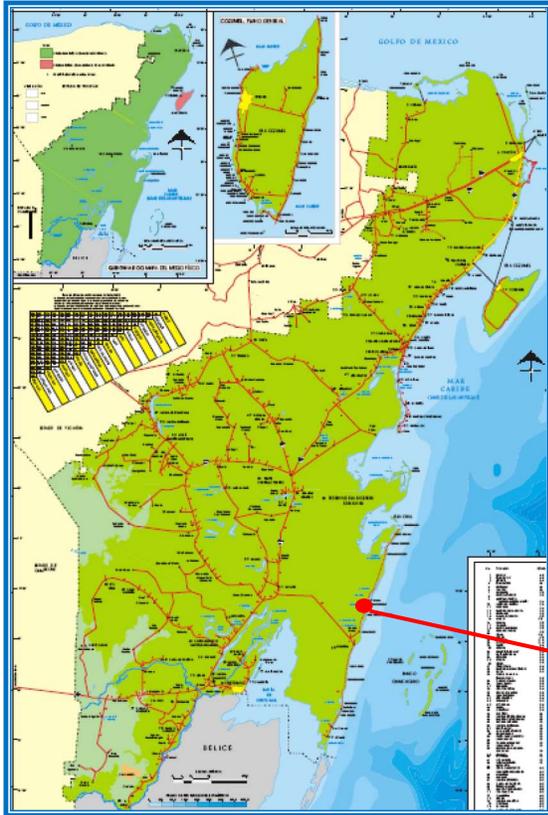
En ninguna etapa del Proyecto se realizarán obras o actividades en zonas con manglar, sean o no de carácter extractivo. Las zonas de asociación de manglar que se halla más allá de los 37.00 metros lineales del límite de la propiedad, al Oeste del camino costero, no tendrá ningún tipo de uso o desarrollo de actividades por parte del Promovente del Proyecto "Casa de Sueños", salvo por la conservación.

- **Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.**

El presente proyecto no se haya contenido o colindante a ningún polígono decretado como Área Natural Protegida de carácter Federal, Estatal y/o Municipal, así como tampoco en polígonos de veda y/o zonas de atención prioritaria.

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



El predio rústico marcado como fracción 24 (veinticuatro), se ubica en el camino costero Mahahual-Punta Herrero, sin número oficial, lote 13/23 del Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo.



IV.1.1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Para la delimitación del Sistema Ambiental se tomó en consideración un polígono envolvente de 2.8167 hectáreas. El trazo del sistema ambiental, donde se encuentra circunscrita la fracción 24, lote 13/23, corresponde a una poligonal rectangular teniendo como medidas 303.33 m x 92.86 m, abarcando 28,167.2238 m² de superficie. Los límites de dicho Sistema Ambiental se trazaron coincidentemente con las barreras físicas y naturales existentes en el entorno. Al norte se delimita con un predio claramente afectado el cual ha sido visiblemente sujeto a cambio de uso de suelo y en el cual se encuentran desplantadas edificaciones correspondientes a una casa habitación, al sur se delimitó el Sistema Ambiental con el cambio en el tipo de vegetación, misma que puede apreciarse claramente en la imagen satelital, al este delimita con la Zona Federal Marítimo Terrestre colindante con el Mar Caribe y al oeste con la barrera física del camino costero.



IV.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS DONDE SE UBICA EL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO "CASA DE SUEÑOS" (FRACCIÓN 24, LOTE 13/23).

El estado de Quintana Roo, se encuentra ubicado en la parte oriental de la Península de Yucatán, sus límites geo estadísticos se encuentran entre los paralelos 17°54' y 21°36' de latitud norte y 86°45', 89°10' de longitud oeste, limita al norte con el estado de Yucatán y Golfo de México, al sur con Belice y Bahía de Chetumal, al este con el Mar Caribe y al oeste con los estados de Campeche y Yucatán. El estado comprende dos Regiones Hidrológicas: la Yucatán Norte y la Yucatán Este. La primera, como su nombre lo infiere, se ubica hacia la porción del extremo norte del territorio estatal, ahí se encuentra la Cuenca Quintana Roo con aproximadamente la tercera parte de la superficie estatal, y los cuerpo de agua L. Nichupté, L. Chakmochuck y L. Conil; también en esta Región se localiza la

cuenca Yucatán en pequeñas porciones del Estado. La segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos del 70% de la entidad; llamadas Bahía de Chetumal, y otras donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca Cuencas Cerradas se tienen únicamente cuerpos de agua y son L. Chunyaxché, L. Chichancanab, L. Campeche, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (INEGI, 2005).

IV.3.1 Clima

La Subregión Costa Maya se ubica en la Región Hidrológica RH33, el clima es ($Aw(x)´i$) Cálido Subhúmedo con lluvias predominantes en verano y parte del invierno, la precipitación oscila para la media anual con 1,489.70 mm; para la máxima anual de 3,783.39 mm y para la mínima anual de 752.50 mm; la temperatura media anual es de 26.52 °C., con una oscilación térmica de 5°C; las temperaturas más altas se registran de junio a agosto y los meses más fríos se presentan de diciembre a febrero.

La evaporación potencial media anual en el área varía de 1,200 a 1,400 mm, este fenómeno influye en la pérdida de agua superficial y se mantiene activo debido a que extensas zonas están permanentemente saturadas. Se evapotranspira el 89% del agua precipitada, debido a la elevada temperatura y a la exuberante vegetación.

a) Tipo de clima

De acuerdo con la CONABIO, en el Estado de Quintana Roo, el clima es AW cálido subhúmedo que va de Aw0 a Aw2, esta variaciones dependen de la cantidad de precipitación anual.

La Costa Maya se halla en la zona 3, la cual es la Zona de Mayor Humedad: Se extiende desde Kantunilkin y Playa del Carmen hasta el límite oriental y sur-oriental de la Bahía de Chetumal, a lo largo de la línea de costa, y presenta precipitaciones totales anuales entre los 1,300 y 1,500 mm.

b) Precipitación y Vientos

La precipitación media anual varía de 1,300 mm a 1,500 mm, las lluvias se presentan durante todos los meses del año, en la temporada de secas la precipitación es de 16.1 mm y, en septiembre la precipitación llega a ser de 277 mm.

El sistema de vientos tiene dos componentes principales durante el año. El primero y más importante en la región se presenta en primavera y verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este. El segundo es a fines de otoño e invierno, donde los vientos provienen del norte. La velocidad media de los vientos es de 3 a 3.5 m/s de marzo a junio y de septiembre a diciembre descienden hasta 2 m/s.

c) Humedad relativa y absoluta

La humedad relativa media anual en la zona de estudio oscila alrededor del 94.4 %, misma que se mantiene casi constante a través de año, recibiendo además, aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, éstas comprenden aproximadamente el 97 % y el 60 % respectivamente.

d) Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)

La Estación Meteorológica de Xcalak no lleva a cabo el registro de los valores que permitan determinar el balance hídrico de la región, por ello este apartado se ha elaborado con base en la información proporcionada por la Estación de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM, con sede en el poblado de Puerto Morelos.

Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 Mm³, que en su mayor parte se precipita durante los meses de mayo a octubre, adicionalmente ingresa a la Entidad por su borde sur el escurrimiento superficial que el río Hondo colecta en territorio de Guatemala y Belice; considerando el área de la cuenca que corresponde a esos países, se estima que esta aportación es del orden de 500 Mm³/año.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la poca pendiente topográfica del terreno, alrededor de 80% de la precipitación pluvial se infiltra; el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua: áreas de inundación, lagunas y cenotes.

Se tiene que durante los meses de primavera y verano existen valores de evaporación mucho más altos, con un promedio de 178 mm, que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona. Para el final del verano y principio del otoño, en donde las lluvias se hacen manifiestas en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 120 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero.

e) Frecuencia de eventos climáticos extremos.

a) Nortes.

Durante el invierno, en la zona de interés se presenta la época de Nortes. Su manifestación y presencia se debe a la formación de masas húmedas y frías en la región polar del continente y el norte del océano Atlántico, las cuales alcanzan una velocidad promedio de 5.5 m/seg y manifiestan un desplazamiento hacia el Sudeste, hasta que son disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. Durante este periodo, los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran consigo grandes extensiones de nubes densas.

b) Tormentas tropicales y huracanes.

La zona donde se localiza el predio de interés, así como el resto del estado de Quintana Roo e incluso el área neotropical de la República Mexicana, se encuentran ubicados dentro de la denominada Zona Intertropical de Convergencia (ZIC), la cual es una franja larga y

estrecha del océano situada en las proximidades del Ecuador. En esta zona, año con año y desde el 15 de mayo hasta noviembre, los rayos solares tienen una incidencia en forma perpendicular provocando elevaciones significativas de la temperatura y por consecuencia calentamiento de las aguas marinas. En esta época, también se manifiestan los vientos alisios que, aunados a las condiciones anteriores propician la formación de fenómenos ciclónicos. Estos meteoros, por los volúmenes de agua y velocidades de viento que logran acumular, son considerados intemperismos severos.



Matriz ciclogénica y de distribución de trayectoria de huracanes en México

Los ciclones, además de propiciar cambios significativos en el paisaje de los sitios por donde pasan, aceleran el equilibrio hídrico del manto freático debido a los grandes volúmenes de agua que acarrear consigo. Los meteoros que arriban a la zona donde se localiza el predio, tienen su formación en dos de las cuatro matrices reportadas como causantes de alteraciones por estos fenómenos en la República Mexicana. La primera se sitúa en el mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad. Los fenómenos ahí formados tienen un desplazamiento hacia el Noroeste, sobre el mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, para luego dirigirse al norte hasta las costas de la Florida, EE.UU., durante su recorrido por las Antillas Menores afectan la línea costera de Quintana Roo.

Esta afectación puede ser de manera directa o indirecta según sus dimensiones en diámetro y la dirección en longitud y latitud que tengan, tal es el caso del Huracán Iván que a principios del mes de septiembre de 2004, pasó por el canal de Yucatán dañando severamente la zona costera del estado de Quintana Roo. La segunda matriz se localiza frente de las Antillas Menores en el Caribe Oriental hasta el océano Atlántico tropical, específicamente por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano. Los ciclones formados en esta zona tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de las Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas, en México y Texas, EE.UU. Estos fenómenos, al igual que los formados en la primera matriz, cuando se encausan hacia la península de Yucatán; afectan a su paso al estado de Quintana Roo.

El último evento hidrometeorológico de importancia que afectó la Costa Maya en Quintana Roo fue el huracán Ernesto, que tocó tierra entre el 07 de agosto de 2012, penetrando con categoría 1 a 65 km al Este Noreste de Chetumal y sobre la línea de costa en las inmediaciones de Mahahual y causando daños de moderados a graves sobre la franja costera comprendida entre Mahahual e Xcalak, dejando cuantiosas pérdidas materiales y

daños a la morfología costera por la erosión que generó así como un alto impacto a los ecosistemas vegetales dado que trajo consigo grandes cantidades de agua y arena lo que arrancó literalmente la vegetación, ó bien la enterró. Los pocos especímenes que quedaron en pie han tardado mucho en recuperarse puesto que están “quemados” por la sal.

**Relación de huracanes que han afectado directa e indirectamente a Quintana Roo
(FUENTE CNA 2013, ELABORACIÓN PROPIA)**

Año	Origen	Nombre	Categoría	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
2012	Atlántico	Ernesto	Huracán 1	35km N de Chetumal, Quintana Roo	1-10 Agosto	130
2011	Atlántico	Rina	Tormenta Tropical	30 km al O de Cozumel Quintana Roo	23-28 Octubre	95
2010	Atlántico	Richard	Depresión Tropical	A 155km de Cd. de Carmen, Campeche	20-26 Octubre	55
2010	Atlántico	Karl	Tormenta Tropical	15 km Ne de Chetumal Quintana Roo	14-18 Septiembre	100
2010	Atlántico	Alex	Tormenta Tropical	90 km Sw de Chetumal Quintana Roo	25 Junio-1 Julio	65
2009	Atlántico	Ida	Huracán 2	90 km noreste Cancún Q.R.	4-10 Noviembre	150
2008	Atlántico	Dolly	Tormenta Tropical	Cancún, Quintana Roo	20-25 Julio	65
2008	Atlántico	Arthur	Tormenta Tropical	Chetumal, Q.R.	31 Mayo-02 Junio	65
2007	Atlántico	Dean	Huracán 5	Mahahual, Q.R.	Agosto	270
2005	Atlántico	Wilma	Huracán 5	Puerto. Morelos, Q.R.	Octubre	
2005	Atlántico	Emily	Huracán 3	Playa del C. Q.R.	Julio	
2002	Atlántico	Isidore	Huracán 3	Dzilam de Bravo, Yucatán	23-26 Septiembre	200
2001	Atlántico	Chantal	Tormenta Tropical	Chetumal, Q.R.	15-22 Agosto	115
2000	Atlántico	Gordon	Depresión Tropical	Tulum, Q.R.	14-18 Septiembre	55
2000	Atlántico	Keith	Huracán 1	Quintana Roo	3-5 Octubre	140
1999	Atlántico	Katrina	Depresión Tropical	45 Km NNW Chetumal, Q.R.	28 Oct-1 Noviembre	55
1998	Atlántico	Mitch	Tormenta Tropical	Campeche, Camp.	21 Oct-5 Noviembre	65
1996	Atlántico	Dolly	Huracán 1	Felipe Carrillo Puerto Q.R.	19-24 Agosto	130
1995	Atlántico	Opal	Depresión Tropical	B. del Espíritu Santo, Q.R.	27 Sep-2 Octubre	55
1995	Atlántico	Roxann	Huracán 3	Tulum, Q.R.	Ago-20	185

Año	Origen	Nombre	Categoría	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
	o	e				
1990	Atlántic o	Diana	Huracán 1	Chetumal, Q.R.	4-8 Agosto	140
1988	Atlántic o	Gilbert	Huracán 5	Puerto Morelos, Q.R.	8-13 Septiembre	270
1988	Atlántic o	Keith	Tormenta Tropical	Cancún, Q.R.	17-24 Noviembre	110

IV.3.2 Geología

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 esta 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 (Waytt, 1985).

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 sumergimiento, 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 (Tamayo, J. L., 1974). En el Estado en particular, el proceso ha dado origen a una serie de lagunas costeras con características biológicas muy particulares.

La composición geológica del Estado puede resumirse en tres estratos fundamentales en términos de su edad y sirven de basamento para la estructura geomorfológica del mismo (PEMEX. 1967; IGUNAM, 1981):

Formaciones antiguas (Eoceno).- Comprende tres formaciones principales que se encuentran en la región sur y oeste del Estado colindando con el Estado de Campeche por el Oeste y con los países de Belice y Guatemala por el Sur.

Formación Eocénica indiferenciada

Es una capa que se tipifica por la escasez de fósiles característicos. Contiene fundamentalmente calizas compactas y cristalinas de colores amarillo, crema y blanco su textura va del grano más fino a granos gruesos con inclusiones de pedernal que se han depositado en dichas capas por arrastre aluvial de las formaciones de origen tectónico cercanas en la cordillera de Guatemala y sus estribaciones en Belice y México. Se encuentran fundamentalmente en las regiones centro y sureste del municipio de Othón P. Blanco.

Formación Icaiché

Su composición es semejante a la del Eoceno indiferenciado, sin embargo se distingue por la presencia de capas yesosas que rompen la continuidad de la estructura caliza. Se encuentra en la zona de los límites de Quintana Roo con Campeche, hacia la zona de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Formación Chichén-Itzá

Esta formación contiene rocas calizas de colores blanco, amarillo y gris con impurezas, se encuentran abundantes inclusiones ya sea aisladas o en capas delgadas de tipo cristalino macizo, muy probablemente de origen aluvial. Hacia la región de Champotón, las capas muestran un plegamiento de origen tectónico, en tanto que por el norte, cerca de Chichén-Itzá, de donde toma su nombre, tiende a estar formada de capas amarillas consolidadas y cementadas de grano fino sobre las que se disponen capas de caliza blanca. En los alrededores de Libre Unión, las calizas son blancas, cristalinas, macizas y de aspecto marmoleado por compresión. La fauna fósil es visible y sus elementos son identificables como correspondientes con el mesozoico tardío.

Formaciones de mediana edad (Oligoceno)

Comprende tres formaciones principales que se encuentran: dos constituyendo la zona de borde entre la placa sedimentaria de Yucatán y la llanura aluvial costera de Belice y la otra formando el cuerpo principal del Estado en extensión.

Formación Bacalar

Está constituida por calizas blandas de tipo cretoso de color blanco amarillento. Forma estructuras hemisféricas en los estratos superiores en tanto que se constituye en laminas arcillosas en sus niveles inferiores (sahcab, sascab), pueden observarse algunas inclusiones laminares de yeso y de esferoides calizos de color amarillento. Sobre éstas rocas se forman láminas duras de color gris oscuro a negro. Se pueden encontrar en las cercanías de la Laguna Bacalar, de donde toma su nombre.

Formación Estero Franco

Esta formación se compone fundamentalmente de masas de rocas calizas del Valle del Río Hondo, con carbonatos amarillo en capas regulares delgadas y muy cristalinas semejando el aspecto de la aragonita. En los niveles superiores las capas son macizas de color blanco o rosa, tiene un espesor calculado de aproximadamente 100 metros. Se ubica al sudeste de la fractura que da origen al Río Hondo.

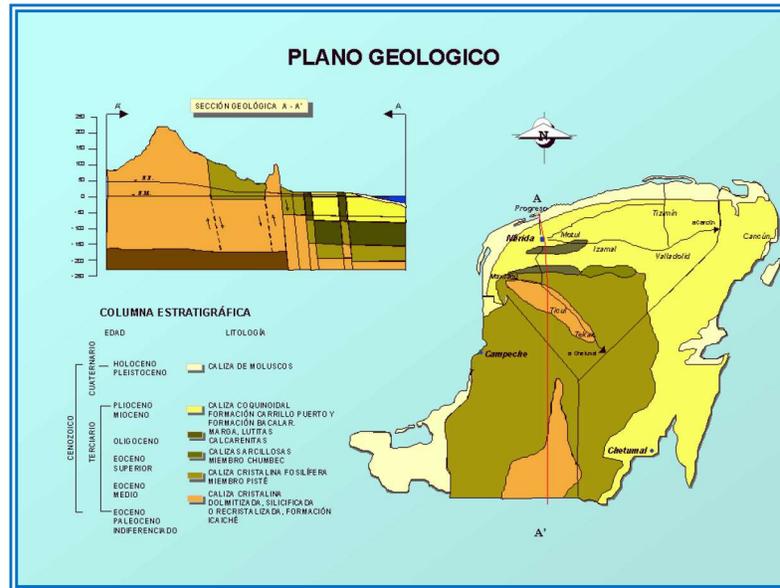
Formación Carrillo Puerto

Se caracteriza porque en los niveles inferiores de sus losas existen capas de conchillas cementadas (coquinas) recubiertas por calizas duras de color amarillento con restos de moluscos y madréporas incluidos. Encima de estas losas hay calizas arenosas impuras y no cementadas de colores amarillo, rojizo y blanco. Se extiende desde la población de Pedro Antonio de los Santos hacia el norte del Estado por la parte oriental, hasta unos kilómetros al norte de Cancún y por toda la costa de la Bahía de Chetumal hacia el sur, hasta la desembocadura de Bacalar Chico penetrando en territorio beliceño.

Formaciones recientes (Cuaternario). Comprende una sola formación la cual puede separarse en varias capas desde el punto de vista fosilífero pero geológicamente constituye una sola capa que puede llamarse actual o superficial.

Formación Mioceno - Pleistoceno

Se caracteriza por estar formada de capas de coquinas de color crema con grandes cantidades de conchas de moluscos, se puede identificar una franja de aproximadamente 15 Km de ancho en toda la zona norte de la Península.



Geología de la Península de Yucatán

IV.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 formara la placa de Yucatán se encuentra a gran profundidad y cubierta en toda su extensión por calizas de distinta naturaleza y antigüedad (Waytt, 1985).

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 (SEDUMA-UQROO, 2001).

Se observan 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 cársticas se elevan sobre las planicies por una unidad de ladera con procesos fluviales. En el área 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 fallas 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* (Wilson, 1980).

Las Mesas de intensa disección fluvial se encuentran al poniente, se caracterizan por presentar colinas simétricas de cimas redondeadas de por lo menos 50 metros de altura y laderas de pendientes fuertes donde predominan los procesos fluviales.

Mesas de desarrollo fluvio-cárstico, están formadas por un relieve menos pronunciado que las anteriores, también están constituidas por colinas y microvalles. Las colinas pueden alcanzar hasta 30 metros de altura y son evidentes las formas de evolución cárstica (dolinas y uvalas).

Las Mesas de desarrollo cárstico fluvial están presentes principalmente en el centro y oriente, 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.

Las mesas niveladas, son más extensas en la sección sur, son mesas en las que la disección fluvial es prácticamente nula y se caracterizan como superficies que reciben los aportes hídricos superficiales en donde se infiltran debido al poco relieve y a la permeabilidad del terreno; en estas superficies se encuentran las áreas de inundación temporal y permanente.

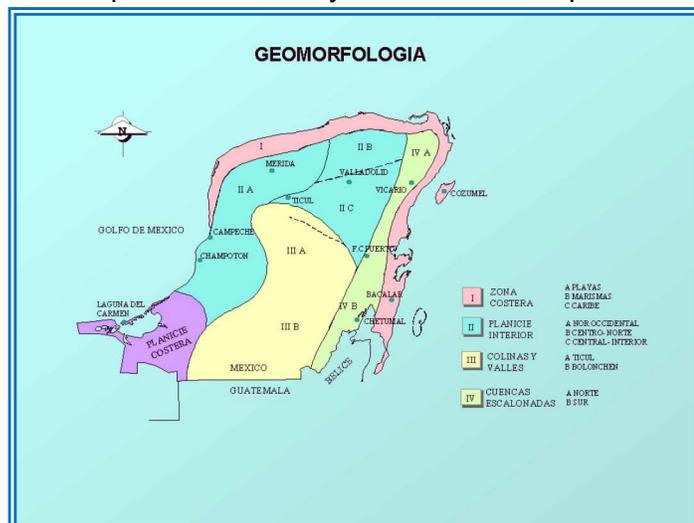
Las planicies estructurales, son superficies cuya altitud se encuentra entre los 0 y los 100 msnm y se localizan en el norte del Estado. Las zonas deprimidas en el área contienen depósitos aluviales cuaternarios producto de la disolución y el transporte de las rocas calizas, corresponden a materiales poco consolidados formados por gravas, arenas, limos y arcillas; pueden contener importantes escurrimientos epigeos sobre líneas de debilidad tectónica; en la formación subyacente, también presentan áreas de inundación prolongada, así como cuerpos lacustres de régimen permanente.

Los valles fluvio cársticos se presentan entre las mesetas de desarrollo cárstico y se caracterizan por presentar una topografía plana y estar surcadas por canales de escurrimiento superficial de régimen intermitente. También presentan superficies sujetas a inundación prolongada; su dinámica se caracteriza por el aporte de materiales provenientes de los talwegs (relieve erosivo producto de la disección fluvial), que se desarrollan sobre laderas y mesetas contiguas.

Los valles fluviales se ubican entre las mesetas cársticas. Se caracterizan por tener un canal superficial principal con algunos tributarios que drenan el área. Es probable que estos pequeños valles se desarrollen sobre líneas de debilidad tectónica que están siendo modeladas por la actividad fluvial, particularmente por el tipo de materiales que constituyen la base geológica de la estructura. El tipo de rocas corresponde a depósitos cuaternarios, al sureste de esta unidad se aprecian algunos cuerpos de agua perennes y pertenecen a formas de disolución cársticas denominadas uvalas.

La karsticidad que se observa en 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 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.

Geomorfología de la Península de Yucatán



Geomorfología dinámica

Quintana Roo con sus poco más de 5 millones de hectáreas y más de 860 kilómetros de costa (Escobar, 1981), aunados a las nueve variantes descritas, presenta por efecto de las condiciones climáticas en que se encuentra inmerso, una dinámica extremadamente alta en algunos aspectos, en particular son altamente dinámicos los valles fluviales y los fluvio-cársticos, así como la zona costera del Estado.

En el caso de las formaciones de tierra adentro, la dinámica está regida por la naturaleza misma de la capa geológica subyacente y su porosidad, los valles fluvio-cársticos son valles altamente cambiantes en los cuales la deposición de materiales puede alcanzar tasas sensiblemente altas, tanto por el arrastre de materiales desde las colinas que los limitan hasta por la impermeabilización parcial de la roca subyacente al terreno por efecto de las arcillas con la consecuente aceleración de los procesos acumulativos.

Por su parte los valles fluviales que encontramos en el Estado, son valles que se modifican en su perfil muy rápidamente debido a las altas tasas de disolución de los materiales superficiales y al acelerado transporte de los sedimentos por efecto de las escorrentías. A este proceso contribuye aparentemente, aunque en una proporción aún no cuantificada, la acidez incrementada del agua que se infiltra por la adición de ácidos orgánicos producto de la descomposición de materiales orgánicos originados en la abundante cobertura vegetal de la zona.

Como se mencionó en el apartado de climatología, los 860 km de la zona costera de Quintana Roo se encuentran expuestos a los efectos de los impactos directos de los huracanes. Por las características que presentan las costas del Estado, un huracán es un fenómeno donde las fuerzas que se manejan son suficientemente grandes como para modificar la forma de la misma, particularmente en los casos en que dicha costa se encuentra formada por playas arenosas y no por costas rocosas y acantilados. Desde el punto de vista geológico y geomorfológico, estos cambios son inevitables y la magnitud y permanencia de los mismos se determina en mucho por la densidad y la resiliencia de la cobertura vegetal asociada a la franja costera.

IV.3.4 Fisiografía

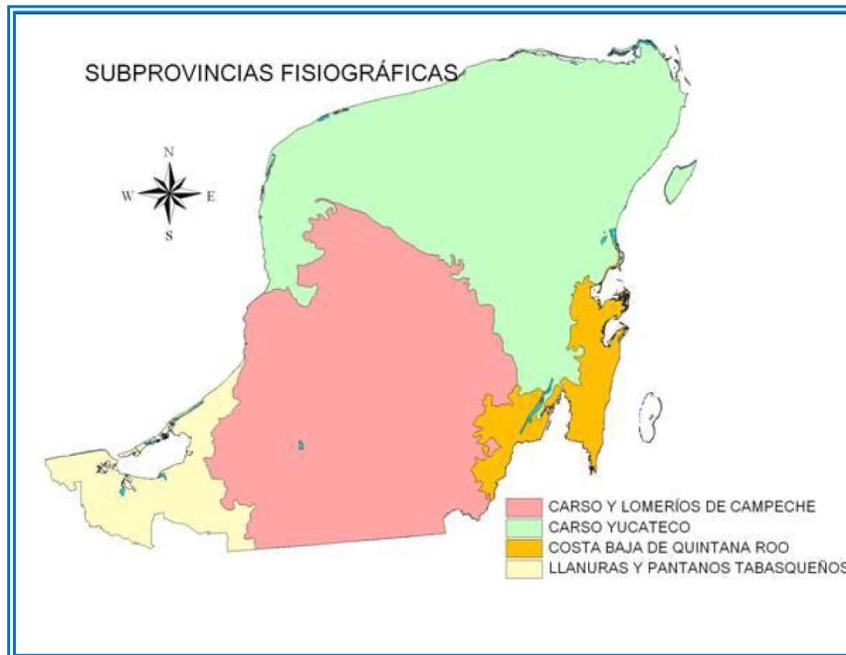
El Estado de Quintana Roo está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual a su vez, se divide en tres subprovincias nombradas: "Llanuras con Dolinas", "Plataforma de Yucatán" y "Costa Baja".

La primera subprovincia "*Llanuras con Dolinas*", ocupa las porciones norte y oriente de la Entidad, a la cual pertenece el Municipio de Solidaridad. Desde el punto geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el oriente, altura media de 5 msnm y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas, en algunas de las cuales asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, y solo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables, localizándose la más extensa de ellas en la porción norte del Estado.

En la subprovincia "Plataforma de Yucatán" se extiende la porción suroccidental del Estado, cuyo paisaje está configurado por lomeríos alternados con pequeñas llanuras. En su porción sur, la altitud del terreno decrece de poniente a oriente, en forma escalonada desde unos 300 msnm en el borde occidental del Estado hasta unos cuantos metros en el límite oriental de esta subprovincia; en la porción norte de la misma la altitud varía entre 10 y 150 msnm; la única corriente superficial notable es el río Azul, que nace en Guatemala y es afluente del río Hondo; por lo demás, la red de drenaje superficial sólo consta de algunos arroyos efímeros de corto recorrido que fluye hacia las depresiones topográficas.

La subprovincia "Costa Baja" se extiende a lo largo del borde centro-oriental del Estado; se caracteriza por su relieve escalonado descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad. En esta subprovincia existen cenotes de gran tamaño, como el "Cenote Azul", varias lagunas, como las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Nohbec, y vastas áreas inundables, algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

El relieve de Cozumel es ligeramente ondulado en la mayor parte de la isla, alternándose áreas planas con lomeríos de poca altura; relativamente plano en su porción occidental, y escarpado en sus fajas costeras norte y oriental. La Isla Mujeres, la Isla Contoy y el Banco Chinchorro son expresiones fisiográficas del desarrollo del Mar Caribe.



Subprovincias Fisiográficas de la Península de Yucatán

IV.3.5 Suelos

La unidad de estudio en los suelos es el perfil, formado por una sucesión de capas llamadas horizontes. Un horizonte se diferencia de otro por características que se pueden

medir en campo como el color, estructura y textura y también mediante análisis en los laboratorios. A los horizontes se les ha dado denominaciones abreviadas de acuerdo a sus características: con letras mayúsculas los horizontes principales que van en orden descendiente en el suelo desde H (hístico), O (orgánico), A (eluvial), B (iluvial), C (material no consolidado), hasta R (roca endurecida).

En Quintana Roo los suelos siguen denominándose de acuerdo a la clasificación Maya. Ceballos (1993), indica que este sistema de clasificación utiliza términos cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad.

Clasificación Maya de los Suelos (Adaptado de Ceballos, 1993)

Clase Maya	Significado	Equivalencia FAO-UNESCO
Tzek'el	Pedregoso	Leptosol lítico
Pus-Lu'um	Tierra suelta con piedras	Leptosol réndrico
K'ankab	Tierra roja miel	Luvisol crómico
Yax-Hoom	Tierra fértil con vegetación verde	Vertisol eútrico y dístrico
Ak'alche	Tierra en bajos que se inundan	Gleysol móllico y eútrico
Chac-Lu'um	Tierra roja	Cambisol crómico
Huntunich	Tierra que proviene de piedras	Regosol calcárico

Los tipos de suelos presentes en el Estado por orden de abundancia son (Cartas Edafológicas del INEGI):

Leptosol (LP)

Del gr. *leptos*: delgado; connotativo de suelos poco profundos, poco desarrollados. Nombres equivalentes en la clasificación maya: Tzek'el y Pus-Lu'um. Son los suelos más abundantes, abarcan más del 50% de la superficie de Quintana Roo, se encuentran distribuidos a todo lo largo del Estado predominando en la parte centro y norte. Son suelos poco profundos, limitados por una roca dura continua o por material muy calcáreo (CaCO_3 mayor al 40%) o por una capa continua cementada dentro de los primeros 30 cm; o con gran cantidad de pedregosidad y menos del 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm; sus horizontes de diagnóstico son: A móllico, úmbrico, ócrico o petrocálico.

En el Estado se encuentran presentes las subunidades siguientes:

Leptosol lítico (LPq): equivalen a los Tzek'el en la clasificación maya. Son leptosoles muy delgados, con una profundidad de apenas 10 cm hasta una roca continua dura o una capa continua cementada, presentan color negro o café oscuro acompañados por gran cantidad de rocas fragmentadas. Se localizan en todo el Estado y predominan sobre otros suelos en la parte norte en los Municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez, Solidaridad, la parte norte de Felipe Carrillo Puerto y unas pequeñas áreas en la parte más al noroeste de José María Morelos. Como suelos asociados se encuentran constituyendo al menos el 20% de los suelos de Cozumel y el centro y sur del Estado. Ceballos (1993),

reporta que en estos suelos la vegetación que se desarrolla es la selva mediana subperennifolia.

Leptosol réndrico (LPk): corresponden en la clasificación maya a los suelos Pus-Lu'um. Son suelos de color café con menos de 60 cm de espesor, tienen un horizonte A móllico que contiene o está situado inmediatamente encima del material calcáreo, presentan pedregosidad en menor cantidad que los suelos anteriores y su textura es principalmente franca. Estos suelos predominan en la parte centro del Estado en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y en la Isla de Cozumel. Su predominancia va disminuyendo hacia el sur y como suelos asociados constituyen un grupo importante en el municipio de Othón P. Blanco. Ceballos (1993), indica que la vegetación que se desarrolla en estos suelos es la selva mediana subperennifolia y selva baja subperennifolia.

Gleysol (GL)

De la palabra local rusa *gley*: masa de suelo pastosa, pantanoso, connotativo de un exceso de agua. Nombre equivalente en la clasificación maya: Ak'alche. Son suelos húmedos característicos de las depresiones de las regiones con climas húmedos. Son pantanosos o inundados a menos de 50 cm de profundidad la mayor parte del año, debido al ambiente reductor, los horizontes superficiales desarrollan coloraciones grises, azulosas o verdosas. Se forman a partir de materiales no consolidados y de los depósitos aluviales que presentan propiedades flúvicas; muestran moteados, propiedades gléicas, sus horizontes de diagnóstico son un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico y un horizonte cálcico. Los gleysoles se encuentran distribuidos principalmente en las partes bajas de las planicies, en depresiones o bajos con pendientes menores al 1%. Se ubican en el municipio de Othón P. Blanco principalmente; en la parte norte del Estado se localizan unas áreas importantes al norte del municipio de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas y en el extremo este del municipio de Felipe Carrillo Puerto. Estos suelos se localizan con vegetación de selva baja subcaducifolia, selvas bajas inundables, sabanas, tasistales y tintales (Ceballos, 1993).

En Quintana Roo las subunidades presentes son:

Vertisol eútrico (VRe): tienen un grado de saturación (por NH_4Oac) del 50% como mínimo, en una profundidad comprendida entre 20 y 50 cm a partir de la superficie; sin un horizonte cálcico o gypico. Se localizan principalmente en las zonas de Naranja Poniente, Coroso, Petén Tulix, Guadalupe Victoria, Lázaro Cárdenas, Sergio Buitrón Casas, Álvaro Obregón, Javier Rojo Gómez, y sur de Caobas en el sur del Estado, además, se encuentran pequeñas áreas en el centro-oeste del Estado (de Chunhuhub hacia el oeste y en las zonas al este de Dziuché).

Vertisol dístrico (VRd): Vertisoles que tienen un grado de saturación (por NH_4Oac) menor del 50% en una profundidad comprendida entre 20 y 50 cm; no presentan horizontes cálcico o gypico. Este tipo de suelo se presenta en unas pequeñas zonas entre Chunhuhub y Tampak así como al sur de Chiquilá asociado con los luvisoles.

Regosol (RG)

Del gr. *Rhegos*, debajo y *Zola*, ceniza; connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra. Nombre equivalente en la clasificación maya: Huntunich. Los regosoles se encuentran juntos o muy cerca de las costas del Estado, la

mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del Estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es: *Regosol calcárico (RGc)*: son calcáreos por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

Luvisol (LV)

Del lat. *Luere*, lavar, "*lessiver*"; connotativo de acumulación de arcilla. Nombre equivalente de la clasificación maya: K'ankab. Este tipo de suelos tienen un horizonte arcilloso que hace evidente un proceso continuo de lavado de bases. Tienen un horizonte argílico B con una saturación de bases mayor del 50%, capacidad de intercambio catiónico igual o superior a 24 cmol (+) Kg⁻¹, saturación de bases por amonio acetato del 50% o más en la totalidad del horizonte B. Carecen de horizonte A mólico. Pueden presentar un horizonte calcáreo, plintita, propiedades férricas o hidromorfos.

Los luvisoles se encuentran principalmente distribuidos en tres regiones del Estado una al norte del municipio de Lázaro Cárdenas, otra al norte de los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos y la tercera en el centro del Municipio de Othón P. Blanco. Los tipos de vegetación asociada a este tipo de suelo según reporta Ceballos (1993), es selva alta subperennifolia y selva media subperennifolia.

En el Estado se encuentran las subunidades siguientes:

Luvisol háplico (LVh): se caracterizan por tener un horizonte argílico B que no presenta colores café o rojo intenso; no presentan en una profundidad de 125 cm a partir de la superficie; carecen de propiedades vérticas y férricas; carecen de propiedades gléicas y estágnicas en una profundidad de 100 cm a partir de la superficie. Este subunidad de suelos se encuentra en una pequeña área comprendida en Sabana y San Francisco en el Municipio de José María Morelos.

Luvisol crómico (LVx): es la subunidad más abundante, se localiza en el norte del Estado al sur de Chiquilá; en el centro del Estado abarcan una gran zona comprendida entre el este de José María Morelos y el norte de Polyuc como suelos principales y asociados con los nitosoles y leptosoles; más al sur abarcan una zona entre Altos de Sevilla y San Román. Tienen un horizonte B argílico con colores café o rojo intenso, carecen de un horizonte cálcico.

Cambisol (CM)

Del latín tardío *cambiare*, cambiar: connotativo de cambios de color, estructura y consistencia. Nombre equivalente en la clasificación maya: Chac-Lu'um. Son suelos con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre en nutrientes y en ocasiones no existe. Muchos de ellos muestran estados tempranos de desarrollo. Tienen un horizonte cámbrico B y como horizonte de diagnóstico A ócrico o úmbrico o un horizonte

A móllico situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbrico con un grado de saturación (por NH_4Oac) menor del 50%.

Este grupo de suelos está presente en el Estado en la zona comprendida entre Tepich, San Ramón, Trapich y Tihosuco; y en menor proporción también se encuentran en Ixhil y Yaxché, cerca de la colindancia con Yucatán; en el Estado sólo se presenta la siguiente subunidad:

Cambisol crómico (CMx): son cambisoles que tienen un horizonte A ócrico y un grado de saturación (por NH_4Oac) del 50% o más, al menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie pero que no son calcáreos dentro de esa profundidad; tienen un horizonte B cámbrico de color pardo fuerte a rojo.

Solonchaks (SC)

Del ruso *sol*, sal y *chak*, connotativo de área salina. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Acumulación de sal soluble. No muestran propiedades flúvicas; tienen un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico, un horizonte cálcico o uno gypsico. En Quintana Roo se localizan a lo largo de toda la costa desde Punta Caracol hasta el sur de Xcalak, destacando una zona amplia en los alrededores de Laguna Muyil y en la costa de Cozumel.

Se identifican 3 subunidades de Solonchaks en Quintana Roo:

Solonchak háplico (SCH): con una capa superficial clara y pobre en materia orgánica y nutriente. Tienen un horizonte A ócrico; sin propiedades gléicas en una profundidad de 100 cm partiendo de la superficie. Estos tipos de Solonchak se ubican a todo lo largo de la costa del Estado y en el sur de Cozumel.

Solonchak móllico (SCm): Tienen un horizonte A móllico; con una capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y un buen contenido de materia orgánica; sin propiedades gléicas. Estos suelos se encuentran presentes en la Zona de las lagunas Muyil, Nopalitos, Chunyaxché, Campechén y Boca Paila, en la costa de la Laguna Mosquitero y al sur de Xcalak.

Solonchak gléico (SCg): Presentan propiedades gléicas dentro de una profundidad de 100 cm a partir de la superficie y que carecen de permafrost dentro de la profundidad de 200 cm a partir de la superficie. Con un subsuelo de varios colores posiblemente causada por la inundación del suelo en alguna parte de la mayoría de los suelos. Estos suelos se encuentran en la costa norte de Cozumel.

IV.3.6 Hidrología Superficial

Aproximadamente, el 69% de la superficie del Estado está comprendida en la región hidrológica No. 33 (Yucatán Este) a la cual pertenece el Municipio de Othón P. Blanco; la porción complementaria corresponde a la No. 32 (Yucatán Norte).



Regiones Hidrológicas. Fuente INEGI

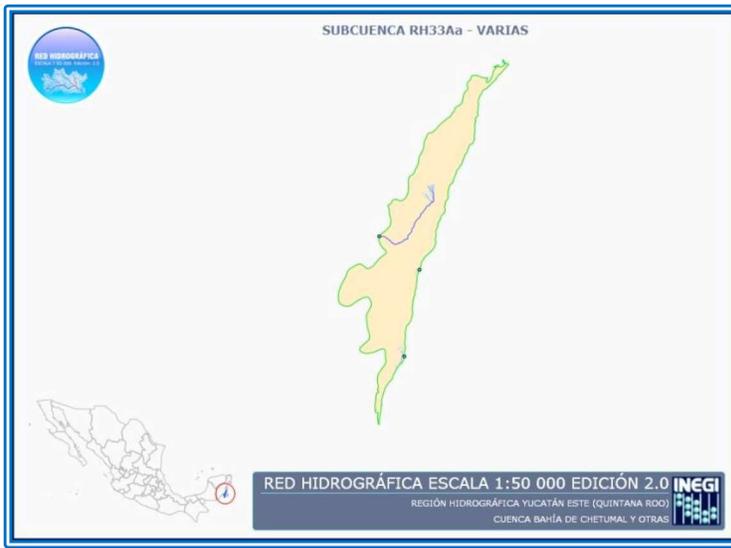
La principal corriente superficial es el Río Hondo, que nace en Guatemala con el nombre de Río Azul; su curso tiene una longitud total de 125 km y está orientado de noreste a suroeste; constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el Mar Caribe en la Bahía de Chetumal. Su cuenca tributaria tiene extensión total de 9,958 km², distribuida entre los países que la comparten como sigue: 4,107 km² corresponden a México; 2,873, a Guatemala, y 2,978, a Belice.

El río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1,500 millones de metros cúbicos (Mm³), estimándose que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m³/seg.; el otro 85% del volumen escurrido procede del subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m³/seg. El agua del río tiene salinidad del orden de 700 p.p.m. (UQROO, PEOT).

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 y Chunyaxché, que son permanentes debido a que en ellas aflora la superficie freática. La laguna de Bacalar, la de mayor extensión, tiene longitud de unos 50 Km. Y ancho de 2 a 3 Km. La isla de Cozumel carece totalmente de red de drenaje superficial.

El área del Sistema Ambiental en el que circunscribe el proyecto denominado "Casa de los Sueños", se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica denominada "Yucatán Este (Quintana Roo), con el número identificador 33 y la Clave de Región Hidrológica RH33, abarcando un área de 39,089.46 km² y un perímetro de 1,889.22 km.

Dentro de esta encontramos que se circunscribe la Cuenca denominada Bahía de Chetumal y Otras con Clave de Cuenca A, abarcando un área de 20,807.93 km² y un perímetro 1,580.67 km.



Subcuenca RH33Aa – Bahía de Chetumal. Fuente: INEGI.

Dicho Sistema Ambiental se encuentran inmerso dentro de la subcuenca hidrográfica RH33Aa, Varias /Cuenca Bahía de Chetumal y otras /R.H. Yucatán Este (Quintana Roo) la cual presenta las siguientes características:

En la base de datos de INEGI posee el número identificador 289, su clave de subcuenca compuesta es RH33Aa de la Región Hidrográfica RH33 Yucatán Este (Quintana Roo) y en la Cuenca denominada “Bahía de Chetumal y Otras”, con Clave de Cuenca Compuesta A y Clave de Subcuenca a, recibiendo el nombre de Subcuenca “Varias”, siendo un tipo de subcuenca Exorreica siendo el lugar principal hacia donde drena la subcuenca RH33Ac “Bahía de Chetumal”. Tiene solamente una descarga de drenaje principal, siendo el Mar Caribe su punto de drenaje secundario.

El perímetro que abarca la subcuenca es de 340.97 km y un área de 1432.68 km², teniendo una densidad de drenaje de 0.0525 y un coeficiente de compacidad de 2.5403. La longitud promedio de flujo superficial de la Subcuenca es de 4.761904761904762 km.

La subcuenca no posee una elevación máxima ni una elevación mínima debido a que se encuentra a nivel del mar. La pendiente media es de 0.0000001719 %, su Elevación Máxima en Corriente Principal es de 10 m y la mínima es de 2 m, la Longitud de la Corriente Principal es de 33690 m, su pendiente es de 0.023 % y la Sinuosidad es de 1.3320866725151.

IV.3.7 Balance Hidrometeorológico

Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 Mm³, que en su mayor parte se precipita durante los meses de mayo a octubre, adicionalmente ingresa a la Entidad por su borde sur el escurrimiento superficial que el río Hondo colecta en territorio de Guatemala y Belice; considerando el área de la cuenca que corresponde a esos países, se estima que esta aportación es del orden de 500 Mm³/año.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la poca pendiente topográfica del terreno, alrededor de 80% de la precipitación pluvial se infiltra; el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua: áreas de inundación, lagunas y cenotes.

IV.3.8 El Acuífero

Formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene espesor máximo del orden de 400 m. La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos, y bajos en los estratos de caliza masiva. A lo largo del tiempo, estas características originales han sido modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria, que varía dentro un amplio rango de valores altos y presentan una distribución espacial muy irregular, tanto en el área como en sentido vertical, a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos. A escala estatal se trata de un acuífero de tipo freático y con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas.

La descarga natural del acuífero ocurre casi íntegramente en la porción baja de la llanura y en la faja costera, sus componentes son: la evapotranspiración, el caudal base del río Hondo y el caudal subterráneo que escapa de la Entidad. La transpiración de las plantas extrae gran cantidad de agua del acuífero en las porciones oriental y norte del Estado, donde la superficie freática se halla a profundidades menores de unos 15 metros. La evaporación directa del agua subterránea es muy significativa en todos aquellos cenotes, lagunas permanentes y áreas de inundación donde aflora aquella superficie, los cuales están ampliamente distribuidos en las porciones centro-oriental y norte del Estado. El volumen anual de descarga que corresponde a estos dos componentes, no cuantificables separadamente, se estima en 6,300 mm³.

Los acuíferos de Quintana Roo se explotan por medio de varios cientos de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones centro-oriental y norte del Estado. Las captaciones más numerosas son norias que extraen pequeños caudales para usos agrícola, doméstico y abrevadero, en número mucho menor, pozos con profundidades de 40 a 100 metros suministran gastos de 30 a 70 l.p.s. a los principales núcleos de población; bombas instaladas en algunos cenotes sacan agua para diversos usos. En el área Álvaro Obregón-Pucté, se construyeron 120 pozos para sustentar el desarrollo de la zona cañera, los pozos tienen profundidades de 30 a 250 metros y en su aforo proporcionaron caudales de 30 a 200 l.p.s.

Por su importancia destacan las baterías que abastecen a los desarrollos turísticos de Cancún y Cozumel, cuya construcción se llevó a cabo con especial cuidado para prevenir la intrusión salina vertical. La zona de Cancún es alimentada por varias baterías, que en conjunto constan de 75 pozos y suministran un caudal del orden de 900 l.p.s. En la isla de Cozumel la población y la zona turística reciben agua de una batería de 100 pozos, los cuales tienen profundidades de 10 a 15 metros, y aportan gastos de 1 a 3 l.p.s. cada uno.

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 del Estado, 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.



Circulación natural del agua. Fuente: CNA

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 franja de 10 a 50 Km de ancho a partir de la costa, rango en el que se encuentra el proyecto; 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.

Actuando simultánea y alternadamente, la recarga y la descarga del acuífero provocan oscilaciones estacionales de sus niveles de agua, abatimiento en los estiajes y ascenso en la temporada de lluvias, cuya magnitud es de apenas unos cuantos decímetros en las porciones norte y centro de la entidad; además la evapotranspiración, los cambios en la presión atmosférica y la influencia de las mareas en la faja costera, provocan fluctuaciones piezométricas diarias y estacionales, de unos cuantos centímetros a unos cuantos decímetros. Pese a su reducida magnitud, estas pequeñas oscilaciones son de consideración, porque provocan fuertes movimientos de la interfase que separa el agua dulce del agua marina (la interfase salina) y, en consecuencia, hacen variar notablemente el espesor aprovechable del acuífero, ya de por sí muy reducido en gran parte del estado; la importancia práctica de este fenómeno se pone de manifiesto si se toma en cuenta, por ejemplo, que en respuesta a un abatimiento de 10 centímetros del nivel freático, la interfase salina asciende 4 m en el mismo sitio y el espesor saturado de agua dulce decrece en la misma medida.

No se ha registrado tendencia progresiva descendente de los niveles, pero dada la irregular frecuencia de su observación, no se descarta la posibilidad de que en las zonas de mayor concentración de pozos se estén originando abatimientos progresivos, como podría ser el caso en el área donde se encuentran las baterías de pozos que abastecen a Cancún y a Isla Mujeres.

En condiciones naturales, la posición de los niveles del agua con respecto a la superficie del terreno depende de la topografía. En la porción continental del estado la profundidad a los niveles aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde una fracción de metro hasta más de 120 metros; es menor que 5 metros dentro de una faja costera de 50 Km. A partir de la costa; de 5 a 20 metros en el resto de la llanura; y de 20 a 120 metros en el área de lomeríos. En Cozumel, la superficie freática oscila a profundidades menores que 3 metros en la faja costera y de 3 a 5 metros en el resto de la isla.

Balance del Acuífero

El acuífero de Quintana Roo recibe un volumen medio anual del orden de 13,350 Mm³ de agua, originado por infiltración dentro de la propia Entidad, y descarga un volumen equivalente integrado como sigue: 6,300 Mm³ retornan a la atmósfera por evapotranspiración, 850 afloran en el cauce del río Hondo, 1,350 pasan subterráneamente a Yucatán, 4,500 escapan al mar y 350 son extraídos por las captaciones. Por su parte el acuífero de Cozumel tiene una recarga media de 144 Mm³ y una descarga natural del orden de 710 Mm³, compuesta por el volumen evapotranspirado y por la descarga subterránea al mar.

De los balances anteriores se infiere que la explotación prácticamente no ha modificado el estado natural del acuífero y, por tanto, que se está fugando del mismo casi la totalidad del volumen renovable. La disponibilidad permanente del agua subterránea, es menor que la recarga apuntada, ya que cualquier reducción significativa del caudal que fluye hacia al mar, se traduciría en un desplazamiento importante de la interfase salina hacia tierra adentro, mientras que la descarga por evapotranspiración sólo puede disminuirse sustancialmente eliminando la vegetación nativa o produciendo fuertes abatimientos de la superficie freática, que no son permisibles porque provocan el ascenso del agua salobre subyacente.

En tales condiciones, no puede interceptarse íntegramente, mediante captaciones, el volumen de agua descargado por el acuífero; no obstante se estima que por lo menos unos 2,500 Mm³ podrían bombearse anualmente sin inducir efectos perjudiciales, siempre y cuando los pozos sean adecuadamente distribuidos, diseñados y operados.

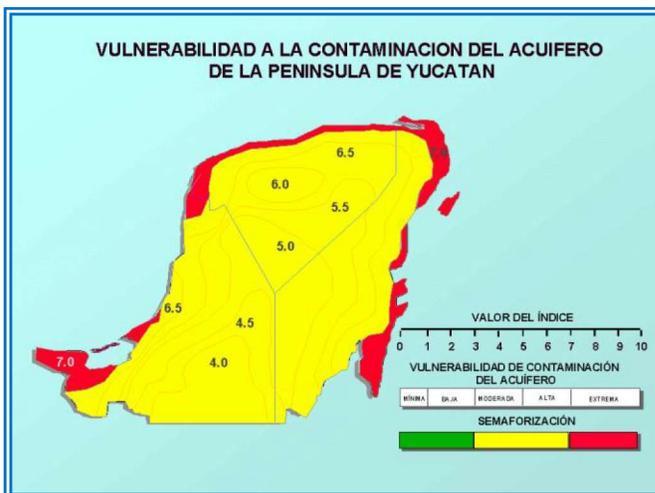
Vulnerabilidad del Agua Subterránea

El acuífero de la Península es altamente vulnerable a la contaminación debido a las condiciones geohidrológicas propias de la zona, lo que resulta en la mala o buena calidad del agua subterránea. La contaminación puede ser de origen natural o antropogénica.

Las características hidráulicas y la cuantiosa recarga del acuífero propician el rápido tránsito hacia el subsuelo de los contaminantes orgánicos; sin embargo, la presencia de grandes flujos subterráneos evitan su acumulación. A diferencia de las condiciones que

hayamos en otros sitios del país, en la Península este proceso de deterioro es reversible, la calidad del agua que se ha deteriorado puede recuperarse al corto plazo, al cesar desde luego lo que produjo el deterioro.

La gran dinámica que presenta el agua del acuífero de la Península de Yucatán ha propiciado que el fenómeno de intrusión salina se lleve a cabo de manera estacional dependiente de la cantidad de agua de lluvia recargada, así, en la temporada de estiaje es de esperarse invasiones relativas de agua de carácter oceánico bastante tierra adentro, entre 10 y 20 Km tierra adentro al norte de Tizimín, y en la costa oriental de Quintana Roo se reportan vaivenes estacionales de 10 a 15 km. La salinidad de agua es el factor que condiciona el aprovechamiento del acuífero ya que el riesgo de provocar el ascenso de agua salada subyacente impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y, por tanto, a sus caudales de extracción, desaprovechando así, en gran parte, la capacidad transmisora del acuífero. De acuerdo a lo anterior la CNA ha establecido una semaforización de acuerdo a la vulnerabilidad del acuífero, que esta relacionada a la dirección de los contaminantes hacia la costa y a la capa de agua dulce disponible en la zona.



Vulnerabilidad del acuífero. Fuente: CNA

De acuerdo a la figura anterior las costas de Quintana Roo se encuentran señaladas con un valor de 7, el cual representa una vulnerabilidad a ser modificadas o contaminadas, debido a que en estas zonas descarga la mayor parte de las aguas subterráneas que son susceptibles a ser contaminadas en el trayecto hacia las costas. En el resto del Estado la semaforización va de un valor de 5 a 6.5, que corresponde a una vulnerabilidad alta, esto debido principalmente a las características geológicas y de permeabilidad.

Aprovechamiento de Aguas Superficiales

En la región hidrológica 32 no existen escurrimientos superficiales susceptibles de aprovecharse, ya que la red de drenaje sólo consta de algunos arroyos efímeros de corto recorrido que fluyen hacia las depresiones topográficas, donde la acumulación de materiales arcillosos da lugar a la formación de pequeñas lagunas.

Aprovechamiento de Aguas Subterráneas

Debido al poco aprovechamiento que se tiene de las aguas superficiales, el subsuelo se convierte en la única fuente permanente de agua dulce que posee la región XII; de aquí se desprende la importancia vital del agua subterránea en la región, siendo el recurso que complementa a las aguas meteóricas en la práctica de la agricultura y el que sustenta el desarrollo de los demás sectores. Gracias a la abundante precipitación pluvial de la región y a las peculiares características topográficas y geológicas de la Península de Yucatán, el volumen renovable del acuífero es muy superior a las demandas de agua esperadas a largo plazo; sin embargo, el acuífero es vulnerable y su captación enfrenta severas restricciones debido al riesgo de provocar su contaminación y salinización por ascenso del agua de mala calidad e intrusión de agua marina. Así, los principales problemas geohidrológicos están relacionados con la calidad, más que con la cantidad del recurso.

La recarga del acuífero tiene lugar durante los meses de mayo a octubre y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. La recarga por unidad de área es más abundante en la llanura que en el área de lomeríos, porque en aquella es menos densa la cobertura vegetal, más delgada la franja arcillosa y mayor el desarrollo cárstico superficial. Del total de agua pluvial que recibe actualmente la región ($176,785 \text{ mm}^3$), alrededor del 82% ($144,964 \text{ mm}^3$) se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de este gran volumen ingresa al acuífero; el 18% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua: áreas de inundación, lagunas y cenotes; se estima que aproximadamente el 77.46% del agua infiltrada $111,292 \text{ mm}^3$ es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y gradualmente extraída por la transpiración de las plantas, el otro 22.54% restante ($32,672 \text{ mm}^3$) constituye la recarga efectiva del acuífero de la región.

El acuífero se explota por medio de varios miles de alumbramientos, localizados dentro de las regiones hidrológicas que componen la región administrativa No. XII; los tipos de captación son norias, pozos someros y pozos profundos que se utilizan para diferentes usos como son: el público urbano, el agrícola ganadero, el industrial, el de generación de energía eléctrica, el de acuacultura, así como el de recreación y turismo.

Estratigrafía de la zona:

En las Memoria del El Sistema Hidrológico de Quintana Roo, publicadas con motivo del Foro Estatal de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (Playa del Carmen, 30 y 31 de Octubre de 2006), al hablar de la franja costera de Costa Maya se vierte la siguiente información:

Distancia a la línea de costa (Km)	Gastos de extracción en (lps) / Prof. de los pozos de captación (m)		
	5	10	15
5	<5	—	—
10	<15	<12.5	<10
20	<30	<25	<20

"La estratigrafía del agua subterránea consiste de una cuña de agua dulce con una profundidad de hasta 10 metros cerca de la costa y un aumento lineal de un metro cada 7 metros hacia el interior, comparado con los modelos tradicionales que sugieren una profundidad mucho menor cerca de la costa y un aumento cuadrático hacia el interior. Eso indica que la forma de la cuña está controlada por la presencia de los conductos. "

Fuente: Operación del Acuífero costero en Memoria del El Sistema Hidrológico de Quintana Roo

De acuerdo con esta información, se indica que, del kilómetro 0 al kilómetro 5 de la línea costera a partir de la pleamar y hacia tierra adentro, hay una profundidad $>0 \leq 5$ metros. No hay un consenso pues las diversas fuentes, todas científicas y confiables, varían de ≤ 0 a 5 metros de profundidad hasta 15 metros de profundidad, pero definitivamente, la penetración de la cimentación de la cisterna y la cimentación de la vivienda propuestos para el proyecto "Casa de Sueños", no llegan al nivel del acuífero mínimo encontrado en las prospecciones citadas, por lo que no interfiere en la dinámica del mismo.

IV.4 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS BIOLÓGICOS DONDE SE UBICA EL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO "CASA DE SUEÑOS" (FRACCIÓN 24, LOTE 13/23).

IV.4.1 Vegetación

En Quintana Roo, la riqueza de ecosistemas está presente a través de toda su geografía, siendo los de tipo selvático los dominantes. Estos bosques tropicales usualmente presentan una estructura compleja que se manifiesta en la distribución de especies en distintos estratos. Los elementos arbóreos manifiestan amplias copas, mismas que al entremezclarse unas con otras llegan a integrar un paisaje sumamente denso. Esta intrincada relación hace que el aprovechamiento de las especies o la caída natural de los árboles sean eventos masivamente destructivos.

El valor de la vegetación en el Estado no solamente está representado en las selvas, sino también en los ecosistemas costeros, en los que se manifiesta una vegetación que alcanza una menor altura y que están representados por una serie de ecosistemas en donde se ve claramente la influencia de la línea litoral. De esta manera, se da lugar a la vegetación de duna costera y los manglares, zonas de exuberante belleza y en las cuales se desarrolla el motor económico de la región, las actividades turísticas.

Miranda (1958), señaló que en Quintana Roo se distribuían tres importantes tipos de vegetación. Asimismo, se menciona que estas comunidades vegetales fueron definidas como agrupaciones primarias óptimas; es decir, correspondientes con grandes áreas cubiertas de vegetación natural cuya característica primordial es que no estaban sujetas a la modificación por las actividades humanas. La distribución de la vegetación del Estado fue representada mediante un plano general, en donde se señaló a la Selva Alta (o Mediana) Subperennifolia como aquella de más amplia distribución, ya que se extendía en prácticamente el 90% de la superficie del Estado. Lo cual comprende desde la zona muy al Norte de Puerto Juárez y se extiende hacia el Sur, incursionando dentro del territorio de los países de Guatemala y Belice. Por su parte, la Selva Alta (o Mediana) Subdecidua fue señalada con una distribución que se restringe hacia la zona Centro de la Península de Yucatán, por lo que coincide con la zona limítrofe con Yucatán. Finalmente, la Selva Baja Decidua se manifiesta tan solo como un pequeño manchón de vegetación ubicado en una zona al Norte de Puerto Juárez.

En cuanto a las características generales de la vegetación este mismo autor, señala que la Selva Alta (o Mediana) Subperennifolia es un ecosistema que "alcanza los 25 a 35 m de altura, la precipitación pluvial en esta región es de unos 1000-1500 mm anuales. Las lluvias son abundantes en el verano (mayo a noviembre), pero es de notar que en toda la temporada seca tiene siempre algo de precipitación. La selva se desarrolla sobre suelos relativamente bien drenados, ya sean casi planos o en las laderas de los cerros bajos o colinas. Se considera que la especie más característica es *Manilkara zapota* (chicle)". La Selva Alta (o Mediana) Subdecidua, es una vegetación que "alcanza entre 25 y 30 m de altura. La precipitación es menor que el tipo anterior y varía entre los 1000-1200 mm anuales. Las lluvias también se manifiestan en el verano, pero con una temporada seca más larga (noviembre a mayo). Asimismo, la selva se desarrolla en suelos rocosos, calizos, ya de ladera o planos, generalmente con suelo somero, salvo en las hondonadas. Se considera que la especie más característica es *Vitex gaumeri* (Ya'axnik). Finalmente, la Selva Baja Decidua se describe como una comunidad que "alcanza una altura que oscila entre 8 y 15 m de altura, pero a veces algo más baja (6 m), distinguiéndose por la continua presencia de la elegante palma *Pseudophoenix sargentii* (Yaxhalche o Kuká).

Flores y Espejel (1994), modifica de manera ligera la distribución de la vegetación propuesta por Miranda 36 años atrás, al añadir tres elementos de importancia como son: la vegetación de las zonas costeras que incluye a la duna costera y manglar. Así como la existencia de zonas bajas sujetas a inundación hacia el interior de la zona continental que se reconocen como propias para la distribución de asociaciones de hidrófitos. Las denominadas agrupaciones óptimas definidas por Miranda han reducido en tal medida su área geográfica y han sido remplazadas por comunidades no óptimas como son los acahuals o zonas de vegetación con estado de desarrollo secundario. De hecho, de acuerdo con estos autores, en la Península de Yucatán la vegetación dominante es aquella que tiene un origen secundario.

▪ *Tipos de Vegetación*

La vegetación de Quintana Roo está constituida exclusivamente por asociaciones vegetales de clima cálido, mismas que se distribuyen acordes con la geomorfología de la Península de Yucatán; es decir, que se manifiestan a manera de amplias franjas dependientes de la antigüedad geológica de los mantos rocosos; por lo que existe una gradación no solo en el sentido Norte-Sur sino también en el Este-Oeste.

De manera general, puede decirse que la vegetación mejor desarrollada (árboles de mayor altura y corpulencia) tenderá a ubicarse en aquellas áreas que se encuentran ubicadas hacia el interior del Estado. Se puede confirmar que hacia la zona Sur se tiene una vegetación que alcanza la mayor altura y con árboles de mayor corpulencia: De igual manera, en una dirección hacia el Oeste y a medida que la influencia del Mar Caribe deja de tener importancia en las comunidades, se gana altura y corpulencia de las especies que se distribuyen en las selvas.

Las generalizaciones anteriores tienen sus excepciones, ya que la orografía del Estado es correspondiente con un carácter ondulado y carente de verdaderos accidentes geomorfológicos lo que resulta en una topografía sensiblemente plana.

Por otra parte, se debe mencionar que todo este territorio se ubica en la zona de influencia de cinco importantes Bahías (Chetumal, Espíritu Santo, La Ascensión, la que forma el Sistema Lagunar de Chacmuhuch y el Sistema de Lagunas Nueva, Limbo y Conil). Por lo que de manera definitiva, este factor se habrá de reflejar directamente en los tipos de vegetación de la zona, ya que las variaciones en el nivel de inundación del terreno, condicionan la distribución de distintas comunidades vegetales adaptadas precisamente a esta condición.

Por lo tanto, el nivel de saturación del sustrato se debe considerar como factor para entender la distribución de los tipos de vegetación de la región, teniendo por lo tanto que las especies tenderán a desarrollarse acordes con terrenos elevados y no sujetos a inundación, en comparación con aquellas que son propias de terrenos bajos e inundables, ya sea las que son comunes en cuerpos de agua permanentes, o de aquellas que están sujetas a inundación temporal.

De acuerdo a los criterios anteriores, se puede efectuar la clasificación de la vegetación de la región, por lo que en las zonas elevadas y no sujetas a períodos de inundación se considera la distribución de la Selvas (en sus distintas variantes) y a la Vegetación de Duna costera (en sus distintas variantes).

Por otra parte, en las zonas bajas e inundables se habrán de integrar aquellas especies de plantas tolerantes a esta misma condición, por lo que se puede desarrollar la *Vegetación acuática facultativa*, que para la zona se integra por las Selvas inundables, Manglares, Saibales y Tulares (ocasionalmente al conjunto de estos dos últimos tipos de vegetación se les conoce localmente como *Sabanas*).

Un segundo integrante de la vegetación sujeta a inundación comprende a las especies que permanecen sumergidas, emergentes o flotantes en los cuerpos de agua, denominadas

como vegetación acuática estricta, que corresponde a la vegetación de cuerpos de agua permanentes marinos y dulceacuícolas.

Por otra parte, dentro de todos los tipos de vegetación que han sido señalados, se deberán considerar importantes áreas de vegetación modificada por las distintas actividades productivas y por afectaciones de carácter natural, mismas que se denominan de manera genérica como Vegetación con estado de desarrollo secundario.

En la siguiente Tabla se resumen los tipos de vegetación del Estado de Quintana Roo (PEOT-UQROO, 2001).

Tabla. Ecosistemas y asociaciones vegetales en Quintana Roo (Fuente: PEOT-UQROO, 2001)

ECOSISTEMAS	ASOCIACIONES TÍPICAS
Vegetación Acuática Estricta	a) Seibadal. b) Vegetación en cuerpos de agua dulce.
Vegetación de Duna Costera o Vegetación Halófila	a) Vegetación costera con influencia lagunar. b) Vegetación pionera con <i>Cakile yucatanens</i> , <i>Sporobolus virginicus</i> y <i>Sesuvium portulacastrum</i> . c) Costa rocosa con <i>Strumpfia maritima</i> y <i>Conocarpus erectus</i> (mangle botoncillo). d) Matorral costero con <i>Suriana maritima</i> , <i>Scaevola plumierii</i> y <i>Tournefortia gnaphalodes</i> . e) Matorral costero con <i>Bumelia americana</i> y <i>Pithecellobium keyense</i> . f) Matorral costero con <i>Coccothrinax readii</i> (Nakax), <i>Coccoloba uvifera</i> (uva de mar) y <i>Metopium brownei</i> (chechen). g) Matorrales con <i>Ernodea littoralis</i> . h) Palmares con <i>Thrinax radiata</i> (chit). i) Palmares de cocotero (<i>Cocos nucifera</i>). j) Selva baja costera con <i>Thrinax radiata</i> (chit) y <i>Metopium brownei</i> (chechen).
Vegetación de Manglar	a) De franja marino con <i>Rhizophora mangle</i> . b) De franja lagunar con <i>Rhizophora mangle</i> . c) Marisma con manglares dispersos con <i>Rhizophora mangle</i> . d) Chaparro con <i>Rhizophora mangle</i> . e) Enano con <i>Rhizophora mangle</i> . f) Con <i>Conocarpus erectus</i> . g) Con <i>Avicennia germinans</i> . h) Mixto. i) Petenes.
Sabanas o Vegetación Acuática Facultativa	a) Saibal (asociación con <i>Cladium jamaicense</i>). b) Tular (asociación con <i>Typha angustifolia</i>).
Vegetación Arbórea en Bajos Inundables	a) Selva baja inundable con <i>Bucida buceras</i> (Pucté) y <i>Croton arboreus</i> (cascarillo). b) Selva baja inundable con <i>Bucida buceras</i> (Pucté) y <i>Buxus bartlettii</i> .

ECOSISTEMAS	ASOCIACIONES TÍPICAS
	c) Tintales con <i>Haematoxylon campechianum</i> (palo de Campeche).
Vegetación Arbórea Baja (8 a 12 m de altura) o Modificada	a) Selva baja subcaducifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit), <i>Vitex gaumeri</i> (Ya'axnik), <i>Manilkara zapota</i> (chicozapote). b) Selva baja subcaducifolia con <i>Pseudophoenix sargentii</i> (palma kuka) y <i>Beaucarnea ameliae</i> (despeinada). c) Vegetación arbórea o arbustiva con desarrollo secundario.
Vegetación Arbórea Media (15 a 20 m de altura)	a) Selva mediana subcaducifolia con <i>Lysiloma latisiliquum</i> y <i>Metopium brownei</i> . b) Selva mediana subperennifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit).
Vegetación Arbórea Alta (25 ó más m de altura)	a) Selva mediana (alta) subperennifolia con <i>Cryosophila stauracantha</i> (Huano kum). b) Selva mediana (alta) perennifolia con <i>Orbignya cohune</i> .
Áreas Deforestadas	a) Sascaberas, caminos, zonas urbanas, etc.
Zonas Productivas	a) Actividades agropecuarias.

Tabla. Especies endémicas de la Península de Yucatán distribuidas en Quintana Roo (Fuente: PEOT-UQROO, 2001)

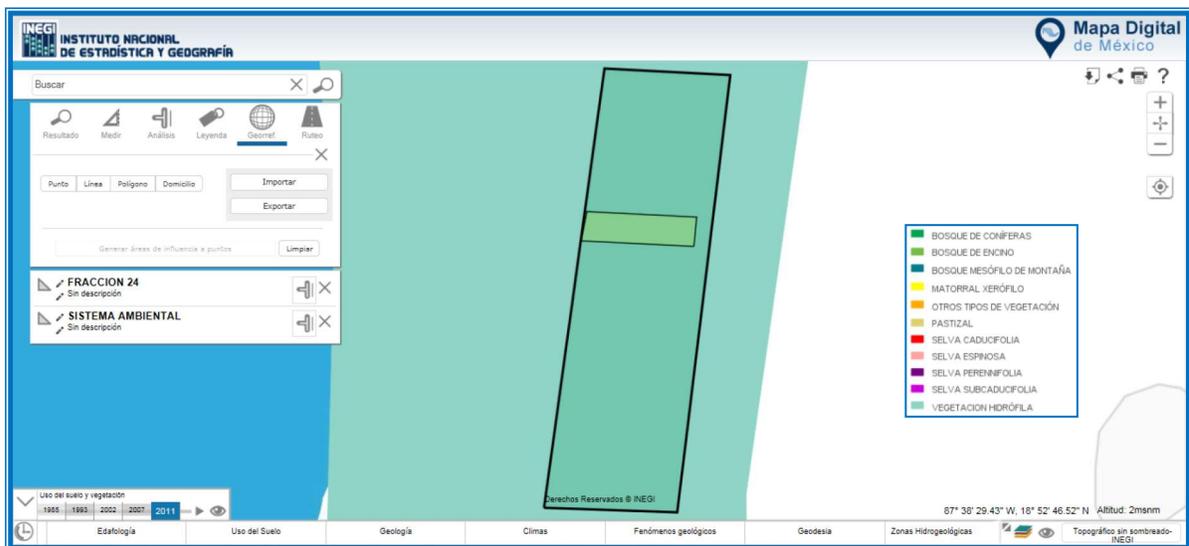
FAMILIA	ESPECIE
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i> Hemsl. <i>Justicia breviflora</i> (Nees) Rugby
Apocynaceae	<i>Echites yucatanenses</i> Millsp. <i>Thevetia gaumeri</i> Hemsl.
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i> Quero <i>Sabal japa</i> Wright ex Beccari <i>Thrinax radiata</i> Lodd ex H.A. & Schult.
Asclepiadaceae	<i>Mateleia belizensis</i> (Lundell & Standl) Wodson
Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i> Britton & Rose
Celastraceae	<i>Rhacoma gaumeri</i> (Loes) Standl.
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i> Standl.
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus souzae</i> McVaugh <i>Croton glandulosepalus</i> Millsp. <i>Jatropha gaumeri</i> Greenm. <i>Sebastiania adenophora</i> Pax & Hoffm.

FAMILIA	ESPECIE
Fabaceae	<i>Acacia dolicostachya</i> Blake <i>Acacia gaumeri</i> Blake <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm. <i>Caesalpinia yucatanenses</i> Greenm <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.
Flacourtiaceae	<i>Samyda yucatanenses</i> Millsp.
Liliaceae	<i>Beaucarnea ameliae</i> Lundell
Loranthaceae	<i>Struthanthus cassyoides</i> Millsp. Ex Standl.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.
Malvaceae	<i>Bakeridesia yucatanana</i> (Standl.) Bates <i>Hampea trilobata</i> Standl.
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i> Standl.
Passifloraceae	<i>Pasiflora suberosa</i> L.
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> (L.) Rolfe
Rubiaceae	<i>Asemannthe pubescens</i> Hook <i>Machaonia lindeniana</i> Baillon <i>Randia longiloba</i> Hemsl.
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i> (Standl.) Lundell <i>Serjania yucatanensis</i> Standl. <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.
Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i> Standl.

Especies vegetales en la NOM-059 distribuidas en Quintana Roo
(Fuente: PEOT-UQROO, 2001)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Especies Amenazadas		
Liliaceae	<i>Beaucarnea ameliae</i> Lundell	Despeinada
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq. <i>Spondias radlkefori</i> Standl.	Kulinche' Jobo
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i> Quero <i>Thrinax radiata</i> Lood. Ex H.A. & H.H. Schult. <i>Pseudophoenix sargentii</i> Wendland ex Sargent	Nakax Chit Palma Kuká
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> Nicholson <i>Mastichodendron capiri</i> <i>Calophyllum brasiliense</i> <i>Astronium graveolens</i>	Primavera Caracolillo Bari Jobillo
Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i>	Zamia

Especies Raras		
Cactaceae	<i>Aporocactus flagelliformis</i> (L.) Lamaire	Cola de Rata
Especies bajo protección especial		
Combretaceae	<i>Conocarpus erecta</i> L. <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaert.	Mangle botoncillo Mangle blanco
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle rojo
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Mangle negro
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro



Tipo de vegetación que se encuentra dentro del área de Influencia del Sistema Ambiental, según la clasificación del INEGI.

IV.4.2 FAUNA

Entre los estudios sobre la fauna quintanarroense se encuentran: La información sobre la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (Navarro y Robinson, 1990), y los registros hechos por el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), que cuentan con una base de datos de los registros de todo el Estado.

- *Avifauna*

Para la ornitofauna, Paynter (1955), quien visitó la Península de Yucatán, realizó un listado de especies para los tres Estados; Blake (1953) presenta una distribución de aves a nivel nacional incluyendo las localizadas en la Península de Yucatán; Robbins et al, (1983), menciona las especies que se reproducen en Norteamérica y que migran a través del área de la Península de Yucatán; el Checklist de aves de la American Ornithologist's Union (1983), presenta información de distribución y aspectos de localización de especies en el área.

El Estado es rico en especies de aves, en este territorio se observan muchas especies del Norte y del Sur; es decir, es una zona de confluencia de las zonas neártica y neotropical; la gran variedad de ambientes y diferentes tipos de vegetación son el sitio ideal para el refugio y alimentación de una gran variedad de aves; en el estado se han reportado 338 especies representadas en 45 familias, entre las que podemos distinguir aves endémicas, es decir aquellas que residen en la región durante todo el año, aves que emigran del Norte para pasar el invierno en la zona y aves de paso.

- *Peces*

El grupo de los peces está representado en el Estado por una gran variedad de especies, tanto marinas como de agua dulce, los cuerpos de agua interiores poseen una gran diversidad de peces; de esta manera tenemos que para Quintana Roo se reportan 86 especies de peces continentales que se distribuyen en 30 familias; muchas de estas especies tienen un alto valor comercial y constituyen importantes pesquerías.

- *Anfibios y Reptiles*

Para anfibios y reptiles, en el Estado se han realizado varios estudios, como el de Lee (1980), quien hizo un análisis de la distribución de la herpetofauna de la Península de Yucatán; También Smith y Smith (1977); Smith y Taylor (1945, 1948 y 1950) proporcionan guías de identificación de reptiles y mencionan especies de esta región.

El Estado cuenta con una gran variedad de reptiles: se han reportado 95 especies que se distribuyen en 14 familias; contrariamente a lo que se cree, la mayoría de los reptiles son útiles ya que ayudan a mantener el control de algunos organismos considerados plagas como son los ratones y langostas, solamente algunas especies son peligrosas. Se registran dos especies endémicas: La tortuga pochitoque (*Kinosternon creaseri*) y la lagartija cozumeleña (*Sceloporus cozumelae*).

- *Mamíferos*

El estudio de la mastofauna de la Península de Yucatán que sentó las bases del conocimiento moderno de la fauna peninsular es el de Gaumer (1917); sin embargo, el conocimiento de los mamíferos de Quintana Roo posterior a dicho estudio ha sido fragmentario, no existen estudios sistemáticos para la mastofauna.

En Quintana Roo se han reportado 79 especies de mamíferos, distribuidos en 23 familias. Podemos mencionar algunas especies endémicas como: la Ardilla Yucateca (*Sciurus yucatanicus*), el Murciélago Amarillo Yucateco (*Rhogeessa aeneus*); el Murciélago Mastín (*Molossus bondae*) y el Mapache Enano (*Procyon pygmaeus*), estos dos últimos confinados a Cozumel.

La estacionalidad en mamíferos, anfibios y reptiles es difícil determinarla, excepto en algunas especies de murciélagos y tortugas marinas, para algunos organismos, en el hábitat se presentan barreras geográficas y antropogénicas que les impiden grandes desplazamientos anuales. Se observa que aún existen especies con requerimientos de áreas grandes, como el Jaguar (*Panthera onca*), Venado Cola Blanca (*Odocoileus*

virginianus yucatanensis), el Flamenco o Flamingo Rosado (*Phoenicopterus ruber*), el Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) que no puedan existir en pequeñas áreas selváticas, por lo que su supervivencia es particularmente delicada. Los datos y observaciones sugieren que especies con requerimientos ecológicos especializados y la comunidad de mamíferos no voladores parecen ser los componentes faunísticos más sensibles a la destrucción y fragmentación del hábitat original como lo es la franja costera, principalmente en la parte Norte del Estado en donde se está transformando totalmente la arquitectura del paisaje original repercutiendo en las poblaciones silvestres aún presentes. La cacería se practica a manera de subsistencia en todo el Estado, siendo una actividad de menor importancia y de autoconsumo. Se caza Hocofoisán (*Crax rubra*), Jabalí (*Pecari tajacu*), Pavo Ocelado (*Meliagris ocellata*), Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) y Temazate o Yuc (*Mazama americana*, *M. pandora*), entre otras especies de fauna nativa.

En Quintana Roo se observan algunas especies que pueden tener alguna importancia, ya sea ecológica, cinegética o aquellas consideradas dentro de algún status de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, misma que enlista las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección.

De esta manera tenemos que para el Estado se reportan 86 especies de peces continentales que se distribuyen en 30 familias; de la misma manera, se reportan 95 especies de anfibios y reptiles que se distribuyen en 14 familias; 338 especies de aves representadas en 45 familias y 79 especies de mamíferos, distribuidos en 23 familias. Dentro de cada categoría de especies existen algunas en estatus que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Al desaparecer o modificarse la capa vegetal, es obvio que también desaparece o se modifica la fauna, pues aquella representa su hábitat. En ese contexto, la fauna nativa del Sistema Ambiental donde se circunscribe ahora es el área metropolitana de Chetumal, se ha visto desplazada o de plano desaparecida, quedando remanentes, y apareciendo fauna urbana asociada directamente a los humanos.

A partir de información proporcionada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad (CONABIO), se han identificado las especies de mamíferos que están o deben estar presentes en la porción aledaña a las localidades del área del Sistema Ambiental, que aún conservan restos de selva.

La CONABIO le da la mayor importancia al grupo mastozoológico debido a que estas especies no presentan migración frecuente, y si en cambio tienden a perecer por cambios ambientales extremos, por lo que funcionan como indicadores de la estabilidad metabólica.

Tal vez la fauna más conspicua es la ornitológica. Las especies observadas son:

- *Chorlito nevado (Charadrius alexandrinus)*
- *Zopilote (Cathartes aura)*
- *Pájaro carpintero (Centurus aurifrons)*
- *Tortolita (Columbina talpacoti)*
- *Colibrí (Dorichia eliza)*
- *Cenzontle (Mimus gilvus)*

- Chachalaca (*Ortalis vetula*)
- Azulejo (*Passerina cyanea*)
- Zanate (*Quiscalus mexicanus*).

IV.5 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL MEDIO FÍSICO Y BIOTICO DE LA FRACCIÓN 24, CAMINO COSTERO MAHAHUAL-PUNTA HERRERO, LOTE 13/23.

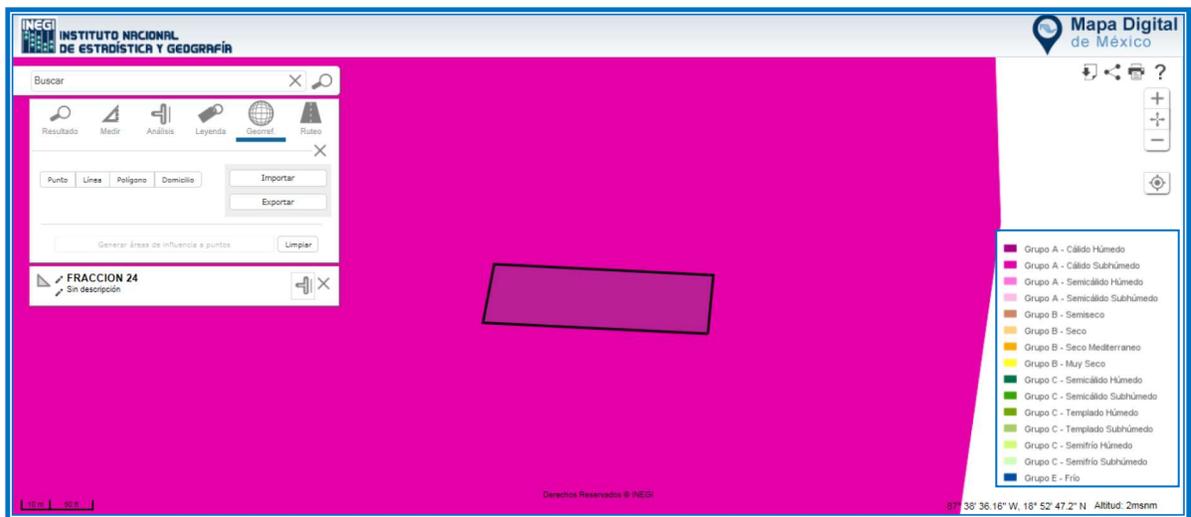
IV.5.1 MEDIO FÍSICO

IV.5.1.1 Clima

El clima en el predio pertenece al tipo Aw2 (x') de la categoría de cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor a 26°C y una precipitación media anual de 1200 a 1500 mm, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García, (Camarena 2003).

Los vientos dominantes provienen del Sureste en los meses de febrero a mayo con velocidades de 2 a 4 m/seg y de junio a octubre del Este con la misma velocidad.

La probabilidad del desarrollo de huracanes y tormentas tropicales es elevada durante el verano, dado que la energía necesaria para su existencia proviene de la energía térmica acumulada en las aguas oceánicas superficiales tropicales durante el verano, suele presentarse hacia finales de esta estación y con mayor frecuencia en el mes de septiembre; esta condición de riesgo se ha considerado en la implementación del proyecto, ya que el predio se encuentra en la ruta natural de estos fenómenos.



Clima predominante en el sitio del proyecto. Fuente: INEGI.

IV.5.1.2 Geología

El predio rústico marcado como fracción 24, lote 13/23 del camino costero Mahahual-Punta Herrero, del Municipio de Othón P. Blanco, donde se pretende la edificación del proyecto denominado "**Casa de Sueños**", se encuentra ubicado en la costa oriental del municipio de Othón P. Blanco, en la provincia fisiográfica denominada Costa Baja de Quintana Roo (UNAM, 1990), dicha zona se encuentra constituida por rocas sedimentarias del período Cenozoico; al Oeste por rocas calizas del Terciario Superior y al Este por rocas del Cuaternario.

Esta zona está conformada por cuatro unidades topográficas que se desarrollan en forma paralela a la costa y que se describen a continuación:

- I. La *Primera Unidad Topográfica*, es la más cercana a la costa (zona de la berma) actualmente es un complejo de barrera y planicie litoral y podemos subdividirla en tres tipos:
 1. Una sola barrera de dunas.
 2. Barrera con dos líneas de dunas paralelas.
 3. Planicie litoral amplia con múltiples líneas de dunas separadas por planicies.

En esta primera unidad se encuentra ubicada la fracción 24 donde se pretende desarrollar el proyecto, que colinda al Este con la Zona Federal y al Oeste con terrenos nacionales; la superficie donde se pretende edificar el proyecto soporta actualmente vegetación halófila facultativa compuesta por especies arbustivas y palmas; y por la talla de los individuos estos se encuentran únicamente distribuidos en los estratos herbáceos y arbustivos.

Condiciones actuales de la fracción 24, lote 13/23.



- II. La *Segunda Unidad Topográfica*, está constituida por varios tipos de ecosistemas, principalmente humedales, manglares y lagunas costeras. No se observa una correlación entre ellos y el tipo de barrera (Shaw, C. et al., 1996).
- III. La *Tercera Unidad Topográfica*, localizada al Oeste de los humedales y las lagunas costeras, es una planicie baja, muy angosta e incluso inexistente, como en la región de Xcalak. Esta unidad, ubicada cerca de una zona de selva, asciende gradualmente hacia el Oeste, iniciando con alturas de menos de 0.5 m hasta llegar a los 5-10 m. esta unidad, al norte de Xcalak (área de Punta Gavilán), incluye zonas que aparentemente tienen una mayor elevación sobre el nivel medio del mar, con una orientación en dirección NE-SW. Estas pueden ser salientes depositadas durante el Pleistoceno cuando las planicies bajas constituían una activa línea de costa.
- IV. La *Cuarta Unidad Topográfica*, es una cordillera lineal de cerca de 800 m de ancho, con una elevación de aproximadamente 10 m arriba del nivel medio del mar hacia el extremo Norte de la costa. Para la zona, esta cordillera representa una planicie alta; en Xcalak es relativamente angosta y de aproximadamente 6 m de altura.

IV.5.1.3 Fisiografía

El Estado de Quintana Roo, está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual a su vez se divide en tres subprovincias, nombradas: "Llanuras con Dolinas", "Plataforma de Yucatán" y "Costa Baja".

La fracción 24, LOTE 13/23, donde se pretende construir el proyecto denominado "**Casa de Sueños**", se encuentra formando parte de la subprovincia Costa Baja, que se extiende a lo largo del borde Centro-Oriental del Estado; se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde Sur y Suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad.

En esta subprovincia existen cenotes de gran tamaño, como el "Cenote Azul", varias lagunas, como las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Nohbec, y vastas áreas inundables, algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

IV.5.1.4 Hidrología

El predio se encuentra colindando con la Zona Federal Marítimo Terrestre del mar Caribe, y en su interior no presenta cuerpos de agua ni corrientes superficiales; hacia el poniente colinda con el derecho de vía del camino costero mismo que divide el ecosistema de manglar con el matorral costero; este ecosistema de manglar se encuentra fuera de los límites del predio y de manera temporal se inunda sin que este proceso de flujo de agua lacustre tenga influencia en alguna superficie del predio.

El predio donde se pretende edificar el proyecto, se ubica dentro de la Región Hidrológica 33 (Yucatán Este, Quintana Roo), información basada en la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, escala 1:250,000, Bahía de la Ascensión E16-2-5 (INEGI, 1985). Esta región

está dividida en dos cuencas: Bahía de Chetumal y Cuencas Cerradas, en la primera, se incluye el área de estudio.

El coeficiente de escurrimiento de esta región es de 10-20% en las zonas más altas y de 20-30% en las zonas bajas cercanas a la costa donde existe mayor acumulación de agua y se ubican extensas zonas sujetas a inundación.

El predio de interés no posee corrientes superficiales, cuerpos de agua o escorrentías superficiales de ningún tipo.

IV.5.1.6 Suelos

De acuerdo a la clasificación de suelos propuesta por FAO/UNESCO (1985) y el INEGI (1984), en la Carta Edafológica Bahía de la Ascensión E16-2-5, escala 1:250,000, en la zona de influencia al predio se encuentran tres tipos de suelo distribuidos en cuatro bandas de Este a Oeste: Regosol, Solonchak y Rendzinas.

La primera banda corresponde a los suelos Regosol o "Huntunich" con un suelo secundario formado por *Solonchak órtico*, con una fase química sódica y una textura gruesa (Rc+Zo-N/1).

La segunda banda corresponde al tipo *Solonchak móllico* y un suelo secundario de Regosol calcáreo con una fase química sódica y una textura gruesa (Zm+Rc-N/1). En este tipo de suelos es común el desarrollo de manglares (Flores y Espejel, 1994).

El tercer tipo de suelo que corresponde a las *Rendzinas* conocidas localmente como "Tzekeles", con un suelo secundario formado por litosol de textura fina (E+I/3), no se encuentra presente en el predio.

Toda la superficie del predio el suelo está compuesto por arena con un alto contenido de carbonatos, este suelo es muy permeable y con una pobre cantidad de materia orgánica. Este suelo forma una franja colindante con la costa y en él se desarrolla la vegetación perteneciente a la duna costera.

IV.5.2 MEDIO BIÓTICO

IV.5.2.1 Vegetación del Área de Estudio

Para conocer la condición de la vegetación en el Lote 24, se realizó el levantamiento de un censo, de los individuos presentes en el predio. Con respecto a la vegetación presente en el predio, no fue identificado ningún individuo del estrato arbóreo, solamente del estrato arbustivo y herbáceo. Cabe señalar que en toda la zona donde se encuentra ubicado el predio Lote 24, mantiene una condición similar en cuanto a la vegetación que se desarrolla.

De acuerdo a las especies de vegetación presentes en el predio donde se realizará el proyecto "**Casa de Sueños**", y a la condición de las mismas, se puede indicar que corresponde a vegetación propia de **Duna Costera**. Entre las especies con mayor

desarrollo podemos encontrar a ***Ernodea littoralis*** (Enredadera de playa), ***Phitecellobium keyense*** (Ya'ax K'aax), ***Erithalis fruticosa***, las cuales se encuentran en el estrato arbustivo; ***Ambrosia hispida*** (Margarita de mar), ***Ipomoea imperati*** (Campanita de playa), ***Distichlis spicata*** (Zacate salado) propias del estrato herbáceo. De igual forma fue identificada una especie parásita ***Cassyta filiformis*** (Bejuco de fideo).



Ernodea littoralis (Enredadera de playa)

Ambrosia hispida y ***Cassyta filiformis***

Para determinar la riqueza de especies, y conocer su densidad de individuos por unidad de superficie, se realizó un censo en el predio, con la finalidad de determinar la población de las especies rastreras y arbustivas. Se optó por revisar de manera minuciosa el promedio de cobertura de un individuo de cada especie, y con base en este promedio se estimó el número de individuos posibles, existente en una superficie de cobertura, en el caso de la Margarita de mar (***Ambrosia hispida***), una planta puede establecer una cobertura de 2 m² promedio, la planta parásita Bejuco de fideo (***Cassyta filiformis***), alcanza una cobertura de hasta 5 m² por cada individuo.

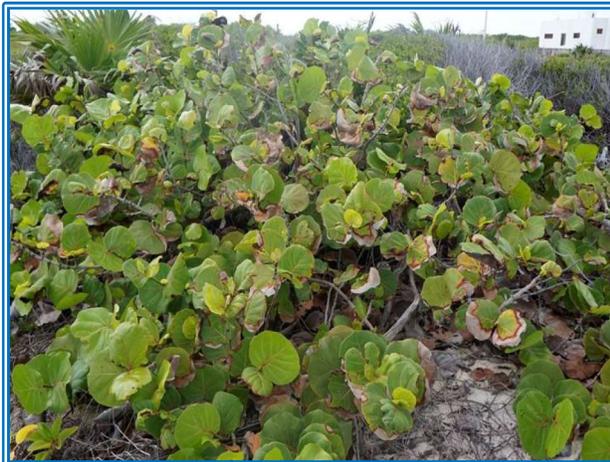
De igual forma fueron identificados de manera aislada individuos de las especies ***Coccoloba uvifera*** (Uva de mar), ***Thrinax radiata*** (Palma Chit), ***Tournefortia gnaphalodes*** (Sikimay), Lantana involucrata (Orégano de playa), Suriana maritima (Pantsil), ***Sesuvium portulacastrum*** (verdolaga de playa) y ***Scaevola plumieri*** (Chunup). Cabe señalar que de todas las especies que fueron identificadas en el predio "San José", solamente la especie ***Thrinax radiata***, se encuentra dentro del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2014.



Lantana involucrata (Orégano de playa)



Sesuvium portulacastrum (Verdolaga)



Coccoloba uvifera (Uva de mar)



Tournefortia gnaphalodes (Sikimay)



Thrinax radiata (Palma Chit)



Ipomoea imperati (Campanita de playa)

Derivado del censo realizado en el predio, en total se registraron 14 especies, distribuidas en 13 Familias botánicas. De las especies que fueron identificadas en el predio, únicamente la especie ***Thrinax radiata*** (Palma Chit), se encuentra listada en la Norma **NOM-059-SEMARNAT-2014**; es importante señalar que la especie ***Thrinax radiata***, no fue encontrada en estado adulto, solamente algunos individuos propios del estrato arbustivo.

En el estrato arbustivo se registraron 8 especies, y en el estrato herbáceo 6 especies

Vegetación de Duna Costera

De acuerdo a la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), esta comunidad vegetal se establece en la Cuenca a lo largo de las costas, se caracteriza por estar conformada por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de la especies que se pueden encontrar son nopal (***Opuntia dillenii***), riñonina (***Ipomoea pes-caprae***), margarita de mar (***Ambrosia hispida***), verdolaga de mar (***Sesuvium portulacastrum***), entre otras. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como la Uva de mar (***Coccoloba uvifera***), icaco (***Chrysobalanus icaco***), cruceta (***Randia sp.***), cadillo (***Cenchrus sp.***), zacate salado (***Distichlis spicata.***) entre otros.

En el trabajo de campo se registró la presencia de varias de las especies mencionadas en el párrafo anterior, y especies como ***Ipomoea imperati*** (Campanita de playa), ***Sesuvium portulacastrum***, ***Ambrosia hispida*** y ***Tournefortia gnaphalodes*** (Sikimay); ésta se encuentran contiguas al límite del predio, cercana a la Zona Federal Marítimo Terrestre.

Como se ha estado describiendo la vegetación presente en la totalidad de la superficie del Lote 24, corresponde a Vegetación propia de Duna Costera. De igual forma, se puede indicar que existe una clara dominancia de la especie ***Ernodea littoralis*** (Enredadera de playa), ya que a simple vista, se puede observar que cubre casi el 50% de la superficie total del Lote 24.



Dominancia de la especie *Ernodea littoralis* (Enredadera de Playa)

En el predio se encuentran manchones grandes caracterizados por zacate salado (*Distichlis spicata*) la cual es una especie invasiva, además de haber presencia extensa de bejuco de playa (*Cassyta filiformis*), la cual es una especie parásita que debe ser erradicada.

Especies y Familias botánicas

Como fue indicado anteriormente, derivado del censo realizado en el área del proyecto, se reconocieron 14 especies distribuidas en 13 Familias botánicas.

Tabla. Principales familias botánicas y especies presentes en el predio.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	LEGUMINOSAE
2	Oregano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	VERBENACEAE
3	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	ARECACEAE
4	Erithalis	<i>Erithalis fruticosa</i>	RUBIACEAE
5	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	POLYGONACEAE
6	Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	BORAGINACEAE
7	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	SURIANACEAE
8	Enredadera de playa	<i>Ernodea littoralis</i>	RUBIACEAE
9	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	ASTERACEAE
10	Verdolaga de mar	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	AIZOACEAE
11	Zacate salado	<i>Distichlis spicata</i>	POACEAE
12	Chunup	<i>Scaevola plumieri</i>	GOODENIACEAE
13	Campanita de playa	<i>Ipomoea imperati</i>	CONVOLVULACEAE
14	Bejuco de fideo	<i>Cassyta filiformis</i>	LAURACEAE

Es importante recalcar que estas especies, se encuentran distribuidas en los dos estratos de la vegetación presente en el predio (Arbustivo y Herbáceo), no hay presencia de estrato arbóreo.

Variables ambientales

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos, se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados del censo realizado en el predio. A partir de dicha información, se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura encontrada en el sitio. Es importante considerar que fue un censo, y que algunos indicadores ecológicos se basan en el supuesto de que se realizan sitios de muestreo, de tal manera que eso permita establecer indicadores sobre la comunidad vegetal. Cabe señalar que los cálculos fueron realizados con el apoyo de una hoja de cálculo Microsoft Office Excel 2013.

Es importante señalar, que para los efectos de algunos de los indicadores ecológicos, el predio se toma como un solo sitio de muestreo. Para el caso de los índices de diversidad y equitatividad, se realizaron las determinaciones a nivel estrato. Las determinaciones de las características ecológicas de la cobertura vegetal se cuantificaron considerando su

diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de la vegetación.

Densidad absoluta

Se define como el número de individuos por unidad de área o volumen en particular: Para el presente ejercicio se presenta la Densidad Absoluta para el número de individuos presentes en el predio; este análisis se realizó por estrato, y en la siguiente tabla, se incluyen los individuos de cada especie indicándose la condición en la que se encuentran.

Tabla. Especies y número de individuos en los diferentes estratos.

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos	Estrato
Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	Leguminosae	125	Arbustivo
Oregano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	Verbenaceae	35	
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	13	
Erithalis	<i>Erithalis fruticosa</i>	Rubiaceae	112	
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	5	
Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Boraginaceae	20	
Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	Surianaceae	30	
Enredadera de playa	<i>Ernodea littoralis</i>	Rubiaceae	900	
Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	Asteraceae	165	
Verdolaga de mar	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Aizoaceae	10	
Zacate salado	<i>Distichlis spicata</i>	Poaceae	120	
Chunup	<i>Scaevola plumieri</i>	Goodeniaceae	10	
Campanita de playa	<i>Ipomoea imperati</i>	Convolvulaceae	150	
Bejuco de fideo	<i>Cassytha filiformis</i>	Lauraceae	56	

De acuerdo a los datos plasmados en la tabla anterior, el valor más alto de densidad absoluta en el estrato arbustivo, la especie más abundante es ***Ernodea littoralis*** (Enredadera de playa), con 900 individuos identificados en el predio. Con respecto al estrato herbáceo, la especie ***Ambrosia hispida*** (Margarita de mar), fue la especie con mayor densidad absoluta con 165 individuos presentes en el predio.

Índice de Simpson, Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa.

▪ **Índice de Simpson**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \sum p_i^2$$

Donde:

p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N

n = número de individuos de las i ésima especie

N = número total de individuos.

▪ **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

▪ **Densidad Relativa**

La Densidad, se define como el número de individuos presentes en un área; constituye el valor de importancia más utilizado en las discusiones de poblaciones aunque puede no ser útil cuando se comparan poblaciones de individuos de diferentes tamaños; por lo que algunas veces se utiliza el peso seco o biomasa. La fórmula para calcular Densidad Relativa expresada en porcentaje es la siguiente:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

▪ **Frecuencia Relativa**

La Frecuencia se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una sub parcela, la Frecuencia Absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las sub parcelas); la Frecuencia Relativa de una especie, se calcula como su porcentaje en la suma de las Frecuencias Absolutas de todas las especies.

El caso de la frecuencia relativa es similar para todas las especies debido que este parámetro se obtiene a partir de que considera la frecuencia de individuos de una especie en los sitios de muestreo, como en este caso fue un censo, todas las especies tienen el mismo valor. Este criterio fue aplicado para ambos estratos.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ una\ especie}{Suma\ de\ Frecuencias\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Es importante señalar que el parámetro de dominancia relativa, es calculado en función al área basal, por lo tanto, derivado de las características del predio Lote 24, no pudo ser determinada esta variable ambiental, dado que solo se presentaron especies en los estratos arbustivo y herbáceo, por lo tanto, únicamente se registró el número de individuos por especie.

Cabe recalcar que los cálculos de los parámetros ambientales, serán realizados con la determinación del número de individuos por especie en la totalidad del predio, en cada uno de los estratos de la vegetación.

A continuación, en la siguiente tabla, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos y el Índice de Simpson, para cada una de las especies presentes en el estrato arbustivo del predio Lote 24 "San José".

Tabla. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato arbustivo a nivel especie.

Especie	IS*	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia	
			Da	Dr	F	Fr
<i>Pithecellobium keyense</i>	0.98983806	125	125	10.0806	1	12.5
<i>Lantana involucrata</i>	0.9992033	35	35	2.8226	1	12.5
<i>Thrinax radiata</i>	0.99989009	13	13	1.0484	1	12.5
<i>Erithalis fruticosa</i>	0.99184183	112	112	9.0323	1	12.5
<i>Coccoloba uvifera</i>	0.99998374	5	5	0.4032	1	12.5
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	0.99973985	20	20	1.6129	1	12.5
<i>Suriana maritima</i>	0.99941467	30	30	2.4194	1	12.5
<i>Ernodea littoralis</i>	0.97320499	900	900	72.5806	1	12.5
	0.9235	1240	1240	100	8	100

La riqueza específica en el estrato arbustivo, fue la mayor de los dos estratos, dado que fueron identificadas 8 especies.

Respecto al indicador del Índice de Simpson que alcanza un valor de 0.9235 este resultado indica, que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en este estrato sean de la misma especie, es de 92.35%. Esta probabilidad se presenta en el estrato arbustivo

debido a que el 72% de los individuos presentes en el predio corresponden a la especie ***Ernodea littoralis*** (Enredadera de playa).

Como se mencionó en el párrafo anterior, el 72% de la abundancia presentada en el estrato arbustivo, se encuentra representada por la especie: ***Ernodea littoralis*** (Enredadera de playa), ya que fueron identificados 900 individuos en el predio.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos en el estrato herbáceo del predio Lote 24 "San José".

Tabla. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato herbáceo a nivel especie.

Especie	IS*	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia	
			Da	Dr	F	Fr
<i>Ambrosia hispida</i>	0.8957379 9	165	165	32.2896	1	16.6667
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	0.9996170 4	10	10	1.9569	1	16.6667
<i>Distichlis spicata</i>	0.9448531 5	120	120	23.4834	1	16.6667
<i>Scaevola plumieri</i>	0.9996170 4	10	10	1.9569	1	16.6667
<i>Ipomoea imperati</i>	0.9138330 5	150	150	29.3542	1	16.6667
<i>Cassyta filiformis</i>	0.9879902 4	56	56	10.9589	1	16.6667
	0.8156	511	511	100	6	100

Con respecto a la riqueza específica en el estrato herbáceo, se puede observar que es menor que en el estrato arbustivo, dado que fueron identificadas solamente 6 especies.

Respecto al indicador del Índice de Simpson que alcanza un valor de 0.8156, este resultado indica, que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en este estrato sean de la misma especie, es de 81.56%. Esta probabilidad es menor que la presentada en el estrato arbustivo, lo cual es debido a que en este estrato hay un menor número de especies e individuos, pero ninguno de ellas presenta una dominancia marcada.

En el estrato herbáceo, solamente fueron contabilizados 511 individuos. Es importante señalar que el 85% de la abundancia presentada en el estrato herbáceo, se encuentra representada por tres especies: ***Ambrosia hispida*** (Margarita de Mar) (32%), ***Ipomoea imperati*** (Campanita de playa) (29%), y ***Distichlis spicata*** (Zacate salado) (23%).

Valor de Importancia (VI), o Valor de Importancia Relativa (VIR)

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VI) = DRi + Fri + Dori. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que

fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

Para el caso de los estratos arbustivo y herbáceo, el valor de importancia ecológica, se calcula a partir de la suma (VI) = DRi + Fri, dado que para estos estratos no puede ser calculado en parámetro de Dominancia relativa. En este caso para encontrar el Valor de VI, solamente se divide entre 2, y los valores pueden fluctuar entre 0 a 2.00 (o 200%).

Con éste Índice es posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de Índices de Valor de Importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad, o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica (Melo, 2003).

En la siguiente tabla, se presentan los resultados Valor de Importancia Relativa (VIR), y el porcentaje de importancia de cada una de las especies presentes en los diferentes estratos de la vegetación del Lote 24 "San José".

Tabla. Valor de importancia relativa y porcentaje de importancia en los diferentes estratos de la vegetación del predio.

Nombre Común	Especie	VIR	%IVI
Estrato Arbustivo			
Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	22.58	11.29
Oregano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	15.32	7.66
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	13.55	6.77
Erithalis	<i>Erithalis fruticosa</i>	21.53	10.77
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	12.90	6.45
Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	14.11	7.06
Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	14.92	7.46
Enredadera de playa	<i>Ernodea littoralis</i>	85.08	42.54
		200	100
Estrato Herbáceo			
Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	48.96	24.48
Verdolaga de mar	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	18.62	9.31
Zacate salado	<i>Distichlis spicata</i>	40.15	20.08
Chunup	<i>Scaevola plumieri</i>	18.62	9.31
Campanita de playa	<i>Ipomoea imperati</i>	46.02	23.01
Bejuco de fideo	<i>Cassyta filiformis</i>	27.63	13.81
		200	100

Derivado de los resultados del índice de Valor de Importancia obtenido para cada uno de los estratos, podemos indicar lo siguiente:

Con respecto al estrato arbustivo, la especie con mayor índice de valor de importancia, es ***Ernodea littoralis*** (Enredadera de playa), por lo cual, se puede considerar como la especie más importante en el estrato arbustivo, al alcanzar un valor de 42.54%.

Por último para el estrato herbáceo, se identificaron tres especies importantes las cuales son: ***Ambrosia hispida*** (Margarita de Mar), ***Ipomoea imperati*** (Campanita de playa), y ***Distichlis spicata*** (Zacate salado), ya que presentaron similitud en el índice de valor de Importancia; 24.48%, 23.01 y 20.08, respectivamente.

Análisis de la vegetación por estratos (Shannon-Wiener, Simpson, Pielou)

Indicadores de estructura (Dominancia)

- ***Índice de Simpson***

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \sum p_i^2$$

Donde:

p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N

n = número de individuos de las i esima especie

N = número total de individuos.

Indicadores de Equitatividad

- ***Índice de Equitatividad Pielou***

La equitatividad (J') es que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002).

Es una relación entre Diversidad y Riqueza biológica o lo que es igual, la proporción entre diversidad obtenida y máxima posible, la equitatividad obtendrá siempre valores entre 0 y 1 y debe ser siempre analizada con los resultados de diversidad.

Una de las formas más sencillas para estimar la equitatividad es a partir de la abundancia de la especie dominante. El valor de E se acerca a cero cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad, y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Clements y Newman, 2002).

$$J' = H' / \log(s)$$

Donde:

J' = Equitatividad

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener

S = Número de especies

Indicadores de diversidad

- **Índice de diversidad de Shannon-Wiener**

La diversidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon-Weiner que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar, y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\sum pi \log(pi)$$

Donde:

H' = Diversidad (bits/individuo)

S= Número de especies

pi= Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (ni /Nt)

A continuación, se presenta una tabla resumen en el cual se ejemplifican los resultados de los índices que han sido calculados.

Tabla. Resumen de los indicadores de diversidad y estructura de la vegetación en sus tres estratos en el predio Lote 24 "San José"

	Riqueza Específica	Dominancia	Diversidad	Equitatividad
Estratos	S	Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Pielou
Arbustivo	8	0.9235	1.008	0.4535
Herbáceo	6	0.8156	1.461	0.7431

Cabe señalar que los índices de Simpson (Dominancia), Shannon-Wiener (Diversidad) y Pielou (Equitatividad), fueron calculados mediante el programa bio estadístico Primer 5.

Para el estrato arbustivo, podemos observar que el índice de Simpson presenta un valor de 0.9235, lo cual nos indica que existe una probabilidad (92.35%) de que al tomar dos individuos sean de la misma especie; lo anterior derivado de la dominancia de la especie **Ernodea littoralis** (Enredadera de playa). Con respecto al índice de Pielou, nos indica que existe la dominancia de una especie, ya que el valor de este índice se encuentra cercano a cero (0.4535). El resultado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (1.008), indica que el predio presenta un valor bajo en cuanto a diversidad, lo anterior debido que solamente fueron identificadas 8 especies en este estrato, y se presenta una fuerte dominancia de una sola especie **Ernodea littoralis** (Enredadera de playa).

Con respecto al estrato herbáceo, el índice de Simpson (0.8156), indica que existe una probabilidad de 81.56% de que al tomar dos individuos al azar pertenezcan a la misma especie. El valor del índice de Pielou (0.7431), indica que existe una mejor distribución de

las especies presentes en este estrato, ya que no existe la dominancia de una especie, dado que el valor de este índice se encuentra lejano del cero; lo anterior se puede corroborar con los valores de abundancia y del índice de valor de importancia, donde se determinó que existe una similitud de valores entre las especies **Ambrosia hispida** (Margarita de Mar), **Ipomoea imperati** (Campanita de playa), y **Distichlis spicata** (Zacate salado). Con respecto al índice de diversidad el valor en este estrato (1.461) fue ligeramente mayor que el que se presentó en el estrato arbustivo, lo anterior se debe a que, aunque haya un menor de especies en dicho estrato, se encuentran mejor distribuidas y ninguna de ellas presenta una dominancia.

Especies Forestales con estatus

Con la información obtenida del censo realizado en el área del proyecto, se determinó que en el predio se localizan un especie que se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana de protección de especies, NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se enlistan a continuación.

Tabla. Especies forestales con estatus de protección

Nombre común	Nombre científico	Familia	Estatus
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	ARECACEAE	Amenazada

IV.5.2.2 Fauna

Dentro del predio se observó la presencia de especímenes de iguanas (*Ctenosaura similis*) y se observaron especímenes de arañas distribuidas en la vegetación arbustiva del predio (*Argiope argentata*) no se observó la presencia de aves o mamíferos en el sitio. Así mismo se observaron varios especímenes de xtacay (*Tyrannus melancholicus*) volando hacia la zona de manglar del otro lado del camino, también se observaron gaviotas (*Leucophaeus atricilla*) las cuales fueron avistadas en la zona federal cerca de la orilla del mar.

Especies de Interés cinegético.

Aunque la zona está considerada como región cinegética, la población practica actividades de cacería de forma esporádica. Entre las especies más importantes para esta actividad se encuentran el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el tepezcuintle (*Agouti paca*). No obstante, dentro del predio estarán expresamente prohibidas las actividades de cacería y/o captura.

IV.6 DIAGNÓSTICO GENERAL DEL AMBIENTE

La zona de estudio presenta características de un ecosistema en regeneración, siendo que dominan la especies pioneras (halófilas), estabilizadoras de playa, no obstante tiene un índice de calidad ambiental medio pues hay poca diversidad y densidad además de la presencia de 2 especies invasivas y parásitas y manchones aislados desprovistos de vegetación hacia la porción central del lote.

Los principales indicadores ambientales en el lote son:

- Presencia de una especie bajo estatus de amenazada: *Thrinax radiata*,
- Presencia en las inmediaciones de especies de manglar mixto de borde bajo estatus de amenazado, a 167 ml del predio,
- Presencia de individuos aislados de mangle botoncillo a 37.00 ml del lote,
- Presencia de endémicas como: *Tournefortia gnaphalodes*, *Lantana involucrata*, entre otras.
- Baja diversidad florística y faunística, pero con probabilidades de recuperación a mediano plazo,
- Baja densidad de especies originales, pero con probabilidades de recuperación a mediano plazo,
- Dominancia de especies colonizadoras endémicas en el frente de playa donde se conforma la duna embrionaria,
- Dominancia de especies estabilizadoras de playa,
- Nula presencia de vegetación acuática sumergida o pastizales marinos,
- Nulo dosel arbóreo,
- Clara afectación por fenómenos hidrometeorológicos e intemperismos severos recientes,
- Presencia de manchones de zacate salado, especie invasiva,
- Presencia de bejuco de playa, especie parásita colonizadora.

La calidad se define como el conjunto de cualidades o propiedades que caracterizan una cosa o elemento, y por ende su valoración depende del conjunto de características que presenta el ambiente.

Las características del área de estudio se han descrito anteriormente, por lo que a continuación se presenta un diagnóstico a manera de tabla, donde se asigna un valor de acuerdo a caracteres universales y que no requieren de metodologías especiales para su apreciación, y se califican: el estado de conservación, de fragilidad y la capacidad de carga de los elementos.

Diagnóstico de Calidad Ambiental de la porción costera de la fracción 24, lote 13/23.

ES=Edo de conservación, F=Fragilidad, CR=Capacidad de Regeneración,
Valoración: A=Alto, M= Medio, B=Bajo.

Factor Ambiental	Elemento Indicador	Descripción de la situación actual	ES	F	CR
Atmósfera	Calidad del aire	En la zona no existen emisiones por industria o actividades extractivas, se limita a los gases de combustión que emiten los vehículos sobre el camino. Por ser una zona donde corre el viento continuamente los gases se dispersan de forma inmediata. Sin embargo este elemento se ve afectado por el aumento de partículas y polvos provenientes de los escombros, quema de árboles muertos e incremento de obras en las cercanías y trabajos en el camino costero.	A	B	A
	Nivel de	El ruido proviene del paso de los vehículos y actividades	A	B	A

	ruido	en predios colindantes			
	Microclima	El clima y microclima es cálido-húmedo y se ha modificado por la pérdida parcial de la cobertura vegetal y la exposición del suelo.	B	A	M
Hidrología	Subterránea	El agua que se obtiene de pozos en la zona es salobre, y presenta coliformes en baja cantidad debido a la inadecuada disposición en las viviendas cercanas. Actualmente en el sitio no se realiza la explotación de agua. En la zona costera las viviendas cuentan con fosas selladas que, con el huracán se destruyeron y filtraron suciedad al manto freático.	M	A	B
	Escorrentía Superficial	Por tratarse de arena no existe escorrentía horizontal, en el predio es solo vertical y no hay zonas de inundación permanentes.	A	M	B
Suelo	Calidad del Suelo	La calidad del suelo no se ha modificado ya que de modo natural no presenta capa vegetal y no se usa ningún tipo de químicos en el área del proyecto.	A	M	B
	Erosión	En las playas se ha perdido parcialmente la vegetación original por lo que la dinámica de erosión y acreción puede alterarse. En el sitio no se presenta una alta dinámica de erosión o de acreción y se ayudará a mantener las condiciones de la ZOFEMAT con el fomento de especies vegetales consolidadoras de playa mediante su conservación estricta y enriquecimiento.	M	M	A
Vegetación	Vegetación de duna costera y manglar	En la zona de estudio se presenta cobertura de vegetación rastrera y halófitas la cual está en un estado de regeneración con especies pioneras. El manglar en la parte posterior del predio presenta brotes que indican el inicio de su lenta recuperación.	M	A	M
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	La fauna es prácticamente nula a causa de la barrera física que representa el camino costero y la inexistencia de dosel arbóreo en el lote que proporcione percha, además del constante tránsito de vehículos, el deterioro y modificaciones a la vegetación en las áreas circundantes.	B	A	M
Paisaje	Naturalidad, fragilidad y calidad paisajística	Los elementos que se han descrito antes generan un paisaje de naturalidad media, que se percibe desde cualquier punto del predio, por lo que la calidad paisajística ha sido impactada, la fragilidad del paisaje es alta ya que de modificarse cualquiera de los componentes naturales se afecta irremediablemente esta percepción de naturalidad.	M	A	M

Al momento de elaboración del presente estudio, el diagnóstico de la calidad ambiental actual del lote, es que, este elemento se encuentra en un estado medio de conservación, debido a que los severos intemperismos que han impactado en la zona que han provocado el deterioro de la vegetación y condiciones originales del predio, así como el hecho de que se haya encontrado únicamente especímenes en los estratos herbáceo y arbustivo, lo cual

significa que no ha habido un periodo largo de tiempo para la recuperación de los mismos ya que están permanentemente expuestos a los vientos.

Sobra decir, que en la zona de playa la dinámica costera retrae y amplía la playa con mucha periodicidad, en función de las estaciones y los fenómenos hidrometeorológicos; un huracán es una fuerza natural y, por ende, la naturaleza tiene los elementos necesarios naturalmente para revertir los impactos negativos y regenerarse a sí misma; sin embargo, este impacto es sinérgico y, dado el aprovechamiento extensivo de esta franja costera, es muy difícil que por sí sola la naturaleza pueda regenerar los elementos dañados puesto que los habitantes aprovecharán la deforestación para expandir e incrementar el uso del suelo. Por ello, se debe implementar y apoyar programas que limiten el uso de las zonas de vegetación afectadas y fomentar actividades de reforestación, para, de esta forma, poder recuperar parte de los atributos naturales de esta región.

Aunado a los eventos hidrometeorológicos está el deterioro ocasionado por la presión poblacional, que con una gran variedad de actividades contribuyen al deterioro de las comunidades florísticas e inhiben su recuperación, ya que, el aprovechamiento de especies maderables y no maderables se lleva a cabo sin un programa de control y/o manejo, agudizando el daño y estrés que ya se ejerce sobre dichas comunidades.

También es importante señalar que la fauna silvestre se ve afectada directamente por los asentamientos humanos, que conllevan la presencia de fauna doméstica y feral, en su mayoría perros, gatos y ratas; los cuales juegan un papel muy importante en el desplazamiento de la fauna silvestre a lugares más seguros y alejados.

IV.6.1 Paisaje

El paisaje en la zona de interés ha sufrido importantes modificaciones recientes y ha perdido parte de su valor escénico, pero se estima que mantiene un nivel medio de naturalidad y calidad paisajística. En áreas cercanas hay una abundante comunidad de manglar de borde en un buen estado de conservación.

Se estima que el Proyecto "**Casa de Sueños**" ayudará a recuperar el valor escénico del área frontal del predio mediante la forestación con especies originarias y la erradicación de las invasoras y secundarias sin valor ecológico, además de la creación de una barrera vegetal que propicie el retorno de la fauna a la zona frontal.

La topografía del terreno es casi plana, con una pendiente creciente hacia el Oeste, en su corta superficie no se pueden apreciar pendientes bruscas; hacia la línea de pleamar no se aprecia la erosión evidente, siendo que la fuerza del mar llega reducida a causa de las cercanas barreras arrecifales, pastizales y puntas rocosas que protegen la zona. No obstante que en el sitio no hay pastos sumergidos ni costa rocosa, la rompiente arrecifal coadyuva a evitar la erosión. En este sentido se promueve la siembra de especies halófitas y consolidadoras de duna costera para incrementar el valor escénico de la costa. El remetimiento de la vivienda a una distancia que permita la conservación de la asociación vegetal dominante en la zona federal y zona de playa para dar paso a la creación de una barrera vegetal inducida con especies endémicas y consolidadoras de playa.

El área de estudio es una zona que por su ubicación en la costa y dentro del POET OPB ha sufrido cambios paulatinos en su morfología; en la actualidad ésta se encuentra sufriendo una creciente presión por las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en sus colindancias, principalmente en los desarrollos que se ubican en toda la costera Norte y Sur del pueblo de Mahahual, misma que abarca los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco.

La fragilidad del sitio es inherente, es por ese motivo las obras y actividades que comprenden el proyecto "**Casa de Sueños**" van acordes con la conservación con el fin de evitar la modificación visual del paisaje; el principal objetivo del proyecto es interactuar con la naturaleza aprovechando los recursos naturales de una manera sostenible.

IV.6.2 Medio Socioeconómico

En el aspecto socioeconómico, la población de la región Costa Maya es relativamente baja, concentrada en dos poblaciones formales, en donde la principal actividad económica es la pesca, y en segundo lugar el Turismo. Aun cuando el ingreso por la actividad pesquera, aparentemente es suficiente, existen dos factores que indican que ésta ya no es económicamente muy redituable. El primero es el bajo nivel de vida, actualmente en incremento y asociado con la actividad turística. El segundo, es la disminución gradual pero firme del volumen de captura de las diferentes especies. Este hecho propicia generalmente la transferencia de actividad económica, de la pesca hacia el Turismo. Existe una alta deficiencia de servicios, como son, luz, agua potable y drenaje, en la región se cuenta con los servicios elementales de educación, salud y comunicación.

Con respecto al sistema socioeconómico; en la región de Costa Maya se encuentran alrededor de 1,000 habitantes fijos distribuidos a lo largo de la costa y principalmente en dos centros de población, Mahahual e X'calak, según estimaciones realizadas en 1996.

En el sistema productivo la principal actividad es la pesca, centrada en dos o tres especies de alto valor económico, langosta, caracol, y mero. Sin embargo, es intensamente reemplazada en la actualidad por el Turismo. En cuanto a la producción agrícola, esta es de autoconsumo, el rendimiento es muy bajo porque los suelos son muy delgados y de formación reciente, con mucha pedregosidad. La ganadería es de tipo extensivo, solo se detectaron dos ranchos dedicados a esta actividad y con pocas cabezas de ganado. De esta manera se puede decir que prácticamente, esta actividad no existe.

En el sector secundario, al no haber industria en la zona, esta actividad no existe, porque no hay la infraestructura suficiente.

En el sector terciario, el turismo es una actividad que comienza a despuntar creando expectativas entre los habitantes de la región.

➤ **Servicios**

a) Medios de comunicación

• **Vías terrestres.**

Para tener acceso a la región donde se construirá el proyecto, se sigue la carretera federal 370 Reforma Agraria-Puerto Juárez. En esta, sobre el km. 64.2, se ubica una desviación a la derecha, en el entronque denominado Cafetal-Mahahual.

Antes de llegar a Mahahual se encuentra la desviación hacia el Norte, y en la cual al avanzar una distancia aproximada de 5.3 km se encuentra una entrada que conecta con el camino costero Mahahual-Punta Herrero, se avanza una distancia aproximada de 12 km para llegar al sitio de estudio.

• **Teléfono, telégrafo y correos.**

No se cuenta con estos servicios en la zona del Proyecto.

b) Medios de transporte.

• **Transporte aéreo.**

Hay una heliopista en Mahahual y una aeropista en Pulticub, la primera perteneciente a la SEMAR y la segunda al Ejército.

• **Transporte marítimo.**

A Costa Maya se puede llegar por crucero, que arriba al muelle "Costa Maya" en la comunidad de Mahahual y de ahí llegar por tierra al Proyecto.

También se prestan servicios en embarcaciones, lanchas tipo balleneras, privadas, para recorridos turísticos principalmente. El transporte marítimo no es el principal medio en la zona, salvo para actividades de pesca y recreo.

• **Transporte terrestre.**

Se cuenta con vías de comunicación adecuadas hasta la entrada comunidad de Xcalak, siendo la carretera Cafetal-Mahahual una vía de jurisdicción estatal, al término de esta vía y hasta llegar al predio se sigue un camino de terracería que cruza los predios privados como "servidumbre de paso" y que están a cargo del Ayuntamiento de Othón P. Blanco pero más habitualmente de los propietarios de los predios asentados en sus linderos.

c) Servicios públicos.

• **Sistemas de manejo de aguas residuales.**

En el lote no se cuenta con drenaje sanitario ni pluvial, no obstante, este servicio será satisfecho con la instalación de 1 Microplanta de Tratamiento de Aguas Residuales marca MUTAR 1600, que dará servicio a la vivienda principal, misma que estará directamente conectada a un humedal artificial para dar un tratamiento terciario a las aguas residuales.

Así mismo la bodega y cuarto para velador que se ubica sobre un garage contará con un biodigestor autolimpiable y un humedal artificial para proporcionar tratamiento terciario.

• **Tiradero municipal. y relleno sanitario.**

En las comunidades de Mahahual e Xcalak se cuenta con su propio "vertedero" y es a ese lugar a donde se enviarán los residuos de todas las etapas del Proyecto, siendo que cada segundo o tercer día la camioneta del constructor trasladará los residuos a estos sitios de disposición final.

• **Agua Potable.**

La zona no cuenta aún con dotación de agua potable y alcantarillado, para esto se instalarán 1 cisterna con capacidad de 35 m³, 1 cisterna prefabricada marca Rotoplas con capacidad de 5000 litros y 1 tinaco con capacidad de 1,100 litros que manejarán separadamente agua potable, agua de lluvia y agua tratada; la cisterna principal estará ubicada bajo la vivienda.

• **Energéticos**

• **Combustibles**

En el entronque del tramo Mahahual-Punta Herrero se cuenta con una estación de servicios de combustible de Pemex. El principal uso de este combustible es para el abasto de los motores fuera de borda de los pescadores, para los automóviles y camionetas de la localidad, así como para los vehículos que se dedican al transporte de turistas.

• **Electricidad.**

En el área del proyecto se cuenta con servicio de electricidad proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad, por lo que el proyecto se conectará a la acometida de la CFE. Adicionalmente el proyecto contará con un generador móvil para ser usado en caso de emergencias.

• **Educación.**

En Mahahual existe el Jardín de niños *Benito Juárez*, para educación preescolar y la Escuela *primaria Vicente Kau Chan*, para la impartición de educación primaria, contando desde el primero al sexto grado. No existe educación media ni superior en la región, por lo que aquellos que desean continuar sus estudios deben trasladarse a Chetumal, Bacalar o Felipe Carrillo Puerto.

• **Centros de salud.**

En Mahahual, existe una Clínica Privada de primer grado "Costamed Maya", la cual presta servicios todos los días. En ella se cuenta con el servicio profesional de un médico de planta, 1 enfermera y un paramédico. Así mismo se cuenta con diversos consultorios privados de atención médica.

• **Vivienda**

En la costera, la vivienda está constituida por rancherías a la orilla del mar, se puede observar zonas en las que aún predomina la vivienda hecha a base de madera, con piso de arena y en algunos casos de cemento, las paredes también son de madera, menos frecuente es la de bloques o de piedra. Los techos son lámina de cartón, zinc, o guano. No

obstante cada vez son más frecuentes las viviendas y desarrollos de materiales permanentes que ofrecen más resistencia a los embates del clima extremo, como lo son las hechas a base de paredes de block.

La vivienda fue una de las pérdidas económicas más fuertes que tuvo la Costa Maya a causa del Huracán Dean, aproximadamente el 80% de las casas tuvieron pérdidas totales o parciales y al día de hoy aún se aprecia abundancia de escombros y viviendas destruidas en la zona, tanto en Mahahual como en toda la franja costera que va de dicho poblado hasta Puerto Herrero y al Sur hasta Xcalak.

• **Zonas de recreo.**

• **Parques.**

No hay zonas de recreo cercanas al predio. En Mahahual hay un área verde y un parque infantil.

• **Centros deportivos.**

Existe un centro deportivo en el poblado de Mahahual, que es el más cercano al sitio del proyecto.

• **Centros culturales (cine, teatro, museos, monumentos nacionales).**

No existen para la región.

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para identificar los Impactos Ambientales

Justificación para el uso de la metodología seleccionada.

Frente a la complejidad de los fenómenos naturales y socioeconómicos a observar ante la enorme diversidad de los proyectos de desarrollo, los estudiosos y profesionales del tema han diseñados distintas estrategias de aproximación hacia el proceso de la manifestación de impactos ambientales. La clasificación más ampliamente aceptada divide a las técnicas para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales en los siguientes grupos:

Técnicas para identificar, predecir y evaluar impactos ambientales	
Procedimientos pragmáticos	Grupo interdisciplinario
Listados	Lista estandarizada de impactos asociados con el tipo de proyecto
Matrices	Listas generalizadas de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales afectados por más de una acción
Redes	Trazado de ligas causales
Modelos	Conceptual-describe las relaciones entre las partes del sistema. Matemático-Modelo conceptual cuantitativo Simulación- Representación dinámica del sistema
Sobreposiciones	Evaluaciones producto de la sobreposición de imágenes o mapas capaces de ilustrar los escenarios y las condiciones ecológicas antes y después del proyecto
Procedimiento adaptativo	Combinación de técnicas

Estos métodos han sido elaborados en los Estados Unidos y Europa y, están diseñados conforme a los lineamientos técnicos legales de aquellos países, por lo que para ser aplicados en México se han adecuados a las condiciones nacionales. A continuación se presenta una breve descripción de las características generales de las técnicas mencionadas para fundamentar la elección de cada una de esta.

Para el presente estudio, se ha realizado una adaptación de diversas técnicas de identificación y evaluación de impactos, tomando como referencia las citadas en la tabla anterior, se ha realizado una identificación de impactos y una matriz para poder darles una valoración cualitativa y cuantitativa a los impactos que serán generados y de ese modo poder proponer puntualmente las técnicas para su mitigación y control.

Se presenta el listado descriptivo de la técnica empleada, junto con la tabla de valores asignados para cuantificación:

Fase 1: Identificación

Consistente en circunscribir separadamente las actividades del proyecto que podrían provocar impactos sobre el ambiente en las etapas de selección y preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento y abandono al término de la vida útil. Asimismo se identifican los factores ambientales y sus atributos que se verían afectados.

Fase 2: Predicción

Consiste en establecer la naturaleza y extensión de los impactos ambientales de las actividades identificadas para prever su significado e importancia en el futuro. En esta fase se requiere cuantificar con indicadores efectivos el significado de los impactos.

Fase 3: Evaluación

Consiste en evaluar los impactos ambientales cuantitativa y cualitativamente. De hecho, la política de estudiar los efectos en el ambiente carecería de utilidad si no se contara con una determinación cualitativa y cuantitativa de los impactos.

Al conocer la naturaleza y dimensión de un impacto es posible tomar una decisión, la cual puede consistir en:

- Diseñar alguna medida de prevención o mitigación, o
- Determinar una alternativa del proyecto que genere impactos de menor magnitud e importancia.

La elección de cualquiera de estas opciones implica las correspondientes consideraciones técnicas, económicas, sociales y financieras.

Retomando el contenido del presente inciso tenemos que, para la identificación de impactos se adaptaron las rutinas implícitas en la conformación de un catalogo de impactos según describe Batelle, que contempla las cuatro categorías citadas: a) ecología; b) contaminación ambiental; c) estética, y d) interés humano; a la vez que se consideraron los criterios "Metodología Georgia" (*Instituto de Ecología, University of Georgia 1971*), que incorpora componentes ambientales adicionales para la evaluación de alternativas.

Para la calificación de los impactos identificados se recurrió a los procedimientos de Leopold *et.al* 1971, adaptándolos a las condiciones del proyecto, para lo cual se consideraron los criterios siguientes:

a) El carácter genérico del impacto.

Que hace referencia al carácter positivo (Benéfico); o, negativo (Adverso) de la acción realizada con respecto al estado previo o inicial al desarrollo de actividades u obra proyectada.

b) La magnitud de los impactos ambientales.

Para brindar certidumbre al proceso de dotar de parámetros cuantitativos a elementos cualitativos, recurrimos a los postulados de *Adkins y Burke (1971)* otorgando artificialmente valores a los factores por calificar; parámetros que en el presente estudio se acotan entre el -3 y el + 3 todo ello para obtener una escala práctica de valores relativos entre ellos durante las etapas de construcción y operación.

- 1) Poco Significativo. Cuando la recuperación de las condiciones semejantes a las originales, requieren de acciones preventivas y con respuesta positiva en corto plazo.
- 2) Significativo. Cuando la magnitud del impacto requiere de la aplicación de medidas y acciones correctivas específicas para la recuperación o compensación de las condiciones iniciales del ambiente, el cual se obtiene después de un tiempo relativamente prolongado.
- 3) Crítico. Cuando la magnitud del impacto es superior al umbral de lo aceptable y se caracteriza por producir la pérdida permanente de la calidad de las condiciones o características ambientales, sin la posibilidad de recuperación, incluso con la aplicación de medidas o acciones específicas.

Por otra parte, las características particulares de los impactos se califican de acuerdo a cuatro posibles categorías; según los siguientes criterios:

c) El tipo de acción del impacto.

En donde se indica la forma en que se produce el efecto de la obra o actividad que se desarrolla sobre los elementos o características ambientales; así se considera el efecto como Directo (ejemplo: desmonte del predio); o bien, Indirecto (ejemplo: posterior erosión del suelo).

d) Las características de los impactos en el tiempo.

Se relaciona con la permanencia del impacto: si este ocurre y luego se retorna a las condiciones originales, se considera de tipo Temporal; o bien, si éste es continuo y sin posibilidad de que se restablezcan las condiciones iniciales, se considera de tipo Permanente.

e) La extensión del impacto.

Considera la situación de que las modificaciones producidas sean de carácter puntual, es decir que solo afecte una superficie de escasas proporciones, situación cuando se califica como Localizado; o bien, si se afecta una superficie extensa se denomina de tipo Extensivo.

f) La reversibilidad de las modificaciones realizadas.

En este caso, si las características originales del sitio afectado retornan a las condiciones iniciales después de cierto tiempo y únicamente por la acción de mecanismos naturales el impacto es de tipo Reversible; mientras que el impacto será Irreversible si se da el caso contrario.

A continuación se describen uno a uno los impactos detectados, sobre los cuales se aplicarán juicios que permiten la obtención de valores cuantificables para facilitar el análisis y ponderación, valorando su magnitud, su persistencia, la amplitud de sus afectaciones, o las consecuencias benéficas y perjudiciales que pudiera traer consigo.

Una relatoría que se presenta estructurada teniendo como ejes principales, los cuatro grandes recursos naturales y la incidencia sobre estos de las actividades programadas para cada fase del proyecto.

Cuadro de Criterios de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	A. Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.	(+)	Positivo.	
		(-)	Negativo.	
		(X)	Previsto.	Pero difícil de calificar sin estudio de efectos cambiantes difíciles de predecir en circunstancias externas al proyecto (beneficiosa o perjudicial) no puede ser evaluada globalmente de las mismas.
(I)	B. Intensidad del impacto.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	C. Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno.
(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación de alto valor de +4 por encima del valor que...		
(SI)	D. Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sola no genera otros efectos que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
(4)		Muy sinérgico	Altamente sinérgico	
(PE)	E. Persistencia .			
	Refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(de 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(EF)	F. Efecto. Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	(D)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia ambiental, siendo la representación directa de esta.
		(I)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa o lugar a partir de un efecto primario acción de segundo orden.
(MO)	G. Momento del impacto. Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años e
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 año
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	H. Acumulación. Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta ambiental, o cuyo modo de acción consecuencia en la inducción de n acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse agente inductor, incrementa progr carecer el medio de mecanis efectividad temporal similar a la causante del impacto.
(MC)	I. Recuperabilidad. Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras, protectoras o de recuperación).	(1)	Recuperable de inmediato.	
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	El efecto puede recuperarse parcia
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperan como por la humana.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(RV)	J. Reversibilidad.			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iniciales
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iniciales
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar a las condiciones naturales a las condiciones naturales mayor de 10 años.
(PR)	K. Periodicidad.			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma irregular
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera periódica
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante e ininterrumpidamente
Valoración cuantitativa del impacto				
	Importancia del efecto.			
(IM)	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + ...]		
	Clasificación del impacto.			
(CLI)	Partiendo del análisis del rango de la variación del mencionado importancia del efecto (IM) .	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	si su valor es mayor que 25 y menor que 50
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y menor que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

V.2. Análisis y Evaluación de los impactos generados.

Considerando los criterios antes descritos, los impactos ambientales que se puedan generar en el sitio del proyecto, han sido ordenados de acuerdo a los distintos ámbitos y recursos que se verán afectados por el desarrollo del proyecto. Asimismo, al final del presente capítulo, se realiza el balance de todas estas afectaciones.

a) **Fase de Preparación del sitio**

- **AL SUELO Y COBERTURA VEGETAL**

- (1). Retiro de cobertura vegetal para el marcaje de cimientos para cisterna y zapatas.
- (2). Retiro del suelo y/o arena natural.

b) **Fase de Construcción**

- **A LA TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA**

- (3). Transporte automotor de los materiales de construcción a través del camino costero.
- (4). Colocación de zapatas, cimientos y columnas.
- (5). Construcción de la vivienda, instalación del biodigestor y la PTAR, sellado para cepas de wetland (HAFV).
- (6). Requerimiento de Materiales Pétreos para la construcción.

- **A LA GEOMORFOLOGÍA.**

- (7) Posible cambio en la continuidad de la superficie del terreno y su inclinación.
- (8) Aumento de las probabilidades de ocurrencia de procesos geomorfológicos degradantes (erosión, deslizamientos).
- (9) Relleno de formas erosivas lineales (cárcavas).

- **A LOS SUELOS.**

- (10) Aumento de la intensidad de erosión.
- (11) Compactación de los suelos.
- (12) Pérdida parcial de la humedad natural de los suelos en el área del camino.
- (13) Cambios en las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- (14) Pérdida de la materia orgánica.

- **AL CLIMA.**

- (15) Aumento de la insolación y de la temperatura en la superficie de construcción.

- **AL AIRE Y RUIDO**

- (16) Aumento de los niveles de polvo sedimentable en el aire, debido al tiro de material de construcción.
- (17) Aumento de los niveles de contaminación por gases de escape de la maquinaria de construcción.

(18) Aumento de los niveles de ruido y de vibraciones por el transporte automotor.

• **A LAS AGUAS.**

(19) Aumento del acarreo de sedimentos a los cuerpos superficiales de agua.

(20) Aumento de los sólidos en suspensión en las corrientes fluviales.

(21) Posible alteración de parámetros físicos y químicos de los cuerpos de agua por incorporación accidental de volúmenes de material de construcción, residuos de lubricantes y combustibles, y otras sustancias.

• **A LA VEGETACIÓN.**

(22) Deforestación parcial de ejemplares herbáceos y arbustivos aislados.

(23) Fragmentación del hábitat.

• **A LA FAUNA.**

(24) Estimulación a la migración de especies a causa del ruido, estrés y vibraciones.

• **A LAS RELACIONES ECOLÓGICAS**

(25) Posible fragmentación del hábitat.

(26) Posible interrupción del tránsito de especies.

• **AL PAISAJE**

(27) Contaminación Paisajística por residuos sólidos.

(28) Contaminación Paisajística por el retiro de la cobertura vegetal.

• **AL MEDIO SOCIOECONÓMICO**

(29) Generación de empleos temporales de trabajadores de la construcción.

(30) Adquisición de los materiales de construcción en el comercio local.

c) **Fase Operación y mantenimiento del Proyecto**

(31) Generación de empleo permanentes para la operación (velador y abastecimiento de víveres).

(32) Dotación de energía eléctrica con otras alternativas (generación solar).

(33) Enriquecimiento de los atributos paisajísticos mediante programas de forestación y jardinería con especies endémicas.

(34) Consolidación del suelo natural mediante el empleo de vegetación primaria.

(35) Aumento de la cobertura vegetal, densidad y diversidad.

(36) Reducción de la insolación y aumento de la temperatura mediante la creación de barreras vegetales.

(37) Separación y clasificación de residuos sólidos y tratamiento de residuos líquidos.

(38) Derrama económica por adquisición de víveres y enseres de uso diario en el comercio local.

(39) Posible contaminación por un inadecuado manejo de residuos líquidos.

(40) Posible contaminación por un inadecuado manejo de residuos sólidos.

Se presentan las matrices conteniendo una evaluación cruzada de los impactos ambientales identificados en el sitio del proyecto y su área de influencia, para cada uno de los subcomponentes de las 4 etapas en las 3 fases principales del Proyecto, a saber, preparación del sitio, construcción de la obra y operación de la Vivienda. Se han identificado 40 indicadores de impacto los cuales se clasifican a continuación para definir en qué factor ambiental inciden directamente.

V.3. Matriz de identificación de impactos.

FACTORES AMBIENTALES Y SOCIALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN DEL SITIO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	(a)	(b)	(c)
GEOMORFOLOGÍA	2	3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	34
SUELOS	1, 2,	4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 27, 28, 34, 35, 37, 39, 40,	21, 27, 34, 37, 39
CLIMA	1	5, 12, 13, 14, 15, 17, 33, 36	34, 35, 36
AIRE	1	3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 17, 35	34, 35
AGUA	1	3, 5, 8, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 35, 37, 39	21, 27, 34, 35, 37, 39
VEGETACIÓN	1, 2	5, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 33, 34, 35, 39, 40	21, 27, 33, 34, 35, 36, 39, 40
FAUNA	1	3, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33, 35, 39	21, 27, 33, 34, 35, 36, 39, 40
RELACIONES ECOLÓGICAS	1, 2	3, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 33, 34, 35, 39, 40	21, 33, 34, 35, 36, 39, 40
PAISAJE	1	3, 5, 8, 11, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 37, 39	33, 34, 35, 36, 39, 40
MEDIO SOCIOECONÓMICO		3, 4, 5, 6, 29, 30, 31, 32, 38, 39	31, 32, 38

En esta tabla en la cual se ha cruzado la información de los atributos ambientales y sociales que se ven directamente impactados, sea positiva ó negativamente por las actividades e impactos que fueron identificados se aprecia que los factores más impactados son: el agua, la vegetación, la fauna, las relaciones ecológicas y el paisaje y, que la mayoría de estos impactos se presentan durante la etapa de construcción del sitio.

V.3.1. Matriz de valoración de impactos.

Para cada uno de los posibles impactos identificados en cada componente ambiental se ha establecido una valoración que permite cuantificar el impacto para establecer las compatibilidades y perfeccionar el establecimiento de medidas tendientes a la prevención, control y mitigación de cada uno de ellos.

Se han considerado tanto los efectos negativos como los positivos para poder hacer una sustracción cuantitativa al final de esta valoración y ponderar adecuadamente las medidas correctivas y de compensación que deban ser ejecutadas.

Impacto Identificado	Criterios de evaluación											Importancia del efecto (IM),	Clasificación del impacto
	Carácter del impacto	Intensidad	Extensión	Sinergia	Persistencia	Efecto	Momento del impacto	Acumulación	Recuperabilidad	Reversibilidad	Periodicidad		
	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR		
1	-	3	2	2	1	D	4	4	2	2	3	31	MODERADO
2	-	3	2	2	1	D	4	4	2	2	3	31	MODERADO
3	-	2	2	2	1	D	2	3	1	1	1	20	COMPATIBLE
4	-	4	1	3	5	D	3	3	8	8	3	47	MODERADO
5	-	3	1	2	1	D	3	4	1	1	3	26	MODERADO
6	-	3	2	2	2	D	3	2	1	1	2	26	MODERADO
7	-	1	1	2	5	I	2	3	2	2	3	24	COMPATIBLE
8	-	1	1	2	2	I	2	2	2	2	3	20	COMPATIBLE
9	-	2	1	2	5	I	3	3	2	2	3	28	MODERADO
10	-	2	2	2	2	I	3	2	2	2	3	26	MODERADO
11	-	3	1	2	5	I	4	3	8	8	2	43	MODERADO
12	-	3	2	2	1	I	3	3	2	2	3	29	MODERADO
13	-	2	1	2	5	D	3	3	4	4	3	32	MODERADO
14	-	5	2	2	1	D	4	4	2	2	3	37	MODERADO
15	-	3	1	2	1	I	3	2	2	2	3	26	MODERADO
16	-	4	2	2	2	D	3	2	1	1	1	28	MODERADO
17	-	2	1	2	1	D	3	2	1	1	1	19	COMPATIBLE
18	-	2	2	2	1	D	4	2	1	1	1	22	COMPATIBLE
19	-	2	2	3	1	I	3	2	1	1	2	23	COMPATIBLE
20	-	2	2	3	1	I	3	2	1	1	2	23	COMPATIBLE
21	-	2	2	3	2	I	3	2	4	4	1	29	MODERADO
22	-	4	2	4	3	D	4	4	3	3	3	40	MODERADO
23	-	4	2	4	3	I	4	4	3	3	3	40	MODERADO
24	-	4	2	4	3	I	4	4	3	3	3	40	MODERADO
25	-	4	2	4	3	I	4	4	3	3	3	40	MODERADO
26	-	4	2	4	3	I	4	4	3	3	3	40	MODERADO

27	-	3	1	2	2	D	4	2	1	1	1	24	COMPATIBLE
28	-	4	1	3	3	D	4	3	3	3	3	36	MODERADO
29	-	4	2	2	3	D	3	3	1	1	2	31	MODERADO
30	+	4	2	2	3	D	3	3	1	1	2	31	MODERADO
31	+	5	2	2	5	D	2	3	1	1	3	36	MODERADO
32	+	5	2	1	5	D	3	4	1	1	3	37	MODERADO
33	+	5	2	4	5	D	2	4	4	4	3	45	MODERADO
34	+	5	2	3	5	I	2	3	4	4	3	43	MODERADO
35	+	5	2	4	5	D	2	4	4	4	3	45	MODERADO
36	+	4	2	3	5	I	3	2	4	4	3	40	MODERADO
37	+	4	2	2	5	D	4	3	1	1	2	34	MODERADO
38	+	4	2	2	5	D	3	2	1	1	2	32	MODERADO
39	+	2	2	3	2	D	4	4	3	3	1	30	MODERADO
40	-	2	1	3	1	D	4	4	1	1	1	23	COMPATIBLE

Del análisis de la presente tabla se obtienen 9 resultantes de impactos clasificados como compatibles, de los cuales ninguno es considerado como positivo. Por otra parte los 31 impactos descritos se clasifican como moderados, de los cuales 10 se cuantifican como positivos y por ende los restantes son negativos.

Los impactos valorados con mayor impacto son el 4, el 11 y el 35. De estos el 4 se refiere al impacto negativo que se generará sobre la topografía y fisiografía con motivo del marcaje y construcción de la cimentación y zapatas para las obras permanentes; el numeral 11 se refiere al impacto negativo que sufrirán los suelos con motivo de la compactación; mientras que el impacto 35 es positivo y se refiere al impacto positivo que se generará si se siguen las recomendaciones de la creación y embellecimiento de áreas verdes, jardinadas y wetlands (HAFV) con especímenes endémicos y de alto valor ecológico dentro del polígono de aprovechamiento en que se desplantarán las obras de la vivienda.

Esto implica que la mayoría de las actividades que se llevarán a cabo en las 3 etapas del Proyecto "Casa de Sueños" presentan impactos que van de compatibles (con solo 9) a moderados; con valores diversos especificados en la tabla para su reversibilidad, sinergia y recuperación. No se alcanzó ningún impacto con clasificación crítica no obstante haber valores altos en los índices de intensidad, recuperabilidad y reversibilidad (cuyos valores en este caso son inversos, a menor número mayor la compatibilidad con el medio).

Los impactos que mayor IM (Importancia del Efecto) alcanzaron, corresponden a:

- Topografía y fisiografía: El Impacto Negativo de la persistencia, sinergia y bajas recuperabilidad y reversibilidad de la edificación del Proyecto.
- Suelos: El Impacto negativo por la compactación permanente de los suelos en la superficie de desplante de la vivienda.
- Vegetación: El Impacto Negativo que se generará por la deforestación parcial de ejemplares herbáceos y arbustivos aislados y por la Fragmentación del hábitat.
- Fauna: El Impacto Negativo que puede generar la estimulación a la migración de especies a causa del estrés y vibraciones.
- Relaciones Ecológicas: El Impacto Negativo que puede generar la fragmentación del hábitat y la interrupción del tránsito de especies.

**CAPITULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES.**

VI.1. Descripción del programa de medidas de mitigación correctivas por componente ambiental

Sujeta a las condiciones que le otorga, por su Política de Aprovechamiento Sustentable con uso predominante el turismo de 10 cuartos/ha, compatible con Servicios Ambientales y Turismo, la ejecución del Proyecto de "Casa de Sueños", deberá sujetarse al cumplimiento riguroso de las condicionantes que le imponen los criterios del manejo sustentable de los recursos naturales y con ello de los criterios del Ordenamiento Ecológico Local aplicables en la región, los cuales garantizan la conservación de los procesos que mantiene una gran diversidad de recursos naturales.

Adicionalmente, por la fragilidad de la franja en que se asienta el Proyecto se deberá considerar medidas extraordinarias no sólo de prevención y control de los impactos, sino también de compensación de los mismos para coadyuvar a la recuperación gradual del entorno circundante y no constreñirse exclusivamente a trabajar y prevenir los impactos en su predio; por lo tanto, debe ponerse a disposición de las autoridades en la materia para apoyar en los programas y acciones que le sean requeridas.

Finalmente en sus medidas de prevención y control se deben incorporar la reglamentación y prohibiciones de la Normatividad vigente respecto a la conservación de manglares, humedales y especies bajo categoría especial para estar ciertos de su cumplimiento durante todas las etapas de ejecución del proyecto.

A continuación se enuncian las actividades más relevantes para el proyecto divididas de acuerdo a la fase del Proyecto en que pudieran presentarse y el componente ó atributo ambiental ó social que pudieran impactar, así como las recomendaciones puntuales para prevenir, controlar, mitigar y compensar sus efectos sobre el entorno.

a) Etapa de selección del sitio.

En esta etapa no se prevé que haya efectos que puedan resultar adversos o negativos para el entorno ambiental del sitio.

Esta etapa ha sido concretada en su totalidad con la adquisición del terreno, su caracterización y la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular y del Estudio Técnico Justificativo.

b) Etapa de preparación del sitio.

Con el análisis detallado del presente estudio se podrá observar que el desplante de los módulos de la vivienda se ubican en las zonas con las óptimas posibilidades para el aprovechamiento y desarrollo, con uso de suelo condicionado para asentamiento humano, con una representatividad ecológica en detrimento por lo que se deberá privilegiar su recuperación. Se desarrollará la vivienda en una zona del predio en dónde únicamente deberá retirarse la mínima cantidad de individuos estrato herbáceo, principalmente zacate salado y bejuco de fideo, que no serán susceptibles de rescate pero que se forestará con la especies endémicas y/o de alto valor ecológico. No obstante, este modelo de

aprovechamiento permite privilegiar la forestación y conservación de la vegetación frontal del lote y de la zona federal en donde se identifica la vegetación pionera y una breve franja de inflorescencias de matorral costero.

En la zona donde se concentra el aprovechamiento, se deberán reforzar las actividades de forestación y jardinería orientadas principalmente al empleo de especímenes endémicos y de alto valor ecológico, mismos que deberán ser adquiridos de las zonas de aprovechamiento del predio (bajo un esquema de reubicación) y en viveros autorizados y se deberá guardar las facturas que demuestren la legal procedencia de los individuos y el costo de los trabajos de forestación, así mismo estas actividades y documentos deberán entregarse periódicamente a la SEMARNAT y a la PROFEPA como prueba del cumplimiento de las condicionantes ambientales.

A continuación se describe cada una de las medidas que se realizarán en esta etapa del Proyecto.

Despalme

En la zona que estará sujeta a aprovechamiento se rescatarán todos los individuos en estrato arbustivo de las zonas en las que forzosamente vaya a desplantarse edificaciones, la reubicación y siembra deberá ser inmediata porque no hay espacio ni tiempo de exposición de raíces o para establecer un vivero temporal; más adelante se fortalecerá la forestación con individuos de la misma especie. En la porción frontal del predio se presentan un manto de vegetación rastrera halófito y especímenes de matorral aislados en donde se prevé conservación estricta, mientras que en las zonas propuestas para aprovechamiento que será necesaria una limpieza selectiva siguiendo las medidas propuestas:

1. Las actividades de limpieza deberán realizarse de manera manual sin excepción.
2. En caso de haber en algunas zonas capa de suelo fértil de donde sea retirada la vegetación está se deberá colocar en las áreas destinadas a ser jardinadas y cubierta por una membrana para que no se lave o trascoque con el viento.
3. La vegetación que sea retirada se trozará y se dispondrá en el sitio de disposición final de residuos del Ayuntamiento pues esta zona no presenta naturalmente una capa orgánica de suelo y al agregarse residuos trozados se estarían alterando las condiciones fisicoquímicas del suelo.
4. Los individuos rescatados de las zonas de construcción deberán ser reubicados inmediatamente, para evitar al máximo el tiempo de exposición y deshidratación de sus raíces, máxime que en la región se cuenta con poca agua como para la realización de riegos abundantes y constantes.
5. En el frente de playa deberá crearse una barrera vegetal de al menos el 60% del frente por cinco metros de profundidad, en esta zona sólo se permitirá el embellecimiento y mantenimiento con vegetación original.
6. Ningún tipo de retiro de cobertura vegetal se permite dentro de la zona marina.
7. Se debe promover la erradicación del fideo de monte por ser una parásita invasiva.

En un ámbito regional y por las dimensiones del predio, la afectación por las actividades de desmonte y despalme se considera que es mínima, por lo que el impacto ambiental aún cuando se considera negativo tiene una repercusión temporal-mitigable siempre que se lleven a cabo labores de rescate y forestación.

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.

1. Inmediatamente después del despalme, se realizarán las actividades de construcción, con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo.
2. El despalme será gradual, de acuerdo al tiempo que se autorice para el CUS y conforme al avance del proyecto para que los suelos estén expuesto el menor tiempo posible e inmediatamente al término de la obra se reforestará para consolidar los suelos y evitar su erosión.

Relleno y nivelado:

1. La programación de las actividades de construcción del proyecto deberán dar inicio de manera inmediata a las actividades de relleno y nivelado, con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo.
2. La zona en que se desarrollen las cepas del Humedal Artificial de Flujo Vertical no requerirá de nivelado y compactación.
3. Los volúmenes de arena que sean removidos en los fosos de las zapatas y zanjas de cimentación se emplearán para el relleno bajo las edificaciones para no generar volúmenes adicionales de residuos ni incorporar materiales ajenos al suelo.

Se considera que, debido a que las áreas de aprovechamiento son reducidas en comparación del tamaño del predio este impacto será moderado pero permanente.

Contaminación y alteración de volúmenes de Mantos Freáticos.

Por efectos del despalme y nivelado del área de construcción, disminuye la cobertura vegetal y por lo tanto la capacidad de captación de agua, lo cual puede reflejarse en los volúmenes de flujo del agua continental hacia el mar. Asimismo, el uso de aceites, grasas, etc., en la operación de equipo, puede generar en un aporte de contaminantes, ya sea por escurrimientos superficiales o por percolación.

Sin embargo, en cuanto a la alteración de los volúmenes de flujo de agua, el sitio del proyecto no se encuentra sobre una zona importante de captación ni en zona de vedas, adicional a lo anterior, la superficie de áreas selladas en planta baja es reducida en comparación con las dimensiones del predio (únicamente el **30.53** % del área total del predio) quedará ocupada por edificaciones permanentes con suelos sellados y por tanto sujeto a un aprovechamiento permanente, el cual no incluye áreas verdes, accesos y jardinadas dentro del mismo del polígono de aprovechamiento siendo que las mismas estarán completamente libres de construcciones y conservarán la vegetación original producto del rescate y de la forestación; en cuanto al arrastre de contaminantes, se considera que con las medidas de mitigación apropiadas se puede minimizar los impactos. Por lo anterior el impacto en cuanto a contaminación y alteración de los volúmenes del manto freático, es adverso pero no significativo.

1. Para evitar cualquier contaminación de los mantos freáticos por sustancias como aceites y grasas, la reparación y mantenimiento de los equipos durante la construcción será realizada en talleres fuera del área del proyecto.
2. Se pondrá especial atención, en la disposición de los residuos líquidos generados durante esta etapa.

3. Será obligatorio instalar un sanitario con planta de tratamiento prefabricada ó sistema séptico para el uso de los trabajadores durante la preparación del sitio y construcción de la obra a razón de 1 por cada 10 trabajadores.
4. Se deberá conservar la barrera vegetal circundante a las obras, o bien, colocar una membrana alrededor del área de construcción para evitar en la medida de lo posible que los polvos de la obra lleguen al mar.
5. En ninguna etapa se permitirá el manejo de solventes, organoclorados, organofosforados y/o sustancias listadas en el catálogo CICOPAFEST.
6. No se permitirá el almacén de combustibles, grasas y/o aceites quemados en la obra.
7. En caso de requerir el trasvase de combustibles dentro del área para la maquinaria como revolvedoras, deberá realizarse sobre una zona a la que se le colocará desde el inicio una losa de cemento o una membrana plástica impermeable.
8. Los suelos y paredes de las cepas del Humedal Artificial deberán estar aislados y sellados por medio de una geomembrana para impedir la filtración de aguas residuales en tratamiento.

Calidad del Aire.

El uso de maquinaria, tránsito y movimiento de material durante las actividades de relleno y compactación, provocan una alteración de la calidad del aire, ya que la emisión de humos y polvos se incrementa y, si no se toman las medidas adecuadas de uso y mantenimiento de los equipos, los niveles pueden rebasar los parámetros establecidos en las distintas normas oficiales que regulan la operación de los mismos.

Adicionalmente, el traslado de material para el relleno de las áreas, provocará movimiento de polvos, que podrían afectar a la vegetación circundante en el predio. A continuación se proponen las medidas de mitigación correspondientes:

1. La emisión de polvos se minimiza, con acciones de riego constante en los sitios de desmonte.
2. En el transporte del material, los camiones colocarán lonas con el fin de evitar la dispersión de los polvos.
3. Los materiales deberán transportarse en fase húmeda.
4. Deberán colocarse membranas alrededor del área de construcción para disminuir en la medida de lo posible la dispersión de polvos.
5. En cuanto a la emisión de humos y partículas contaminantes generadas por el equipo y maquinaria, se solicitará al contratista responsable de la construcción, que se cumpla con lo estipulado en la normatividad correspondiente para que los vehículos que laboren en la obra se encuentren en condiciones adecuadas y se les dé un mantenimiento periódico en los talleres autorizados para tal fin, y nunca en las inmediaciones del sitio.

Se considera que la permanencia del impacto es temporal y se limitan sus efectos a la etapa de preparación y construcción, por lo que se clasifica como adverso no significativo.

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. Las medidas de mitigación implementadas para disminuir al máximo los impactos son:

1. El cumplimiento de la normatividad respecto a los niveles de ruido permitidos.
2. Limitar el horario de trabajo de 7:00am a 18:00pm, disminuye el impacto posible de generar debido a que la fauna es mayormente nocturna y de este modo se reduce el stress.
3. Limitar el movimiento del personal y maquinaria de obra, sólo en el área en que se desarrollará la misma.
4. El uso de maquinaria afinada y que sea sometida periódicamente a revisión mecánica y afinación, fuera del área del proyecto.

Instalación de Servicios de apoyo.

Desde el inicio de las obras deberá instalarse el sanitario portátil que se requiere, a razón de 1 por cada 10 trabajadores; el sanitario, así como la bodega de material y el cuarto de los trabajadores deberán estar ubicados en zonas previamente impactadas del predio ó que posteriormente vayan a emplearse para no aumentar la superficie de impacto.

La bodega y el cuarto de los trabajadores se edificarán con materiales de la región (madera y lámina de cartón) y deberán removerse total e inmediatamente al término de la obra. Estas estructuras se situarán al principio en la zona que posteriormente será ocupada por el estacionamiento, acceso y casa del velador-bodega para no incrementar la superficie de desplante y afectación.

Inmediatamente finalizada la obra deberán removerse la caseta del sanitario y la fosa autolimpiante que le dará servicio deberá conectarse a la red sanitaria que dará servicio durante la etapa de operación a la vivienda del velador. Antes de que entre en operación la vivienda ya deberá estar en su sitio y habilitado el humedal artificial de flujo vertical para el tratamiento terciario del agua previamente tratada por el biodigestor autolimpiante marca Fosa Plass y la Planta de Tratamiento MUTAR.

Manejo de residuos sólidos y líquidos:

1. Los desechos líquidos generados en el baño portátil serán canalizados al biodigestor autolimpiante que deberá estar instalado desde el inicio de las obras en el sitio, al término será removida la cabina portátil del sanitario y el biodigestor será conectado a la red sanitaria de la vivienda del velador y complementada con un humedal durante la fase de operación.
2. Durante la construcción, el efluente pre-tratado en el biodigestor deberá almacenarse y trasladarse a tratamiento y disposición final por alguna empresa especializada; no se permite el reuso de esta agua para riego. Otra opción es reutilizar el efluente tratado para labores de construcción y para la caja de baño del sanitario portátil.
3. Los desechos sólidos, serán depositados en recipientes adecuados para tal fin, para que posteriormente se dispongan en el sitio que determine la autoridad municipal.
4. Los recipientes para residuos sólidos deberán estar distribuidos en número suficiente y en ubicaciones estratégicas, deberán contar con tapa.
5. Se deberá instruir a los trabajadores a colocar los residuos clasificados y exclusivamente en los recipientes destinados para tal fin.
6. Diariamente, al término de la jornada laboral se deberá realizar una limpieza de los residuos de la construcción y disponerlos en contenedores adecuados para su posterior recolección.
7. Se debe especificar un sitio permanente para el acopio de los residuos y la colocación de los tambos.

8. Desde el inicio de la obra se deberá contactar con el servicio de limpia municipal para que brinde la recolecta de basura o establecer días y horarios para que los promoventes o el contratista realicen esta labor.
9. No se permitirá al personal de la obra consumir alimentos fuera del área autorizada, para evitar la dispersión de residuos sólidos.
10. Durante la construcción, no se deberá realizar actividades de ningún tipo en la playa para evitar la dispersión de residuos.
11. Mínimo una vez por semana los residuos de la construcción deberán ser trasladados al sitio de disposición final que determine la autoridad municipal.
12. Los desechos vegetales provenientes del desmonte se deberán trozar, embolsar y trasladar al sitio de disposición final para no alterar las condiciones fisicoquímicas actuales del suelo.

Almacenamiento y manejo de sustancias consideradas peligrosas.

El manejo de aceites y combustible, puede potencialmente generar un riesgo y afectación al ambiente, principalmente por derrame y contaminación de suelos y escurrimiento hacia mantos freáticos.

Durante las actividades de preparación, se tendrá un volumen mínimo de éste tipo de sustancias, el suministro de combustible de los equipos se realizará cada tercer día con el abastecimiento desde el poblado de Mahahual. Las medidas de prevención y mitigación serán las siguientes:

1. El volumen y cantidad de materiales como aceites y combustibles es mínimo, sin embargo el proyecto no prevé el almacenamiento de este tipo de sustancias y por tanto se reduce el riesgo de derrames.
2. No se permite el trasvase de combustible y/o aceites en zonas del predio que no tengan una cobertura impermeable para evitar los derrames y absorción en el terreno natural.
3. Estas sustancias, de ser indispensable su almacenamiento, deberán colocarse en contenedores especiales y sobre suelo impermeable y con bordos para evitar fugas y/o derrames.
4. No se permitirá realizar el mantenimiento de vehículos o maquinaria en el predio.
5. No se permitirá el almacenamiento de aceites quemados en el predio. El contratista deberá ser responsable por los residuos que genere la maquinaria que se emplee.

Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el caso de las acciones de la etapa de preparación y construcción del sitio, existe la posibilidad de afectar no sólo a distintas especies de flora en las áreas circundantes sino además el hábitat de las mismas o bien, alguno de los procesos biológicos que se dan en el sitio del proyecto y sus cercanías; 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.

1.-Vegetación:

Una vez identificadas las distintas asociaciones vegetales que se distribuyen a lo largo del litoral y las especies que conforman a cada asociación, en especial las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se puede tener los elementos técnicos para identificar de manera más precisa los impactos adversos que pueden resultar de las acciones de la etapa de preparación y al mismo tiempo proponer las medidas *ad hoc*, con el fin de disminuir la magnitud del impacto.

Para reducir y mitigar el impacto generado a la vegetación se deberán considerar las siguientes medidas:

1. Se deberá instruir a los trabajadores a no realizar ningún tipo de actividad fuera del polígono de aprovechamiento de la obra, especialmente en la zona hacia el frente de playa que corresponde a zona de conservación.
2. No se permitirá el uso de leña en ninguna actividad, para ello se les dotará de alimentos provenientes de cocinas económicas del poblado o bien de carbón comercial para ser usado en asadores o parrillas (no en fogatas) o de latería.
3. En ninguna etapa del Proyecto se permitirá la introducción de especies exóticas y/o invasivas.
4. El Programa de Reforestación deberá basarse en el Anexo 4 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Costa Maya, como referencia ya que el POEL vigente no incluye un listado de especies sugeridas.
5. Se coadyuvará con las autoridades en las acciones de erradicación de las especies que se consideren riesgosas para el ecosistema, como es el caso del fideo de monte.
6. La vegetación arbustiva sita en el polígono de aprovechamiento y que deba removerse forzosamente para edificar un módulo en el sitio deberá ser rescatada y reubicada siempre que sus condiciones fitosanitarias lo permitan, de ser así su reubicación deberá ser inmediata.
7. La vegetación que forzosamente deba removerse de su sitio original y que no sea susceptible de rescate será trozada, embolsada y dispuesta como residuo en el sitio de disposición final del ayuntamiento. Para compensar a estos individuos se deberá forestar en las áreas verdes y jardinadas del polígono de aprovechamiento con las mismas especies, o bien, con especies de alto valor ecológico que sustituyan a las invasivas y parásitas presentes en el sitio.

2.- Fauna:

En el sitio se reportaron reptiles e insectos, principalmente lagartijas y arácnidos, por lo que es necesario tomar una serie de medidas preventivas, con el fin de evitar afectar a las distintas especies de fauna en zonas adyacentes o que pudieran estar en tránsito, en especial a las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Medidas Preventivas:

1. Las actividades de desmonte, se llevarán a cabo de manera manual.
2. E horario de trabajo del personal y de los equipos se limitará a un horario diurno (7:00 a 18:00 horas).
3. Se participará en las acciones de conservación de flora y fauna que sea implementadas por la SEMARNAT, sobre todo aquellas dirigidas a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010, que se encuentren en el área del proyecto.
4. Previo al inicio de la obra se revisará si existen organismos animales en el sitio del proyecto, en caso afirmativo se procederá a desplazarlos hacia sitios más seguros, particularmente el polígono Oeste del lote.
5. Se incluirán actividades de educación ambiental dirigidas hacia todos los trabajadores durante el proceso de construcción, que tendrán como propósito proteger a las distintas especies de flora y fauna.
6. Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.
7. No se permitirá la introducción de fauna exótica ni animales domésticos.

8. Se deberá restringir el paso de fauna doméstica y/o exótica a la zona de playa.
9. En caso de avistamiento de tortugas marinas que suban a la playa a desovar se deberá dar parte de inmediato a las autoridades para que tomen las medidas pertinentes.
10. En caso de detectar tortugas marinas desovando en la playa del proyecto se deberá redoblar la vigilancia por parte de los responsables para que ningún usuario, empleado o ajeno al proyecto las moleste, cace, perturbe o haga daño a los huevos.
11. Si llegaran a desovar tortugas marinas en la playa del proyecto y los huevos no fueran rescatados por las autoridades, se deberá poner un letrero indicador y una cerca alrededor del sitio para que nadie pise la zona o la perturbe.
12. Toda la iluminación exterior deberá ser de baja intensidad y orientada al suelo.

c) Etapa de Construcción del Sitio.

Ruido.

Los niveles de ruido en el área del proyecto se incrementarán por el uso del transporte, maquinaria y equipo, así como 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. Las medidas de mitigación, implementadas para disminuir al máximo los impactos son:

1. El cumplimiento de la normatividad respecto a los niveles de ruido permitidos.
2. Limitar el horario de trabajo de 7:00 a 18:00, disminuye el impacto posible de generar.
3. Limitar el movimiento del personal de obra, sólo en el área en que se desarrollará la misma.
4. El empleo de maquinaria y vehículos en buen estado y que cumplan con un programa periódico de afinación.

Calidad del Aire

La emisión de partículas a la atmósfera, por los equipos, maquinaria y vehículos de transporte de materiales de construcción puede afectar la calidad del aire, por lo que se aplicarán las siguientes medidas de mitigación:

1. Se llevará a cabo la correcta aplicación de la normatividad en cuanto a emisiones.
2. Se cumplirá con un programa de mantenimiento de todos los equipos.
3. El constructor deberá llevar una bitácora de afinación y servicio de la maquinaria y vehículos que se emplearán en esta etapa del Proyecto.
4. El mantenimiento y reparación de los equipos será realizado fuera del área del Proyecto, en talleres especializados.
5. No se permitirá la quema de ningún tipo de residuos o materiales en el sitio.

Calidad del Agua

1. Se instruirá a los trabajadores a no disponer ningún tipo de residuo en el agua.
2. No se permitirá el almacenamiento de combustibles en el sitio del proyecto.
3. En caso de ser indispensable el trasvase de combustible en el lote este será llevado a cabo sobre suelo de cemento, o bien, sobre una membrana para contener cualquier tipo de derrame accidental.
4. Ningún residuo líquido se dispondrá directamente al suelo.
5. No se permitirá el empleo de sustancias tóxicas, de alta persistencia, organoclorados, organofosforados y otras que puedan generar contaminación al manto por su filtración.

6. Se solicitará a los empleados el empleo exclusivo de bloqueadores y bronceadores biodegradables.
7. Se solicitará a los empleados el empleo exclusivo de jabones, detergentes y shampos biodegradables.
8. Previo al inicio de la operación ya deberá estar instalado y jardinizado el humedal artificial que dará tratamiento terciario al efluente de la PTAR y el biodigestor.
9. Las cepas del humedal artificial de flujo vertical deberán estar aisladas y selladas con geomembrana impermeable para garantizar que no habrá filtraciones de aguas residuales en tratamiento.

Acumulación de partículas de polvo y humo

La acumulación de partículas de polvo y humo sobre el estrato vegetal, disminuye la capacidad fotosintética de los organismos vegetales.

Medida de mitigación:

1. Se llevará a cabo un riego regular, sobre la vegetación circundante a las obras del proyecto.
2. Los materiales de construcción deberán ser transportados y almacenados en fase húmeda y cubiertos por lonas.
3. Se conservará la cobertura vegetal circundante a la zona de construcción, o bien, se colocará una membrana que rodee las áreas en construcción para minimizar la dispersión de partículas.
4. Se deberá regar periódicamente el camino costero.

Ámbito paisajístico

En cuanto al impacto negativo provocado en el ámbito paisajístico, una de las etapas más impactantes en este aspecto es la construcción, debido al movimiento de maquinaria, material, presencia de albañiles, acumulación de basura, etc., para lo cual se proponen las siguientes medidas de mitigación:

1. De ser posible, colocar una malla de protección alrededor de la obra, con el fin de disminuir el efecto visual.
2. Se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente.
3. Se colocará el número suficiente de recipientes para basura, los cuales deberá contar con tapas y ser colocados en sitios estratégicos dentro del predio.
4. Inmediatamente terminadas las principales labores de construcción se debe dar inicio a la forestación y creación de áreas verdes.

Residuos sólidos y líquidos

1. El biodigestor y/o PTAR que se emplee durante la construcción será parte del mismo sistema que dé servicio durante la operación y, antes de esta etapa ya deberá estar instalado, impermeabilizado con geomembrana y jardinizado el humedal artificial de flujo vertical que estará conectado a la microplanta de tratamiento MUTAR y el biodigestor para captar y tratar su efluente.
2. Durante la construcción, la caseta del sanitario y el biodigestor que se empleen deberán almacenar su efluente tratado en un receptáculo y emplearlo en reuso dentro de la caja del sanitario y actividades de construcción o bien trasladarlo fuera del sitio mediante pipa de compañía especializada en disposición final.
3. El tránsito y trabajos de los empleados de la obra se circunscribirá exclusivamente a las áreas de aprovechamiento dentro del predio, evitando que tiren basura en otros sitios.

4. Se deberá capacitar a los trabajadores mediante un programa de educación ambiental para orientarlos respecto al almacenamiento de los residuos.
5. El campamento de los trabajadores deberá contar con tambos para basura en cantidad suficiente y colocados en sitios estratégicos.
6. La basura deberá recogerse diariamente y almacenarse en recipientes para este fin.
7. Al menos una vez por semana deberán trasladarse los residuos de la construcción al sitio de disposición final que defina el H. Ayuntamiento de OPB.
8. Los residuos que no sean de la construcción se almacenarán en un sitio específico a la espera del camión recolector.
9. Deberá establecerse un sitio específico para la alimentación de los trabajadores para evitar la dispersión de residuos sólidos y de alimentos que puedan atraer fauna feral.
10. Los residuos generados en cualquier etapa del proyecto que sean susceptibles de reuso o reciclado deberán ser separados y donados o vendidos a empresas especializadas que operen en la región.
11. Se promoverá la clasificación de los residuos.

Circulación Vehicular y acarreo de material:

El incremento de la circulación de vehículos de carga y materiales incrementará el nivel de ruido, afectando principalmente a las distintas especies de fauna que se desplazan en las inmediaciones del proyecto.

Medidas de mitigación

1. Se colocarán los señalamientos indicando los límites de velocidad.
2. El horario de trabajo se limitará de 7:00 a 18:00, se considera que la mayor actividad de la fauna es nocturna.
3. Con el fin de evitar la deposición de polvo y tierra sobre el follaje de la vegetación circundante al proyecto, se regará diariamente el camino y la zona de obras.
4. Todos los vehículos que transporten material deberán de traer una lona de protección.
5. El material se deberá almacenar en un sitio específico, en fase húmeda y cubierto por lonas.
6. No se permitirá el tránsito de vehículos pesados dentro del lote y hacia la zona de playa.
7. Se deberá conservar la mayor superficie posible de vegetación en la zona de aprovechamiento, que funja como barrera vegetal y filtro.

Afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Debido a que todas las acciones tienen una relación directa con la afectación a especies de flora y fauna, el análisis de los impactos potenciales de generarse en esta etapa se dejó al final del apartado. La presencia de trabajadores y la operación de equipos y maquinaria así como el acarreo de materiales, producirán de manera sinérgica efectos sobre el comportamiento de la fauna y sobre la calidad del estatus de la flora en los sitios aledaños a la zona de obras.

Medidas de mitigación:

1. Todos los vehículos que transporten material contarán con lonas de protección.
2. El promovente participará en las acciones de conservación de flora y fauna que sea implementadas, sobre todo aquellas dirigidas a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010, que se encuentren en el área del proyecto.
3. Se deberá coadyuvar a las acciones de las autoridades tendientes a la protección de la flora y fauna de la zona.

4. Se restringirá la circulación de los trabajadores hacia la Zona Federal Marítimo Terrestre y hacia zonas aledañas fuera del sitio de la construcción.
5. Previo al inicio de la obra se revisará si existen organismos animales en el sitio del proyecto, en caso afirmativo se procederá a desplazarlos hacia sitios más seguros, particularmente hacia el Oeste del lote.
6. Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.
7. No se permitirá la introducción de fauna exótica ni doméstica.
8. No se permitirá el uso de leña en ninguna etapa.
9. No se permitirán fogatas en la ZOFEMAT en ninguna etapa.
10. Se debe incluir sanciones para los trabajadores que cacen, molesten o perturben a los especímenes de flora o fauna que se encuentren en el predio o sus alrededores.
11. No se permitirá ningún tipo de pesca en el sitio del Proyecto.
12. Inmediatamente terminada la obra deberá llevarse a cabo un Programa de Reforestación que privilegie la presencia de individuos endémicos y de alto valor ecológico. Los organismos deberán adquirirse en viveros de la región que cuenten con todos los permisos por parte de las autoridades.
13. En las obras de reforestación y jardinería no deberán emplearse plaguicidas organoclorados ni persistentes, deberá consultarse inicialmente el catálogo CICOPLAFEST.
14. Se deberá restringir el paso de fauna doméstica y/o exótica a la zona de playa.
15. En caso de avistamiento de tortugas marinas que suban a la playa a desovar se deberá dar parte de inmediato a las autoridades para que tomen las medidas pertinentes.
16. En caso de detectar tortugas marinas desovando en la playa del proyecto se deberá redoblar la vigilancia por parte de los responsables para que ningún usuario, empleado o ajeno al proyecto las moleste, cace, perturbe o haga daño a los huevos.
17. Si llegaran a desovar tortugas marinas en la playa del proyecto y los huevos no fueran rescatados por las autoridades, se deberá poner un letrero indicador y una cerca alrededor del sitio para que nadie pise la zona o la perturbe.
18. Dado que muchas especies de fauna tienen hábitos nocturnos deberán suspenderse las labores de construcción a media tarde para no provocar un estrés adicional.
19. Bajo ninguna circunstancia salvo emergencias o apoyo a las autoridades se permitirá la iluminación directa y/o de alta intensidad (mayor de 20 lúmenes) hacia la zona marina, playa y áreas de conservación).
20. Se deberá colocar reductores de velocidad en el camino de acceso al proyecto, así como letreros que indique que es una zona de tránsito de fauna.

Salud Pública y Ocupacional

- a) Para evitar la aparición de fauna nociva como cucarachas, moscas y ratas, se requerirá que diariamente los depósitos sean limpiados y las bolsas de plástico con la basura sean llevadas al área de acopio.
- b) A los trabajadores se les proporcionará agua purificada para evitar enfermedades gastrointestinales.
- c) En la medida de lo posible para la preparación del sitio y construcción se contratará personal que resida en la región para evitar la alteración de los patrones de migración.
- d) Colocar colectores de basura en sitios estratégicos dentro de las instalaciones temporales para evitar la proliferación de fauna nociva.
- e) Los trabajadores contarán con servicio médico como responsabilidad de la empresa Constructora.

- f) En la etapa de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento cualquier incidente será atendido por las instituciones públicas de emergencia, tales como la Cruz Roja, bomberos, seguridad pública o protección civil o en cualquiera de las clínicas del IMSS ya sea en Chetumal o en la Cd. De Felipe Carrillo Puerto, por lo cual todos los obreros de la construcción o empleados deberán estar afiliados y vigentes al IMSS.
- g) Los residuos generados durante esta actividad permanecerán en el sitio el menor tiempo posible, para evitar accidentes y contaminación por dejarlos de manera permanente.
- h) Proporcionar a los trabajadores el equipo de seguridad necesario, dependiendo de su actividad, por ejemplo cascos, guantes de carnaza e impermeables entre otros.
- i) Los residuos sólidos se transportarán diariamente al área de acopio para su posterior separación y destino final.
- j) Los desperdicios tanto orgánicos (vegetación) como inorgánicos que se generen, serán colocados en el área de acopio, para su posterior traslado al sitio de disposición final con que cuenta el municipio de Othón P. Blanco.
- k) Al término de la preparación del sitio y construcción se retirarán todos los residuos producidos durante esta etapa para evitar la propagación de plagas e incendios forestales.

d) Etapa de Operación y Mantenimiento 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 cuantificables a largo plazo, por lo que se recomienda llevar a cabo una serie de monitoreos de aquellos factores que puedan provocar afectaciones al paso del tiempo.

Operación de maquinaria y equipos.

Se contará con un sistema híbrido de generación energía a energía provista por la acometida de CFE y generación con gas L.P. que garantiza emisiones reducidas, controladas y bajo nivel de ruido.

El tanque de almacenamiento de Gas L.P. deberá estar pintado con pintura epóxica y anticorrosiva y usar las distinciones y señalizaciones internacionales de la tabla CRETIB.

Los equipos y/o maquinaria que sea requerida para la operación de proyecto deberán estar en un programa periódico de servicio y afinación.

Generación de residuos líquidos y sólidos.

Durante la fase de operación se generará basura diariamente, por lo que un mal manejo y disposición de los residuos puede originar impactos; como presencia de basura en las áreas de vegetación o bien en la playa o en el agua, pudiendo resultar peligroso para la fauna marina y silvestre; o bien dar pauta a la proliferación de fauna nociva (moscas, mosquitos, cucarachas y ratas) en la zona del proyecto.

Por otro lado un mal tratamiento de las aguas residuales y una mala disposición de las mismas puede afectar de manera directa la calidad de los mantos freáticos y las aguas marinas aledañas. Por esto se prevé que para el tratamiento del agua residual se usará 1 biodigestor autolimpiante marca FosaPlass y 1 planta de tratamiento de aguas residuales marca MUTAR, marca que cuenta con las autorizaciones y registros ambientales

pertinentes mismas cuyo efluente se canalizará a dos cepas de un humedal artificial de flujo vertical para el tratamiento terciario del agua previo a su dispersión para riego.

Medidas de prevención:

1. El manejo de los residuos líquidos y sólidos generados por la operación será estrictamente conforme a lo propuesto en el presente escrito, o bien, como lo disponga la autoridad dictaminadora competente.
2. El biodigestor y/o PTAR que se emplee durante la construcción será el mismo que dé servicio durante la operación y antes de esta etapa ya deberá estar instalado, impermeabilizado con geomembrana y jardinizado el humedal artificial de flujo vertical que estará conectado al sistema de biodigestor y una microplanta de tratamiento MUTAR para captar y tratar su efluente.
3. Las aguas residuales y de desecho generadas por la operación del proyecto serán tratadas en el biodigestor, la PTAR y dos cepas de humedal HAFV y posteriormente usadas en las áreas verdes del predio mediante una red de riego por infiltración.
4. Se contará con el número adecuado de recipientes para basura, con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva.
5. Los residuos sólidos, serán separados adecuadamente según tipo de basura, para una mejor disposición.
6. Se debe fomentar, en todas las etapas el uso de materiales reusables y/o reciclables.
7. En todas las etapas se debe fomentar el uso de jabones, detergentes, bloqueadores, bronceadores, etc biodegradables.
8. Se deberá clasificar la basura y todos los residuos que sean susceptibles de reuso o reciclaje deberán entregarse o venderse a empresas especializadas que operen en la región.

Calidad y ahorro del agua

1. El Proyecto operará con cisterna con capacidad de 35.00 m³ bajo la vivienda, un tinaco de 1.1 m³ que hará las veces de cisterna para la casa del velador y, 2 tinacos (uno de 1,100 litros y uno de 750 litros) para distintos tipos de agua (agua pluvial y agua potable), en ningún momento se permitirá la creación de pozos o extracción de agua de cuerpos superficiales.
2. Los muebles de baño contarán con sistemas de ahorro como tazas y regaderas ahorradoras.
3. Se pedirá a los promoventes el empleo exclusivo de bloqueadores y bronceadores biodegradables.
4. Se pedirá a los promoventes el empleo exclusivo de jabones, detergentes y shampoos biodegradables.
5. El efluente del Humedal podrá emplearse en labores de riego, cajas de sanitarios y actividades de limpieza del Proyecto. El aporte del efluente deberá ser superficial y no inyectado.

Playa y ZOFEMAT

1. Limpieza continua de la playa, retirando basura, hojarasca y residuos sólidos.
2. Se deberá mantener en buen estado y fomentar, en la franja paralela a la Zona Federal las especies propias de la vegetación, sobre todo las rastreras, como *Ipomea pes-caprae* y las consolidadoras como *Hymenochallis litoralis* y *Sesuvium portulacastrum*
3. Evitar el tránsito de vehículos motorizados en la zona federal.
4. No se permitirán dragados ni estructuras permanentes en la Zona Federal y área marina.

5. No se permitirá la iluminación directa a la playa y zona marina.
6. No se permitirá la introducción de fauna doméstica y/o exótica a la playa.
7. No se permitirán fogatas en la zona de playa.

Medidas de Compensación en beneficio del Manglar

1. Se deberá identificar áreas de manglar cercanas a la zona del proyecto e implementar un programa periódico de vigilancia, limpieza y retiro de residuos.
2. Se deberá coadyuvar con las autoridades en los esfuerzos de reforestación y recuperación de este ecosistema.
3. Se deberá poner a disposición de la Autoridad a toda persona que sea vista talando, desecando, rellenando, cortando o realizando actividades que afecten al manglar.
4. Se colaborará con el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco en la creación y consolidación del polígono destinado al Parque del Manglar en la vecina comunidad de Mahahual.
5. Dentro de lo posible antes del inicio de la obra se deberá colocar una membrana sea sintética o textil que proteja la vegetación de los alrededores para reducir y controlar los polvos y partículas que se depositen sobre el mismo y perjudiquen sus índices y capacidad fotosintética y de evapotranspiración por la obstrucción de los poros vegetales.
6. Se colocarán letreros que indiquen a los trabajadores y personas en tránsito que está prohibido el ingreso de vehículos a la zona Oeste del lote, así como las actividades extractivas y/o de aprovechamiento.
7. Se instruirá a los trabajadores a no depositar ningún tipo de residuos, sea sólido o líquido en ésta zona.
8. Se instruirá a los trabajadores a no realizar actividades de ningún tipo fuera del área que sea autorizada para el desplante de la obra.
9. Se realizará, semestralmente, un programa de limpieza en la zona de manglar y en la zona de playa para retirar los residuos sólidos y escombros que se encuentran en el área.
10. Al inicio de la obra se buscará la ubicación de drenes y escorrentías naturales hacia el área Oeste del predio, donde a más de 37.00 metros hay presencia de individuos aislados de mangle y, de ser localizados se buscará su limpieza y desasolvamiento.
11. Se verificará que el camino costero cuente con drenajes y de ser el caso se buscará su limpieza y desasolve.
12. Se pondrá a disposición de las autoridades a cualquier persona que sea sorprendida realizando acciones de extracción, caza y/o aprovechamiento en la zona de humedales.
13. Se coadyuvará con las autoridades en las acciones y actividades que las mismas estimen pertinentes en beneficio del humedal de la región.
14. Se prohibirá explícitamente, en cualquier etapa del proyecto, el empleo de pozos de absorción, pozos ciegos o bien la disposición de aguas, inclusive las tratadas en cuerpos de agua y zonas de humedales.
15. Se realizará una inspección de campo en la zona de humedales para verificar que no existan especies invasivas y/o secundarias que puedan competir con el mangle, por ejemplo, el pino de mar, almendras, pastos y zacates y; en caso de encontrarles se les removerá del sitio para privilegiar el desarrollo exclusivo de individuos de mangle y endémicos.

VI.2 Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, por la naturaleza misma del proyecto, se considera que en este caso los impactos residuales se restringen al área que desplante de la obra y por tanto a la deforestación y ocupación permanente de los 469.39 m² que abarcará la obra en conjunto en Planta Baja. Estos impactos estarán orientados principalmente a la modificación del microclima, el incremento en la capacidad de carga del medio y la generación de residuos; todos ellos previsibles y con adecuadas medidas de prevención y control.

VI.3 Impactos Acumulativos.

Los impactos generados por el desarrollo de viviendas y desarrollos turísticos, por el cambio de uso de suelo son un elemento acumulativo, ya que se va avanzando y modificando el ambiente, es cierto que el desarrollo es necesario y que en la zona la vegetación que se desarrolla está ligeramente afectada y carece de diversidad a causa de factores climáticos y antropogénicos, pero esto se suma al desmonte y la explotación de recursos en zonas adyacentes; sin embargo, el impacto positivo a nivel social es significativo, pero para lograr un desarrollo que se acerque a la sostenibilidad es necesario que, tal como lo plantea el proyecto, se cuente con una superficie significativa de áreas verdes sujeta a la conservación, forestación con especies endémicas y de la región lo cual otorga al proyecto un amplio impacto benéfico dada la actual condición de la zona.

Supervisión de las medidas de mitigación

El encargado y el Promovente de la obra estarán a cargo del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y serán responsables de su cumplimiento, así mismo será evidente el respeto de las mismas ya que al finalizar la construcción en el predio se deberá contar con áreas verdes y zonas de conservación mayores al 55.64% (considerando únicamente el polígono de forestación y conservación y no todas las áreas permeables, que en conjunto ascienden al 69.46%), lo cual será fácilmente observable dadas las condiciones actuales. Se presentarán reportes de seguimiento de términos y condicionantes cada doce meses donde se presenten fotografías y descripciones detalladas de las obras, su avance y el cumplimiento de las medidas que sean autorizadas a realizarse.

No se prevé que la zona marina pueda sufrir cambios en sus parámetros ya que no se plantean obras dentro de ella o cercanas que pudieran afectar o generar desequilibrios ecológicos, así como tampoco la descarga de líquidos ó sólidos puesto que independientemente de la legislación y la cultura ambiental del Promovente, la administración del Proyecto estará a cargo de una familia de alto nivel cultural y ambiental y este es el principal motivo para extremar precauciones y mantener la zona con una elevada calidad ambiental.

CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

Se considera que, acorde con los instrumentos de Ordenamiento Ecológico, Regulación Ambiental y Desarrollo Urbano que el gobierno ha previsto para la zona del proyecto y que se encuentran vigentes, en unos 10 años la franja costera de la Costa Maya estará en su mayoría desarrollada conforme a lo permisible para las diversas regiones que la conforman. Por tanto, se prevé un escenario de viviendas vacacionales y desarrollos hoteleros de bajo impacto, dentro de los cuales, la obra que nos ocupa ocupará un área con el mismo uso de suelo que sus vecinos colindantes.

- *Escenario sin la ejecución del proyecto.*

La tendencia del Sistema Ambiental sin la ejecución del Proyecto sería de un deterioro paulatino a largo plazo como efecto de las actividades colindantes y su sinergismo; en un lapso de tiempo de 10 a 15 años se estima, de acuerdo con Técnico Forestal y Ambiental, que el ecosistema habría sido sustituido por vegetación más resistente a causa de la presencia actual de vegetación pionera que está siendo atacada por vegetación parásita invasiva, de los continuos imperismos a que está sujeta la zona, a la dinámica de acresión, debido a que la mancha de viviendas de recreo y hoteles costeros sigue creciendo y alterando los predios inmediatamente colindantes por lo que el lote no podría subsistir como un sistema aislado siendo que poco a poco los especímenes que sean introducidos en sitios vecinos, los incendios que se registran en la zona y los intemperismos, obligarían al sitio que quedaría aislado como un mini corredor natural a ser ocupado por especies más resistentes como las que ya se presentan actualmente en el sitio y/o sus colindancias como son: el fideo de monte, la *Casuarina equisetifolia*, *Terminalia cattapa*, *Acacia sp*, entre otros, que desplazarían a las palmas endémicas como *Thrinax radiatta* y asociaciones de manglar de borde en un mediano plazo.

También habría que considerar que, si el predio quedara en el abandono, podría ser empleado por gente en actividades furtivas como la extracción de leña de especies maderables forestales presentes y de las palmas, específicamente el Chit, que son ampliamente usadas en la región para la construcción de techumbres y artesanías y el mangle que por su alta capacidad calorífica se emplea como leña. Igualmente podría ser sujeto de invasiones y por lo tanto de la tala clandestina y desmedida al no tener responsabilidades legales los invasores por no tener la propiedad legal de dichas tierras.

- *Escenario con la ejecución del proyecto sin aplicar las medidas de mitigación propuestas.*

De llegar a ejecutarse el proyecto, si no fuesen cumplidas las medidas de mitigación propuestas se daría pie al peor escenario tendencial posible puesto que habría una generación de residuos sólidos, líquidos y sanitarios que serían directamente vertidos al ambiente sin un control en su adecuada disposición, generando contaminación a las aguas subterráneas y superficiales, marinas, al suelo, a la vegetación y al aire.

De no respetarse los parámetros de uso de suelo y desmonte se generaría un cambio en el microclima por la desertificación del sitio, a la vez que se promovería la dinámica de la

erosión costera, la modificación de la dinámica de acreción, la pérdida del suelo natural y por ende de la biodiversidad del sitio, lo cual actuaría sinérgicamente con las actividades colindantes para crear una zona de baja diversidad y abundancia de especímenes originales y/o de alto valor representativo, fragmentación del sitio y creación de barreras, con un microclima alterado, con bajo valor paisajístico y con índices de contaminación por encima de los valores normales con respecto a viviendas costeras con adecuados programas de manejo.

- *Escenario con la ejecución del **proyecto** aplicando las medidas de mitigación propuestas...*

De llegar a ejecutarse el proyecto, siempre y cuando se realice en los términos propuestos en la MIA-P y del ETJ, dentro del marco de estricto cumplimiento de la Normatividad y Legislación Vigente, así como de la aplicación fiel de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos, se estima que se podría conservar en un estado original al menos el 55.64% de la superficie total del predio, esto sin considerar los humedales y el área verde incluida en el CUS, fomentando la recuperación parcial de la diversidad original, creando un ambiente adecuado que fomente el retorno de la avifauna y fauna endémica característica del sitio.

La aplicación adecuada de las medidas de mitigación y control permitiría un correcto manejo de los efluentes de aguas residuales, así como la disposición de los residuos sólidos durante todas las etapas de ejecución y operación.

Se coadyuvaría al embellecimiento paisajístico y al incremento de la densidad y diversidad al fomentar la creación de una barrera vegetal en el frente de playa del lote y zonas de conservación, a la vez que dentro del predio se conserva al menos el 55.64% del lote sin obras ni actividades de ningún tipo y se fomenta la Restauración del sitio mediante un programa continuo de limpieza e introducción de especímenes vegetales endémicos en los sitios de conservación, lo que permitirá reforzar la diversidad y abundancia de los mismos.

Se concluye que éste sería el escenario tendencial más apropiado para éste caso concreto.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

Al cumplir con las medidas de mitigación y compensación planteadas en el capítulo anterior, se considera haber satisfecho la necesidad de proponer medidas de control, mitigación y compensación de los impactos que generará el Proyecto, persistiendo solo acciones que deberán ser emprendidas con constancia, como lo son el mantenimiento del buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, el uso de productos no tóxicos ni persistentes, jabones y productos biodegradables, entre otros.

El Promovente deberá estar permanentemente al corriente de los compromisos ambientales a que se sujeta a través de la presente MIA-P y entregar sus reportes cada doce meses o bien, con la temporalidad que la autoridad indique.

VII.3 Conclusiones

Se concluye que el proyecto es acorde a los instrumentos vigentes al momento de elaboración del presente estudio y, por tanto, viable toda vez que los impactos al ambiente que pudiera generar serán debidamente compensados o mitigados desde la fase de preparación del sitio, así como durante la construcción y la operación del mismo; de tal suerte que hoy se carece diversidad y densidad de la vegetación original pero al término del Proyecto se reforestará la zona para obtener una calidad ambiental y paisajística con la que no se cuenta actualmente, lo que será benéfico para el entorno. De lo que se concluye que no tendrá efectos negativos relevantes, permanentes y de alcances más allá que los estrictamente locales.

CONCLUSIÓN

DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO Y LAS CONDICIONES AMBIENTALES QUE RIGEN EL ÁREA, SE CONCLUYE QUE EL PROYECTO "CASA DE SUEÑOS" A SER DESARROLLADO EN LA FRAC. 24 DEL PREDIO RÚSTICO SAN JOSE, EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, ES VIABLE, YA QUE SE TRATA DE UNA OBRA QUE ES ACORDE CON EL MARCO JURIDICO AMBIENTAL VIGENTE.

LOS IMPACTOS DESCRITOS SE JUSTIFICAN AL TRATARSE DE UNA OBRA DE BAJO IMPACTO Y QUE DURANTE SUS ETAPAS SE REALIZARAN LAS ACCIONES QUE SEAN NECESARIAS PARA REDUCIR, MITIGAR Y/O COMPENSAR LOS IMPACTOS QUE SE GENERARÁN A CAUSA DE SU DESARROLLO. PARA COMPENSAR EL DESPALME SE REALIZARA LA FORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS Y DE ALTO VALOR ECOLÓGICO, DE TAL FORMA QUE EXCLUSIVAMENTE EL 30.56% DE LA SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO SUFRIRÁ UN APROVECHAMIENTO POR ÁREAS SELLADAS PERMANENTE; SUPERFICIE SUJETA A CUS EN LA QUE NO SE CONSIDERAN ÁREAS VERDES, PERMEABLES Y HUMEDALES ARTIFICIALES; MIENTRAS QUE LA SUPERFICIE NO CONTEMPLADA EN EL CUS CONSERVARÁ E INCREMENTARÁ MEDIANTE LA FORESTACIÓN, SU VALOR ESCÉNICO Y PAISAJÍSTICO CON ORGANISMOS ENDEMICOS Y DE ALTO VALOR ECOLÓGICO PROPIOS DE UN ECOSISTEMA COSTERO.

RESULTA BENÉFICO SOCIALMENTE POR LA DOTACIÓN DE EMPLEOS TEMPORALES QUE GENERARÁ DURANTE LA CONSTRUCCIÓN, Y POR LA DERRAMA CONSTANTE PARA LA MANUTENCIÓN DE LOS HABITANTES DE LA VIVIENDA DURANTE LA OPERACIÓN.

EL PROYECTO CONTARÁ CON SU PROPIA SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CISTERNAS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA, POR LO QUE NO REPRESENTARÁ UNA PRESIÓN ADICIONAL A LOS REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LA POBLACIÓN.

**CARTA RESPONSIVA DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,
MODALIDAD PARTICULAR.**

La abajo firmante, bajo protesta de decir verdad, declara que la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del proyecto denominado "Kathy's Casa de Sueños", promovido por la C. Ana Paulina Rivas Carrillo, en calidad de Apoderado General de Banco del Bajío, Sociedad Anónima Institución de Banca Múltiple, Fiduciario del Fideicomiso identificado administrativamente con el No. 17310-55-278 de la Fideicomisaria, Sra. Kathryn Ann Otten, a ser desarrollado en la Fracción 24, lote 13/23 del predio rústico San José, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, bajo su leal saber y entender, es real y fidedigna, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales; que sabe de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad administrativa distinta de la judicial tal y como lo establece el artículo 247 del código penal, 247 fracción I, 420 Quater del Código Penal Federal y 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental.

CONSULTORA Y RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN DEL ESTUDIO.

NOMBRE:

ING. AMB. PATRICIA EUGENIA ESPINOSA RUIZ

FIRMA:

ABRIL - 2017

**CAPITULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN
LA INFORMACIÓN SEÑALADA**

VIII.1. De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán dos ejemplares impresos y siete electrónicos de la manifestación de impacto ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública. El estudio incluirá imágenes, planos e información que complementa el estudio mismo que se presenta en formato Word para uso exclusivo de SEMARNAT y en formato Adobe Acrobat para la consulta.

VIII.2. Fotografías e imágenes

Se pueden apreciar en el cuerpo del documento y en el **anexo Fotográfico)** contenido en la carpeta Anexos Técnicos de los discos compactos electrónicos, las fotografías que detallan el estado actual del predio, acceso adyacente y, área colindante. Se presenta el Anexo fotográfico) en formato electrónico para una mayor calidad de las imágenes.

En el **anexo Imágenes)** adjunto en formato electrónico se presenta una galería de imágenes del sitio y áreas circundantes, mapas, planos y detalles contenidos en el estudio.

VIII.3. Videos

NO SE PRESENTAN VIDEOS

VIII.4. Lista de flora y fauna

Se presentan en el cuerpo del documento, específicamente en el capítulo IV, dentro de la identificación del medio biótico, así como en el ETJ, adjunto al presente en medio electrónico.

VIII.5. Bibliografía

Además de la revisión bibliográfica y cartográfica, se realizaron 2 visitas campo para registrar la distribución de las especies vegetales, y verificar la presencia de fauna.

- Carlos Ley Vega de Seoane, Juan B. Gallego Fernández, César Vidal Pascual. (2007). MANUAL DE RESTAURACIÓN DE DUNAS COSTERAS. España: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas.
- NMX-AA-120-SCFI-2016 QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES DE SUSTENTABILIDAD DE CALIDAD DE PLAYAS. DOF: 07/12/2016.
- Guía de Planeación, diseño y construcción sustentable en el Caribe Mexicano. Secretaría de Turismo del estado de Quintana Roo. 2012.
- H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, Decreto por el cual se modifica el Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual, municipio de Othón P. Blanco. Marzo-2008.
- Periódico Oficial de Gobierno del Estado de Quintana Roo. Decreto por el cual se publica el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P.

- Blanco, Quintana Roo. 7 de octubre de 2015.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Registros pluviométricos mensuales, anuales y promedios de 59 años. 1998
 - Registros de huracanes de 50 años. 1998. www.cna.gob.mx
 - Análisis de la temporada de ciclones tropicales 2011. Sistema Meteorológico Nacional, CNA.
 - Reporte Anual 2015. Sistema Meteorológico Nacional, CONAGUA, México.
 - García, E. Modificaciones al sistema de Clasificación de Koppen. 1981. UNAM-CETENAL
 - GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. Atlas General. 1981
 - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. LGEEPA. DOF 24/ENERO/2017
 - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Periódico Oficial de Gobierno del Estado de Quintana Roo 29 junio 2001.
 - Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. DOF 31/octubre/2014.
 - INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. Censo General de Población y Vivienda, Méx. 2010.
 - INEGI. Resultados Preliminares del Censo de Población y vivienda, México 2010
 - Anuario Estadístico del Estado de Q. Roo. 2000
 - Hoja Web www.inegi.gob.mx
 - López Ramos, E. Geología de México. 1981. Ed. Escolar.
 - Rzedowski, J. Vegetación de México. 1983. ed. Limusa.
 - SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Publicada en el D. O. F. con fecha 16 de mayo de 1994 y su modificación 30 de diciembre de 2010.
 - SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y sus límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Publicada en el D. O. F. con fecha 22 de octubre de 1993
 - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 1996
 - Aguilera, H. N. 1958. Los Suelos. *En*: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. II parte. Tomo 2. Ed. IMERNAR, México.
 - Cabrera, E.F., M. Sousa y O. Telléz. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQRO-SEDUE. 224 p.
 - Cabrera E.F. y A. Sánchez, 1994. Comunidades vegetales en la Frontera México Belice. *En*: Estudio Integral de la Frontera México-Belice. Tomo IV. Recursos Naturales. pp: 17-35.
 - Flores, S. e I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. 135 p.
 - Gobierno del Estado de Quintana Roo. 1981. Atlas General. Ediciones del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México. 134 p.
 - INEGI. 1984. Geología de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería-Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 88 p.

- INEGI. 1994. Cuaderno Estadístico Municipal Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo. Ed. Gobierno del estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Geografía e Informática y H. Ayuntamiento Constitucional de Cozumel. 113 p.
- Jauregui E., J. Vidal y F. Cruz. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el período 1871-1978. *En: Memorias del Simposio Quintana Roo Problemática y Perspectiva*, CIQRO-UNAM. pp. 47-61.
- Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. *En: Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento*. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. 215-271.
- Navarro, L.D. y Robinson, J.G., 1990., Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México., CIQRO, Quintana Roo, Méx. 471 p.
- Sánchez, A. 1980. Características generales del medio físico de Quintana Roo. *En: Quintana Roo y Perspectiva*, memorias del simposio CIQRO-UNAM. pp. 30-32.
- Sánchez, O., E.F. Cabrera, S. Torres. P. Herrera, L. Serralta y C. Salazar (1991) La vegetación. *En: Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo*.
- Centro de Investigaciones de Quintana Roo. pp: 31-48.
- SEDESOL 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación del 16 de Mayo primera sección. pp 2-60.
- Sousa, M. y E.F. Cabrera. 1983. Listados Florísticos de México. II. Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 100 p.
- Trejo, J.C. 1991. Manglares de la Península de Yucatán. En *Diversidad marina y costera de México*. CONABIO-CIQRO. pp. 600-672.
- Aguilera, H. N. 1958. Los Suelos. *En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. II parte. Tomo 2. Ed. IMERNAR, México.
- Climática de Köppen. México.
- Dirección de Estadística de la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (SEDETUR) 2005 Página de Internet. <http://sedetur.qroo.gob.mx/estadisticas/2004/diciembre.php> Visitada el 23 de Mayo del 2005.
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) 2005 Diagnostico socioeconómico de Costa Maya. Informe Técnico. 164 pp.
- Gobierno del Estado de Quintana Roo. 1981. Atlas General. Ediciones del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México. 134 p.
- Gobierno del Estado de Quintana Roo. 1991. Plan de ordenamiento ecológico urbano y turístico: Región sur (Bacalar- Xcalak). Gobierno del Quintana Roo. Fondo para el Desarrollo Turístico Integral del Estado de Quintana Roo, Grupo SYSPLAN S.A DE C.V Y Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal, Q. Roo, México, 153 pp.
- Granados, S. Diodoro; Humberto Macías-Cuellar; Jaime Martínez C.; y, María A. Navarro M., 1997 Producción Ruran en la Región de Xcalak, Quintana Roo. *Revista Ciencia y Desarrollo*, Vol. XXII, Num. 133/134, pp. 24-37. Goncalves, Vitor F. Da C.; Aguas, Paulo Manuel Roque
- 1997 The concept of life cycle: An application to the tourist product; en *Journal of Travel Research*, Fall 1997; Vol. 36; Issue 2; 12 pp.
- Programa Estatal de Desarrollo Urbano, Gobierno del Estado de Quintana Roo, Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA); 2001. Informe Técnico. Chetumal, Quintana Roo, México.

- IGUNAM, 1981. (Instituto de Geología UNAM) Carta Geológica de la Península de Yucatán. Compilación Cartográfica UNAM, México.
- INEGI. 1984. Carta Aguas Superficiales Cancún E I6-2-5 esc. 1:250000.
- INEGI. 1984. Carta Edafológica Bahía Ascensión E16-2-5. Escala 1: 250 000. México.
- INEGI. 1984. Carta Edafológica de Carrillo Puerto E16-1. Escala 1: 250 000. México
- INEGI. 1984. Carta Geomorfológica Bahía Ascensión E 16-2-5. Escala 1: 250 000. México.
- INEGI. 1984. Carta Geológica de Carrillo Puerto E16-1. Escala 1: 250 000. México
- INEGI. 1984. Carta Topográfica de Carrillo Puerto E16-1. Escala 1: 250 000. México.
- INEGI. 1984. Geología de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 88 p.
- INEGI, 1990. Quintana Roo. Resultados definitivos. Tabulados básicos. XI Censo General de población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. Pp. 224
- INEGI, 1995. Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo. Resultados definitivos Censo de Población y Vivienda, Tabulados básicos de Quintana Roo 1995.
- Jauregui E., J. Vidal y F. Cruz. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el período 1871-1978. En: Memorias del Simposio Quintana Roo Problemática y Perspectiva, CIQRO-UNAM. pp. 47-61
- Jiménez M. Alfonso de Jesús, 2001. Desarrollo turístico y sustentabilidad: el caso de México, Grupo editorial Porrúa, México, D.F. 191 pp.
- Konrad, H.W. 1996. Tormentas tropicales en el Caribe. Revista Mexicana del Caribe, No. 1, 98-130. Q. Roo, México.
- López-Ramos, E. 1973. Península de Yucatán Geología Superficial, en Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág. 3
- Lugo-Hubp, joven., joven. Aceves-Quesada y R. Espinasa-Pereña. 1992. rasgos Geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Revista del Instituto de Geología. Vol 10. Núm. 2-1992. Pags. 143-150. México.
- Mc Cann, Jennifer, Pam Rubinoff, 1997. "Una herramienta efectiva para promover el uso sustentable de los recursos costeros: el manejo costero integrado", Boletín Amigos de Sian Ka'an: Xcalak, No. 17. pp. 5-7.
- Miranda, F. 1958. La vegetación. En los recursos naturales el sureste de México. INMERNAR.
- Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. En. Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. 215-271.
- Ortiz, P.M.A. y Espinosa R.L.M., 1991. Clasificación Geomorfológica de las Costas de México. Geografía y Desarrollo Vol. 2 No.6.
- Pereira C. A. & H. Vester, 2000. Huracanes. En: World Bank.2000. El impacto de los huracanes en la península de Yucatán y sus corredores biológicos. (Scientific unpublished report).
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, 1999. Decreto por el que se aprueban los Planes de Desarrollo Urbano de las localidades de X'calak-Mahahual del municipio de Othón P. Blanco. Chetumal, Quintana Roo, Tomo I; No. 7 Extraordinario, 5ª Época. Pp. 10-47
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2005. Acuerdo por el que se aprueba el Plan de Desarrollo Urbano de Mahahual, Municipio de Othón P. Blanco. Tomo I; No. 14; 6ª Época.

- Proyecto para la Conservación y uso sostenible del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). 2004 Manual para la evaluación rápida de la efectividad del manejo en áreas protegidas marinas de Mesoamérica. Documento Técnico No. 17. Belize City, Belice. 54 pp.
- R. Butler, "The concept of tourist area cycle of evolution: implications for management of resources", en *Canadian Geographer*, XXIV, núm. 1, 1980, pp.5-12.
- Romero, M., Rafael I., 1997. Dilemas del Turismo Ecológico en el Caribe Mexicano. Tenencia de la tierra y participación social en el Corredor turístico Costa Maya. *Revista Mexicana del Caribe*, Año 2., Num. 4, pp. 80-128.
- Sánchez, A. 1980. Características generales del medio físico de Quintana Roo. En: *Quintana Roo y Perspectiva*, memorias del simposio CIQRO-UNAM. pp. 30-32.
- Sánchez, O., E. Cabrera, S. Torres, P. Herrera, L. Serralta y C. Salazar, 1991. Vegetación. En: T. Camarena-Luhrs y S. Salazar-Vallejo (eds.) *Estudios Ecológicos Preliminares de la zona sur de Quintana Roo*. CIQRO, Chetumal. pp. 31-48.
- SARH – CNA.1989. Sinopsis geohidrológica del suelo de Quintana Roo. Subdirección General de Administración del Agua. Gerencia de Aguas Subterráneas. Chetumal, Quintana Roo, México, 43 pp.
- Universidad de Quintana Roo. 1998. "Informe del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya". Gobierno del Estado de Quintana Roo, Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Universidad de Quintana Roo. 2001. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Fase I. Caracterización. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Wilson, E.M., 1980. Physical Geography of the Yucatán Peninsula. En Moseley, E. & Ferry, E. *Yucatan a World Apart*. The University of Alabama Press, USA.
- CONANP-SEMARNAT. Edición Septiembre 2004. Programa de Manejo Parque Nacional Arrecifes de Xcalak.

VIII.6. Documentación Legal

En la Carpeta electrónica denominada **anexo Legal**) en los discos compactos adjuntos se presenta una copia electrónica de todos y cada uno de los documentos legales respecto de la propiedad y personalidad que se mencionan en el cuerpo del estudio; así mismo se entrega en copia certificada para cotejo y para el expediente original y/o copia simple toda la documentación legal que respalda la legal propiedad del predio y la personalidad del representante.

VIII.6.1 Listado de la documentación legal adjunta

- Copia simple para archivo y certificada para cotejo del Acta No. Mil Ciento Noventa y Nueve (1,199), de fecha dieciocho (18) días del mes de septiembre de dos mil quince, pasada ante la fe del Abogado Hugo Wilbert Evia Bolio, Notario Público No. Sesenta y nueve (69) en legal ejercicio en el Estado de Yucatán, en la cual se hace constar un Contrato Irrevocable de Fideicomiso, celebrado por Quest Corporation, S. de R. L. de C. V., como Fideicomitente, Banco del Bajío, S.A. I.B.M. como Fiduciario y, la Sra. Kathryn Ann Otten, como Fideicomisario, respecto del predio rustico marcado como Fracción 24 (veinticuatro), ubicado en camino Mahahual-

Punta Herrero, Número Oficial Sin Número, Lote Trece diagonal Veintitrés del municipio de Othón P. Blanco.

- Copia simple para archivo y certificada para cotejo de la Escritura Pública No. Trece Mil Quinientos Sesenta y Siete (13,567), de fecha veintiséis (26) días del mes de mayo de dos mil dieciséis, pasada ante la fe de la Lic. María Soledad Olvera Sánchez, Notario Público No. Ciento cinco (105) en legal ejercicio en el Estado de Guanajuato, en la cual se hace constar un Poder General Limitado para Actos de Administración, que otorga Banco del Bajío, Sociedad Anónima Institución de Banca Múltiple, Fiduciario del Fideicomiso identificado administrativamente con el No. 17310-55-278 de la Fideicomisaria, Sra. Kathryn Ann Otten, a favor de la Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo.
- Identificación Oficial en copia simple y Copia Certificada para cotejo de la credencial para votar emitida por el IFE del Apoderado de Banco del Bajío, S.A. I.B.M., Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo.

VIII.7. Programas Ambientales

Como parte del sustento técnico de las referencias contenidas en el presente estudio se hace entrega en papel y medio electrónico de los siguientes programas:

VIII.7.1. Listado de Programas Ambientales

- Programa de Ahorro de Agua,
- Residuos Sólidos,
 - Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción, sólo en CD,
 - Plan de Manejo de Residuos Sólidos de Alimentos y Jardinería, sólo en CD,
 - Programa de Manejo integral de Residuos Sólidos,
 - Estrategias para el manejo de los RSM,
- Aguas Residuales y su Tratamiento,
 - Información acerca del sistema de tratamiento de aguas residuales MUTAR,
 - Certificado del Biodigestor Rotoplas,
 - Ficha técnica del Biodigestor Autolimpiante Rotoplas,
 - Guía del Biodigestor Autolimpiante Rotoplas,
 - Anexo 1. Plano de conjunto con el Biodigestor, las PTAR's y las cepas del HAFV.
- Programa de Rescate de Fauna y Enriquecimiento de Flora,
- Justificación de las Medidas para mantener e incrementar la Superficie de Cobertura del Manglar

VIII.8. Planos definitivos.

En el **anexo Planos)** en los discos compactos adjuntos se presentan los planos definitivos del proyecto, conteniendo plano de conjunto, estructural, hidráulico, eléctrico, sanitario, arquitectónico y topográfico, con todos los niveles de detalle necesarios para la construcción del proyecto

VIII.8.1 Listado de los planos definitivos adjuntos

- Planos Arquitectónicos con detalles estructurales, fachadas y cortes, con detalle de instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas,
- Plano Topográfico con conjunto de las obras y curvas de nivel,
- Plano de levantamiento topográfico con curvas de nivel,
- Plano del campamento temporal,
- Plano con la ubicación del tanque de gas estacionario.

ANEXO VIII.6 **DOCUMENTACIÓN LEGAL ADJUNTA**

- Copia simple para archivo y certificada para cotejo del Acta No. Mil Ciento Noventa y Nueve (1,199), de fecha dieciocho (18) días del mes de septiembre de dos mil quince, pasada ante la fe del Abogado Hugo Wilbert Evia Bolio, Notario Público No. Sesenta y nueve (69) en legal ejercicio en el Estado de Yucatán, en la cual se hace constar un Contrato Irrevocable de Fideicomiso, celebrado por Quest Corporation, S. de R. L. de C. V., como Fideicomitente, Banco del Bajío, S.A. I.B.M. como Fiduciario y, la Sra. Kathryn Ann Otten, como Fideicomisario, respecto del predio rustico marcado como Fracción 24 (veinticuatro), ubicado en camino Mahahual-Punta Herrero, Número Oficial Sin Número, Lote Trece diagonal Veintitrés del municipio de Othón P. Blanco.
- Copia simple para archivo y certificada para cotejo de la Escritura Pública No. Trece Mil Quinientos Sesenta y Siete (13,567), de fecha veintiséis (26) días del mes de mayo de dos mil dieciséis, pasada ante la fe de la Lic. María Soledad Olvera Sánchez, Notario Público No. Ciento cinco (105) en legal ejercicio en el Estado de Guanajuato, en la cual se hace constar un Poder General Limitado para Actos de Administración, que otorga Banco del Bajío, Sociedad Anónima Institución de Banca Múltiple, Fiduciario del Fideicomiso identificado administrativamente con el No. 17310-55-278 de la Fideicomisaria, Sra. Kathryn Ann Otten, a favor de la Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo.
- Identificación Oficial en copia simple y Copia Certificada para cotejo de la credencial para votar emitida por el IFE del Apoderado de Banco del Bajío, S.A. I.B.M., Lic. Ana Paulina Rivas Carrillo.

ANEXO VIII.7

PROGRAMAS AMBIENTALES

- Programa de Ahorro de Agua,
- Residuos Sólidos,
 - Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción, sólo en CD,
 - Plan de Manejo de Residuos Sólidos de Alimentos y Jardinería, sólo en CD,
 - Programa de Manejo integral de Residuos Sólidos,
 - Estrategias para el manejo de los RSM,
- Aguas Residuales y su Tratamiento,
 - Información acerca del sistema de tratamiento de aguas residuales MUTAR,
 - Certificado del Biodigestor Rotoplas,
 - Ficha técnica del Biodigestor Autolimpiante Rotoplas,
 - Guía del Biodigestor Autolimpiante Rotoplas,
 - Anexo 1. Plano de conjunto con el Biodigestor, las PTAR's y las cepas del HAFV.
- Programa de Rescate de Fauna y Enriquecimiento de Flora,
- Justificación de las Medidas para mantener e incrementar la Superficie de Cobertura del Manglar

ANEXO VIII

PLANOS DEFINITIVOS

- Planos Arquitectónicos con detalles estructurales, fachadas y cortes, con detalle de instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas,
- Plano Topográfico con conjunto de las obras y curvas de nivel,
- Plano de levantamiento topográfico con curvas de nivel,
- Plano del campamento temporal,
- Plano con la ubicación del tanque de gas estacionario.

PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

La educación ambiental se puede definir como un proceso, en el cual se incluye un esquema planificado, para comunicar información y/o suministrar instrucción acerca de la problemática ambiental más reciente, con la finalidad de apoyar el desarrollo de actitudes, opiniones y creencias, las cuales apoyen a su vez la adopción sostenida de conductas, que guíen tanto a los individuos como a los grupos, para que vivan sus vidas, crezcan sus cultivos, fabriquen sus productos, compren sus bienes materiales, desarrollen tecnología, etc., de manera que minimicen lo más que sea posible la degradación del paisaje original, o las características geológicas de una región, la contaminación del agua, del aire o suelo, y las amenazas a la supervivencia de otras especies de plantas y animales.

La educación ambiental se encuentra constituida por cuatro niveles:

I. Fundamentos ecológicos

Este nivel incluye la instrucción sobre ecología básica, ciencia de los sistemas de la Tierra, biología, química, física, etc. El propósito de este nivel de instrucción es dar información sobre los sistemas terrestres de soporte vital. Existen muchas reglas ecológicas de la vida y muchas conductas humanas y decisiones de desarrollo parecen violar a muchas de ellas. Una razón importante por la cual se creó la educación ambiental, es la percepción de que las sociedades humanas se estaban desarrollando de maneras que rompían las reglas.

II. Conciencia conceptual

Algunas acciones individuales y de grupo pueden influenciar la relación entre calidad de vida humana y la condición del ambiente. Es decir, no es suficiente que uno comprenda los sistemas de soporte vital (reglas) del planeta; también uno debe comprender cómo las acciones humanas afectan las reglas y cómo el conocimiento de estas reglas pueden ayudar a guiar las conductas humanas.

III. Investigación y evaluación de los problemas

Implica aprender a investigar y evaluar problemas ambientales. Debido a que hay demasiados casos de personas que han interpretado de forma incorrecta o sin exactitud asuntos ambientales, muchas personas se encuentran confundidas acerca de cual es el comportamiento más responsable ambientalmente. Por ejemplo, ¿es mejor para el ambiente usar pañales de tela que pañales desechables? ¿Es mejor hacer que sus compras las pongan en una bolsa de papel o en una plástica? La recuperación energética de recursos desechados, ¿es ambientalmente responsable o no? Muy pocas veces las respuestas a tales preguntas son sencillas. La mayoría de las veces, las circunstancias y condiciones específicas complican las respuestas a tales

preguntas y solamente pueden comprenderse luego de considerar cuidadosamente muchas informaciones.

Y el último componente de la educación ambiental es:

IV. Capacidad de acción

Este componente enfatiza el dotar a las personas con las habilidades necesarias para participar productivamente en la solución de problemas ambientales presentes y la prevención de problemas ambientales futuros. También se encarga de ayudar a los alumnos a que comprendan que, frecuentemente, no existe una persona, agencia u organización responsable de los problemas ambientales.

Los problemas ambientales son frecuentemente causados por las sociedades humanas, las cuales son colectividades de individuos. Por lo tanto, los individuos resultan ser las causas primarias de muchos problemas, y la solución a los problemas probablemente será el individuo (actuando colectivamente).

El propósito de la Educación Ambiental será dotar a los individuos que trabajen en todas las etapas del proyecto con:

1. El conocimiento necesario para comprender los problemas ambientales;
2. Las oportunidades para desarrollar las habilidades necesarias para investigar y evaluar la información disponible sobre los problemas;
3. Las oportunidades para desarrollar las capacidades necesarias para ser activo e involucrarse en la resolución de problemas presentes y la prevención de problemas futuros; y, lo que quizás sea más importante,
4. Las oportunidades para desarrollar las habilidades para enseñar a otros a que hagan lo mismo.

En una palabra, la educación ambiental es sobre oportunidades.

Entre las acciones que se implementarán para lograr lo manifestado anteriormente se encuentran:

- Mediante la dotación de los medios, equipo necesario y la capacitación del caso, se evitará que el personal adscrito al proyecto, quemar materiales y productos provenientes de cocina o sanitario, durante las fases de preparación, construcción y operación del proyecto
- Se dotará de los medios y equipo necesario (sanitarios portátiles), y mediante la realización de pláticas de concientización, se evitará que el personal deje residuos fisiológicos en el área de trabajo.
- Las pláticas de concientización también estarán orientadas a evitar que los trabajadores, persigan, perturben, o cacen a la fauna que se encuentra presente en el predio y sus alrededores.
- Previo al inicio de la obra se revisará si existen organismos animales en el sitio del proyecto, en caso afirmativo se procederá a desplazarlos hacia sitios más seguros.

- Para evitar la dispersión de los materiales de construcción dentro del predio, se asignará un área específica, y siempre se utilizará como receptora y almacén de materiales
- Con la finalidad de evitar la dispersión del material particulado, éstos se manejarán en fase húmeda. Además se programarán todas las actividades de traslado de material durante horas tempranas de la mañana.
- Se definirán calendarios y horarios de trabajo que optimicen el uso de las máquinas en beneficio del ambiente, de los habitantes y de los trabajadores.
- Se tendrá un calendario de servicio a la maquinaria y a los vehículos para garantizar que sus sistemas de escape y de combustión funcionen dentro de los límites permisibles por la normatividad vigente.
- Para evitar cualquier contaminación del manto freático por sustancias como aceites y grasas, la reparación y mantenimiento de equipos será realizada en talleres fuera del área del proyecto
- Al término de la preparación del sitio y construcción, se retirarán todos los residuos producidos durante esta etapa, para evitar la propagación de plagas e incendios forestales.
- Durante la etapa de operación, en las tareas relacionadas con el mantenimiento de las instalaciones, se evitará la utilización de productos químicos, y por el contrario, se promoverá el uso de jabones, y todo tipo de productos biodegradables.

En conjunto con las acciones antes mencionadas, se colocarán letreros informativos, indicativos y/o restrictivos dentro del predio.

Se colocará señalización que indique la velocidad máxima permisible dentro del predio y un reductor de velocidad en el camino costero de acceso (soga de diámetro 20 cm).

Si algún integrante del personal adscrito es sorprendido comercializando, cazando, capturando, confinando, dañando y/o traficando individuos de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática que se encuentre dentro del predio o en las áreas circundantes, será consignado a la autoridad competente.

Medidas para mantener e incrementar la Superficie de Cobertura del Manglar.

En cumplimiento de la Especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, que a la letra dice: "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" se analizan y vinculan las medidas de compensación sugeridas en el cuerpo de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular ingresada con motivo de la evaluación del Proyecto de vivienda unifamiliar denominado "Casa de Sueños".

Entre las medidas de compensación en beneficio del manglar propuestas a ser realizadas dentro del lote 24 del predio San José y fuera de la propiedad privada, penetrando aproximadamente 37.00 metros lineales en terrenos hacia el Oeste del límite de la propiedad, se contemplan, entre otras: 1) La identificación y el desasolve de los drenes naturales que puedan estar presentes en el camino costero que desembocan hacia la zona de manglar, 2) La prohibición expresa de labores y actividades en la porción Oeste en colindancia con el camino costero que lleva al predio, zona en la que se localiza ecosistema de manglar, 3) La educación ambiental mediante letreros informativos, 4) La prohibición de disposición de residuos líquidos y sólidos sobre suelo natural y cuerpos de agua, entre otras varias que se analizarán separadamente. Por qué se proponen estas medidas y cómo benefician estas medidas en relación con la manutención e incremento de la superficie de cobertura de manglar? De acuerdo con estudios realizados por PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) relativos a la Distribución de los Bosques de Manglar, entre las principales amenazas y presiones que afectan el ecosistema de manglar y derivan en la reducción del área de cobertura se encuentran:

1) Amenazas por efecto de Cambio Climático: Entre los efectos adversos del cambio climático en los humedales costeros (manglares, lagunas, sabanas) vale la pena mencionar el aumento del nivel del mar, el cambio en la frecuencia o intensidad de las precipitaciones y/o sequías y el aumento de la temperatura superficial del mar.

Por su parte se señalan como efectos del aumento de la temperatura superficial del mar que:

- a) En combinación con altos niveles atmosféricos de dióxido de carbono y aumento de la temperatura se espera que aumente la productividad de los manglares, aumente el crecimiento, la producción de hojarasca y la expansión de algunas especies.
- b) A una temperatura del agua superior a los 35°C, se puede causar estrés térmico en *Rhizophora mangle* y,
- c) A más de 38°C, la diversidad de comunidades de invertebrados que viven en las raíces se puede reducir, y es probable que se impida el establecimiento de plántulas.

VINCULACIÓN: En el Proyecto "Casa de Sueños", se proponen acciones para modificar el microclima, siendo que actualmente al haber escasa cobertura vegetal en la mayor parte de la propiedad, la irradiación y su absorbancia son elevadas, en comparación con las condiciones que se pueden alcanzar en el sitio una vez realizado el programa de enriquecimiento con especies endémicas, estas acciones detienen y revierten la

modificación del microclima, lo que redundará en el control local del cambio climático. De la misma forma, al destinar el 69.46 % como áreas permeables, de conservación y/o verdes sujetas a enriquecimiento florístico se garantiza una amplia superficie de permeabilidad en la que será permanente el intercambio y la recarga del acuífero que alimenta los drenes que intercambian subterráneamente su flujo hacia la zona de lagunas interiores en donde se localiza el ecosistema de manglar, esto permite una tasa de recambio de agua fresca desde y hacia el ecosistema de mangle lo que ayuda a reducir la posibilidad de estrés térmico debido al incremento de temperaturas y a reducir la posible afectación a los invertebrados y favorecer el establecimiento de las plántulas, lo que se refleja en el fomento al incremento del área de cobertura.

2) Amenazas de carácter socioeconómico: Entre las condiciones adversas de tipo socio económico más relevantes que enfrenta el desarrollo marino-costero, cabe mencionar tres:

- a) Crecimiento urbano y regional desordenado y no planificado,
- b) Poca incidencia institucional para que en cumplimiento de las leyes vigentes se le dé un manejo y protección adecuada a las áreas de reserva del estado y especialmente a las áreas protegidas, y finalmente
- c) Expansión de la frontera agropecuaria y de aprovechamientos varios hacia territorios no aptos para soportar cultivos tradicionales o para usos de suelo distintos de la conservación. Estas condiciones adversas se relacionan directamente con la falta de respeto al ordenamiento territorial y la poca incidencia de la planificación adecuada en la gestión territorial. Por su parte, el crecimiento sub-urbano no planificado y desordenado ha dejado como saldo comunidades que carecen de servicios básicos. Por otro lado, la falta de normas claras en cuanto a la designación de áreas habitables en zonas rurales y sub-urbanas ha llevado a la usurpación y/o privatización del carácter público de las orillas de los cuerpos de agua que generan la exclusión para los locales que buscan posibilidades de recreación, así como para los usos tradicionales de estas zonas, por ejemplo la pesca. La debilidad institucional se manifiesta en la falta de coordinación y de recursos disponibles por parte de las instituciones responsables de la protección del ecosistema manglar tanto a nivel de gobierno central como en los gobiernos locales. De esta manera, territorios que albergan ecosistemas manglares están fuera del control de las autoridades de vigilancia y se consolidan como bases de operación para actividades ilícitas.

VINCULACIÓN: En el Proyecto "Casa de Sueños", el uso del suelo planteado está en estricto apego a lo dispuesto en el Ordenamiento Ecológico Local vigente, Normas Oficiales Mexicanas aplicables y, Reglamento de Construcción (Reglamento de Seguridad Estructural del Municipio de Othón P. Blanco), lo cual demuestra que forma parte de un desarrollo planificado por las políticas públicas, de tal manera que, el POEL OPB vigente, contempla para la UGA del predio en que opera la vivienda y en la que se pretende desarrollar la nueva obra, una política de Aprovechamiento Sustentable (UGA 43). En las medidas de mitigación, control y prevención de los impactos ambientales del Proyecto "Casa de Sueños" se propone la vigilancia de la zona y el aviso y puesta a disposición de las personas a las que se detecte talando, dañando o realizando actividades dentro de la zona de restauración que abarca parte de la UGA 43 dentro de la propiedad privada y la zona con manglares (Terrenos Nacionales hacia Laguna Estrella), esto redundará en la detección y detención de cambios de uso de suelo y prácticas ilegales en la porción que ocupa el ecosistema de manglar, al detener los cambios de uso de suelo y aprovechamientos ilegales se favorece la consolidación y aumento de las áreas cubiertas por el ecosistema de manglar.

3) Según USAID (United States Agency for International Development) (2012), otros efectos directos incluyen:

- a) Pérdida de área de manglar debido a la erosión de las márgenes o pérdida de las barras y lagunas que dan protección.
- b) Aumento en la pérdida de superficie de manglares por reubicación y migración natural hacia el interior, donde la topografía, suelo y uso humano lo permita.
- c) Aumentos en la salinidad de las lagunas costeras, lo cual cambiará la composición de especies, ya que el mangle rojo es más tolerante a la salinidad que otras especies y,
- d) Reducción de supervivencia de las plántulas causado por cambios en la salinidad, y afectando la capacidad fotosintética de especies menos tolerantes a los cambios en la salinidad (botoncillo, negro y blanco).

VINCULACIÓN: En el Proyecto "Casa de Sueños" se proponen medidas de compensación en beneficio del manglar que atacan directamente al origen de los causas que ocasionan los efectos citados por la USAID, como son:

a) Pérdida de área de manglar debido a la erosión de las márgenes o pérdida de las barras y lagunas que dan protección; como medida en beneficio del manglar en el proyecto "Casa de Sueños" se propone que no se realizará ninguna actividad de aprovechamiento fuera del polígono que sea estrictamente autorizado; siendo que, la presencia de individuos aislados de mangle da inicio fuera de la propiedad en una zona que se indicó en la MIA-P como de conservación estricta a aproximadamente 37.00 metros lineales del camino costero que limita con la zona de aprovechamiento del proyecto y, que gracias a los programas de manejo de los residuos sólidos y líquidos no habrá intercambio de sustancias entre el proyecto y la zona de manglar, se estima que como resultado directo del proyecto no se favorecerá la pérdida del área de manglar; adicionalmente, las acciones de vigilancia en la zona y educación ambiental mediante letreros redundarán en que la comunidad esté informada que es prohibitivo realizar acciones o actividades en esa UGA, al no haber actividades de aprovechamiento y cambio de uso de suelo no se favorece la erosión por causas antropogénicas. De la misma forma, al establecer una zona de captación pluvial en el suelo del lote equivalente al 69.46% se garantiza que el proyecto no constituirá un factor sinérgico que favorezca la desecación de las lagunas y humedales de la región y, se coadyuva a reducir las pérdidas del área de cobertura con el desasolve de drenes que permitan el intercambio entre la zona costera y la zona lagunar que da soporte a este ecosistema, favoreciendo así su permanencia e incremento sano.

b) Aumento en la pérdida de superficie de manglares por reubicación y migración natural hacia el interior, donde la topografía, suelo y uso humano lo permita; En las medidas de control y compensación del proyecto "Casa de Sueños" se establece la prohibición, para todas las etapas, de la realización de acciones y actividades en la zona colindante al Oeste, ya que se localiza fuera de la zona de aprovechamiento y que cuenta con individuos aislados de mangle; se establece que, la únicas acciones que pueden ser realizadas en esta área son las de prospección en búsqueda de drenes para ser desasolvados, identificación es especies invasivas o exóticas para su erradicación y de limpieza para el retiro de residuos sólidos presentes en esa área; así mismo se indica que los trabajadores de la construcción durante la etapa de operación provendrán de comunidades cercanas y pernoctarán dentro de la propiedad privada en el campamento establecido para tal fin, no llevarán a sus familias y retornarán a sus localidades una vez terminada la obra, con lo que no se promueve o favorece la migración que pudiera llevar a

asentamientos ilegales y cambios de uso de suelo no permisibles; esta acción, aunada a la prohibición a los trabajadores y habitantes de interferir con el ambiente fuera de las zonas marcadas como de aprovechamiento dentro de la propiedad y, a la vigilancia de los residentes respecto de probables acciones ilegales que se lleven a cabo en la zona de manglar para dar aviso a las autoridades, conlleva la reducción en el riesgo de actividades y acciones que deriven en el aumento en la pérdida de superficie de manglares con lo que se promueve su consolidación y aumento de áreas. Aquí cabe recalcar que la política ambiental vigente indica que la zona propuesta para la compensación del manglar se clasifica como de restauración y no tiene uso de suelo compatible con el asentamiento humano, vivienda y/o turismo por lo cual cualquier ejecución de obras y/o actividades de aprovechamiento en tal región sería ilegal, de tal manera que, al estar el promovente comprometido con la vigilancia del área y la denuncia correspondiente en caso de detectar dichas acciones es una medida directa de apoyo a la Autoridad en las labores de vigilancia que conllevan a frenar la pérdida de la cobertura del manglar.

c) Aumentos en la salinidad de las lagunas costeras, lo cual cambiará la composición de especies, ya que el mangle rojo es más tolerante a la salinidad que otras especies y d) Reducción de supervivencia de las plántulas causado por cambios en la salinidad, y afectando la capacidad fotosintética de especies menos tolerantes a los cambios en la salinidad (botoncillo, negro y blanco); La zona en la que se proponen las medidas de compensación en beneficio del manglar es una región en la que se localiza la Laguna Estrella, la comunidad de mangle es principalmente manglar de borde en el margen de esta Laguna, ahora bien el término laguna costera es de tipo geomorfológico y Lankford (1977) la define como “una depresión topográfica por debajo del nivel medio de las mareas altas, separada del mar por una barrera y comunicada con éste a través de una o más bocas efímeras o permanentes.” Es decir, existen lagunas costeras que pueden o no tener comportamiento estuarino permanente o estacional, separadas del mar por una barrera de arena o de otro tipo.

Hay que recalcar que aún cuando los manglares se caracterizan por ser facultativos respecto a la salinidad y la inundación, su mejor desarrollo se da en el orden de 15⁰/₀₀ de salinidad, es decir agua salobre (oligohalina), por tanto la modificación en la salinidad de las lagunas costeras afecta directamente a la composición de las especies que en ella habitan, modificando de este modo la cadena trófica, muy importante para todas las regiones costeras, máxime que en la zona la pesca es la principal actividad primaria. Esta modificación a la salinidad se da por la Eutrofización de las aguas; aún cuando normalmente en un ecosistema de manglar la carga de materia orgánica es alta y su capacidad de absorción por parte de los especímenes es la más alta en los ecosistemas, un rompimiento del balance produce el desequilibrio de todo el sistema; esto se puede dar, en la zona de estudio por un aumento de los nutrientes alóctonos, como son el nitrógeno y el fósforo, el incremento de los nutrientes afecta directamente al fitoplancton (cianobacterias, diatomeas, etc) disparando su producción en el sistema de la laguna, la cual es de natural con baja presencia de oxígeno; al dispararse la densidad de fitoplancton, como resultado de su abundancia y proceso de descomposición, baja la capacidad de fotosíntesis, decrece la cantidad de oxígeno disuelto y aumenta la salinidad.

Los ecosistemas lagunares-estuarinos, manglares y pantanos dulceacuícolas, a diferencia de las cuencas oceánicas, se caracterizan por poseer una trama trófica mucho más compleja. En estos ecosistemas se presentan cadenas tróficas conocidas usualmente como del pastoreo y del detritus. Al igual que en el océano, la cadena del pastoreo la inicia el fitoplancton, con la diferencia de que se presentan otros productores primarios. El

fitoplancton es mucho más productivo en los ecosistemas lagunares-estuarinos, pues dispone de mayor cantidad de nutrientes alóctonos, provenientes de los ríos, escurrimientos terrestres y manto freático, y autóctonos provenientes del reciclamiento de estos por la degradación microbiana del detritus. Los otros productores primarios dentro de esta línea trófica son las macroalgas, el microfitobentos, las bacterias fotosintéticas y las bacterias quimiosintéticas. El resto de la cadena trófica la constituyen los mismos componentes que se observan en el océano, pero incorpora una mayor participación por parte de consumidores bentónicos y una rápida reincorporación de los nutrientes a las capas superiores, como consecuencia de su poca profundidad y el eficiente efecto de mezcla por las corrientes y mareas. También existen organismos que aceleran los procesos de mineralización de nutrientes, como diversos invertebrados que construyen galerías o que remueven el fondo, así como los pastos marinos, que llegan a exudar nutrientes hacia la columna de agua. Las bacterias quimiosintéticas participan activamente en estos ecosistemas, en particular los manglares, debido a que disponen de elementos reducidos que pueden ser oxidados (por el oxígeno presente durante las bajamares) y, así, obtienen la energía que requiere la síntesis de carbohidratos, entre otros procesos. La cadena trófica del detritus la constituyen inicialmente productores primarios como los manglares y pastos marinos, así como fuentes alóctonas de carbono constituidas por la materia orgánica acarreada por los ríos o los escurrimientos provenientes del detritus de las macrófitas acuáticas de pantanos dulceacuícolas o de las halófitas terrestres como *Salicornia spp.* y *Batis maritima* de las llanuras de inundación (marismas). Esta cadena del detritus se caracteriza por presentar un componente intermedio, constituido por bacterias asociadas al detritus. Las bacterias pueden degradar la compleja estructura química del propio detritus vegetal (polisacáridos, complejos pirrólicos, sustancias húmicas, entre otros) que resultan indigeribles para el siguiente nivel trófico. Consecuentemente, esos procesos requieren de una degradación microbiana previa que desdoble estos complejos y, aunado a ello, que se presente un incremento en el nitrógeno proteico por la incorporación de nitrógeno inorgánico y orgánico solubles como biomasa bacteriana. Una vez efectuado cierto grado de degradación, los compuestos resultantes son consumidos por detritívoros como peces y crustáceos. En particular, estos últimos favorecen la degradación, al aumentar la superficie específica del detritus con su acción de trituración y de limpieza de la capa bacteriana, al pasar por su tracto digestivo. El detritívoro se incorpora al resto de la cadena alimenticia a través de los consumidores que, en general, son poco específicos respecto a consumir herbívoros o detritívoros. En los ecosistemas de manglar predomina la cadena del detritus, con niveles de degradación elevados por las condiciones óxido-reductoras del sedimento. Sin embargo, existe una acumulación de detritus refractarios a la degradación que viene a constituir la "turba", componente característico de los suelos pantanosos de manglar. Esta turba puede encontrarse incluso en ambientes actualmente terrestres de la planicie costera, lo que demuestra que en tiempos pasados existió manglar en esas zonas.

Hay que destacar que 70% de las especies de importancia pesquera lo constituyen organismos estuarinos o aquellos que algún período de su vida lo transcurren en un ecosistema lagunar estuarino, en su mayoría están asociados a manglares en zonas tropicales y a pantanos de macrófitas emergentes (*Spartina spp.*) de regiones templadas (McHugh, 1976; Yáñez-Arancibia, 1978).

Las lagunas costeras, estuarios, manglares y humedales dulceacuícolas son ampliamente reconocidos como los ecosistemas más productivos (en referencia a la productividad primaria) de la biosfera (Whittaker y Linkens, 1975; Odum y Heald, 1975). Los ecosistemas de manglar y los estuarios están vinculados funcionalmente por la influencia

de las mareas. La marea remueve la materia orgánica particulada (detritus) de los manglares hacia los cuerpos lagunares adyacentes, incrementando aún más su propia y elevada productividad primaria. Se puede observar que la productividad de los manglares es superior a la de las selvas de áreas lluviosas, e incluso similar al más eficiente de los cultivos tropicales (la caña de azúcar). La productividad de los manglares es 20 veces superior a la productividad del mar y llega a ser cinco veces superior a la de las zonas de surgencias. El cultivo de arroz en Japón posee una productividad intermedia entre los estuarios y manglares, sin embargo, requiere de 372 kg de fertilizantes por hectárea y uso intenso de pesticidas.

La alta productividad primaria de los ecosistemas de manglar se debe, principalmente, a la disponibilidad de nutrientes provenientes de los ríos y escurrimientos terrestres y al efectivo reciclamiento de estos durante los procesos de mineralización microbiana (Mee, 1978; Nixon, 1981). La elevada fertilidad de las lagunas costeras y estuarios mantiene una rica y compleja cadena alimenticia, caracterizada por una elevada producción pesquera (Day et al., 1973). En algunos casos, parte de esta fertilidad es exportada y contribuye a la riqueza pesquera de la zona costera adyacente (Martusobroto y Naamin, 1977).

Sin embargo, esta productividad está íntimamente ligada a las propiedades del cuerpo de agua, como lo es la salinidad, la cual es una propiedad de los cuerpos de agua naturales. Es la medida de la cantidad total de sales disueltas en un volumen determinado de agua. Los iones y los elementos presentes en cuerpos de agua naturales se originan de procesos de mineralización y desgaste de las rocas que forman la corteza terrestre y de emanaciones del manto terrestre, a través de la actividad volcánica.

El agua de mar está compuesta en promedio de un 96.52% de agua y un 3.49% de sustancias disueltas (mayormente sales). La abundancia relativa de los iones es constante en aguas oceánicas bien mezcladas. No obstante, hay variaciones en el contenido total de sales entre aguas oceánicas de latitudes altas y bajas. Al mismo tiempo, hay diferencias en la salinidad a lo largo del perfil de profundidad. El contenido de los iones de Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , y K^+ representa más del 99% del total de sales en el océano. El ión de sodio es el catión más abundante en agua de mar (aproximadamente 30.4%), mientras que el ión cloruro es el anión principal (aproximadamente 55.2%).

Así mismo, el agua dulce de todos modos tiene su cantidad de sales (que transporta hasta los océanos), por eso también se le mide de acuerdo a la siguiente clasificación:

Clasificación cuerpos de agua en función de la salinidad.

SALINIDAD (‰) Tipo de agua:

0 - 0.5 agua dulce

0.5 - 3.0 agua salobre oligohalina (hasta 3 por mil de sales)

3.0 - 10 agua salobre mesohalina (3 al 10 por mil de sales)

10 - 17 agua salobre polihalina (10 al 17 x mil de sales)

agua de mar

17 - 30 agua de mar oligohalina (de 17 a 30 x mil de sales)

30 - 34 agua de mar mesohalina (de 30 a 34 por mil de sales)

34 - 38 agua de mar polihalina (de 34 a 38 por mil de sales)

38 - 150 salmuera

> 150 hipersalina

La cantidad de sales en solución afecta varios procesos físicos importantes, así como propiedades importantes del agua y de sustancias disueltas en agua tales como: densidad, viscosidad, tensión superficial, presión osmótica, punto de fusión, punto de ebullición y solubilidad de gases.

Alteración de la cadena trófica debido al Nitrógeno (en forma de nitratos), fósforo (en forma de fosfatos) y el silicio, resultan ser los elementos no-conservativos más importantes del ambiente marino. Nitrógeno y fósforo resultan ser nutrientes esenciales para todo organismo y factores limitantes de la productividad primaria en el ambiente marino, dada sus bajas concentraciones. La concentración de fósforo y nitrógeno en áreas costeras que reciben el impacto de actividades antropogénicas (ej. descargas de aguas usadas provenientes de industrias plantas de tratamiento de desperdicios domésticos y municipales) puede ser relativamente altos, dando margen a la contaminación y una alta tasa de productividad primaria en dichas áreas; esto ocasiona la eutrofización de los cuerpos de agua y conlleva al decrecimiento del OD lo cual repercute en la cadena trófica al bajar la tasa de productividad de los especímenes que depende de este ecosistema, adicionalmente al incrementar exponencialmente la cantidad de microplancton decrece la capacidad fotosintética, con la muerte y depositación del microplacton se incrementa la salinidad del cuerpo de agua, lo que afecta los parámetros físico químicos del mismo y lleva a la pérdida de la diversidad de los individuos de mangle presentes, pues aún cuando son facultativos su desarrollo se ve limitado por la salinidad, en este caso se pierde la diversidad ante la dominancia del mangle Rojo (*Rizophora mangle*) el cual soporta mejor el incremento de salinidad.

Las acciones que se han propuesto para evitar la pérdida de manglar ante el incremento de salinidad son: contar un adecuado programa de manejo de residuos sólidos que no permita la depositación de los mismos fuera de áreas controladas y aisladas/selladas dispuestas para este fin, el adecuado manejo de los residuos líquidos mediante su tratamiento en un biodigestor y una planta de tratamiento MUTAR 1600 complementada con dos cepas de Humedal Artificial de Flujo Vertical para llevar el efluente hasta nivel terciario que permita su reuso en actividades de limpieza dentro del mismo proyecto y riego; la prohibición de disponer residuos líquidos y/o sólidos libremente al ambiente en ninguna etapa; la prohibición de hacer uso de fertilizantes organoclorados o que no sean orgánicos biodegradables en áreas jardinadas y zonas sujetas a enriquecimiento; la prohibición de hacer uso de shampoos, jabones, detergentes, entre otros que no sean biodegradables; la prohibición de usar pesticidas libremente en el ambiente que no hayan sido verificados en el catálogo cicoplafest y que no sean biodegradables; la prohibición de usar piretroides en los materiales de construcción. Con esta medidas se estima que el proyecto no representará un motivo de aporte de materia orgánica que pueda alterar los parámetros físico químicos del humedal y la Laguna Estrella, lo que puede derivar en un aumento de la salinidad con los efectos ya mencionados.

Las medidas de compensación en beneficio del manglar que se presentan en la MIA-P de proyecto "Casa de Sueños", quizá no definen puntualmente el cómo cada una de estas acciones incide directamente en frenar la pérdida de la cobertura del área de manglar y fomentar el incremento de su superficie, lo cual se espera haya sido adecuadamente descrito en las líneas precedentes, en cumplimiento de las disposiciones de la NOM-022 y sus especificaciones.

1. Se deberá identificar áreas de manglar cercanas a la zona del proyecto e implementar un programa periódica de vigilancia, limpieza y retiro de residuos.
2. Una vez que las Autoridades de los 3 niveles de gobierno hayan decretado el *Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya* que refiere el POEL OPB, el promovente realizará las acciones que en el ámbito de competencia de los particulares se establezcan en dicho programa.
3. Se deberá poner a disposición de la Autoridad a toda persona que sea vista talando, desecando, rellenando, cortando o realizando actividades que afecten al manglar.
4. Se colaborará con el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco en la creación y consolidación del polígono destinado al Parque del Manglar en la vecina comunidad de Mahahual, ejecutando las acciones que en el ámbito de competencia de los particulares establezca el H. Ayuntamiento.
5. Dentro de lo posible antes del inicio de la obra se deberá colocar una membrana o mampara, sea sintética o textil, alrededor de la obra, que proteja la vegetación de los alrededores para reducir y controlar los polvos y partículas que se depositen sobre el mismo y perjudiquen sus índices y capacidad fotosintética y de evapotranspiración por la obstrucción de los poros vegetales.
6. Se colocarán letreros que indiquen a los trabajadores y personas en tránsito que está prohibido el ingreso de vehículos a la zona Oeste del lote (terrenos nacionales), así como las actividades extractivas y/o de aprovechamiento.
7. Se instruirá a los trabajadores a no depositar ningún tipo de residuos, sea sólido o líquido en ésta zona.
8. Se instruirá a los trabajadores a no realizar actividades de ningún tipo fuera del área que sea autorizada para el desplante de la obra.
9. Se realizará, semestralmente, un programa de limpieza en la zona de manglar y en la zona de playa para retirar los residuos sólidos y escombros que se encuentran en el área, aún cuando no están dentro de la propiedad privada.
10. Al inicio de la obra se buscará la ubicación de drenes y escorrentías naturales hacia el área Oeste del predio, donde a más de 37.00 metros hay presencia de individuos aislados de mangle y, de ser localizados se buscará su limpieza y desasolvamiento.
11. Se verificará que el camino costero cuente con drenajes y de ser el caso se buscará su limpieza y desasolve.
12. Se pondrá a disposición de las autoridades a cualquier persona que sea sorprendida realizando acciones de extracción, caza y/o aprovechamiento en la zona de humedales.
13. Se coadyuvará con las autoridades en las acciones y actividades que las mismas estimen pertinentes en beneficio del humedal de la región.
14. Se prohibirá explícitamente, en cualquier etapa del proyecto, el empleo de pozos de absorción, pozos ciegos o bien la disposición de aguas, inclusive las tratadas en cuerpos de agua y zonas de humedales.
15. Se realizará una inspección de campo en la zona de humedales para verificar que no existan especies invasivas y/o secundarias que puedan competir con el mangle, por ejemplo, el pino de mar, almendras, pastos y zacates y; en caso de encontrarlos se les removerá del sitio para privilegiar el desarrollo exclusivo de individuos de mangle y endémicos.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- Juan Miguel SORIA & Manuela ROS. Relación entre el fitoplancton y la salinidad, de las lagunas intradunares de la Dehesa de la Albufera (Valencia) *Acta Botánica Malacitana*, 16 (1): 43-50, Málaga, 1991.
- Rico Gray, Víctor; Palacios Ríos, Mónica, Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución en la ciénega del NW de Campeche, México, *Acta Botánica Mexicana*, núm. 34, marzo, 1996, pp. 53-61, Pátzcuaro, México.
- Jiménez, J. A. y K. Sauter. 1991. Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. *Estuaries* 14: 49-56.
- Krebs, C. J. 1978. *Ecology; the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row, Publishers. Nueva York. 678 pp.
- López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1989a. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Func. Ecol.* 3: 355-361.
- López-Portillo y E. Ezcurra. 1989b. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at Laguna de Mecoacán, México. *Biotropica* 21: 107-114.
- López-Portillo, J., E. Ezcurra y J. M. Maass. 1989. Los petenes de Sian Ka'an, Quintana Roo y su relación con gradientes de presión hídrica. *Acta Bot. Mex.* 5: 19-29.
- Lot, A. 1991. *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 226 pp.
- McKee, K. L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution - reciprocal effects? *J. Ecol.* 81: 477-487.
- Moreno-Casasola, P. 1986. Sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system. *Vegetatio* 65: 67-76.
- Moreno-Casasola, P. y S. Castillo. 1992. Dune ecology on the eastern coast of Mexico. In: E. van der Maarel (ed.). *Coastal plant communities of Latin America*. Academic Press, Inc. Nueva York. pp. 309-321.
- Nickerson, N. H. y F. R. Thibodeau. 1985. Association between pore water sulfide concentrations and the distribution of mangroves. *Biogeochem.* 1: 183-192.
- Olmsted, I. 1993. *Wetlands of Mexico*. In: Whigham, D. E., et al. (eds.). *Wetlands of the world* Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holanda. pp. 637-677.
- Olmsted, I., L. L. Loope y C. E. Hilsenbeck. 1980. Tropical hardwood hammocks of the interior of Everglades National Park and Big Cypress National Preserve. Rept. T-604. Natl. Park Serv. South Florida Research Center. Homestead.
- Olmsted, I., C. López-Ornat y R. Durán 1983. Vegetación de Sian Ka'an. In: *Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como reserva de la biosfera*. CIQRO-SEDUE. Cancún. pp. 63-84.
- Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: los petenes. *Biotica* 7: 171-190.
- Rico-Gray, V., R. Domínguez y G. Cobb. 1988. Avifauna de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: lista de especies y su distribución con respecto a la vegetación. *Biotica* 13:81-92.
- Rico-Gray, V., M. Palacios-Rios, R. Lira y J. Martínez. 1987. La interacción estabilidad-sucesión, un ejemplo: la vegetación costera del estado de Yucatán, México. *Brenesia* 28: 1-11.
- Sánchez-Argüelles, R. D. 1994. Comparación estructural de la comunidad de manglar en dos sistemas lagunares costeros del estado de Yucatán, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 99 pp.
- Smith, T. J. III. 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forests. *Ecology* 68: 266-273.

- Tomlinson, P. B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press. Cambridge. 413 pp.
- Trejo-Torres, J. C., R. Durán e I. Olmsted. 1993. Manglares de la península de Yucatán. In: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO. México, D.F. pp. 660-672.
- Zinke, P. J. 1976. Soil-vegetation interrelationships in mangrove forests. Manuscrito no publicado de la conferencia presentada en Seminar/Workshop on Mangrove Ecology. National Research Council of Thailand y UNESCO. Phuket Marine Biological Center. Phuket, Tailandia. 8 pp.
- Francisco Javier Flores-Verdugo, Claudia Maricusa Agraz-Hernández y Daniel Benítez-Pardo. Creación y Restauración de Ecosistema de Manglar: Principios Básicos.
- Agraz-Hernández, C. M. 1999. Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 133 p.
- Aksornkoae, S. 1996. Reforestación de bosques de manglar en Tailandia. En: C. Field (ed.). La restauración de ecosistemas de manglar. ISME y IIMT, pp. 55-67.
- Benítez-Pardo, O. 2003. Creación de áreas de manglares en islas de dragados como apoyo potencial a las pesquerías en la Bahía de Navachiste, Sinaloa. México. Universidad Autónoma de Sinaloa y Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, México, 30 p.
- Benítez-Pardo, O.; F. Flores-Verdugo y J. L. Valdez. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. Maderas y Bosques 8 (2): 57-71.
- Bohórquez, C. A. y M. C. Prada. 1988. Trasplante de plántulas de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en el Parque Nacional Corales del Rosario. Biotropica 27(2): 160-167.
- Chapman, V. J. 1975. Mangrove biogeography. En: C. E. Wals, S. C. Snedaker y H. 1. Teas (eds.). Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves. Vol.1, Univ. of Florida, Gainesville, E.U.A. pp. 3-22.
- Chan, H. T. 1996. Reforestación de manglares en Malaysia peninsular. En: C. Field (ed.). La restauración de ecosistemas de manglar. ISME y IIMT, pp. 68-80.
- Cintrón-Molero, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. ROSTLAC/UNESCO. Montevideo, Uruguay, 109 p.

**Programa de forestación y enriquecimiento de flora
en el polígono del proyecto denominado “Casa de
Sueños”.**

Municipio de Othón P. Blanco

MAYO-2017

Rescate de Flora

La FRACCION 24, LOTE 13/23, San José, Othón P. Blanco, Quintana Roo cuenta con una superficie legal de 1,537.026 m². La totalidad de la superficie del predio se ha clasificado como ecosistema de duna costera, conformado por herbáceas y arbustivas, sin dosel arbóreo. Dentro de la propiedad se distribuyen manchones de pastos invasivos (zacate salado) y de invasivas (bejuco de playa), debido a la ubicación del predio está frecuentemente expuesto a tormentas e intemperismos y a causa de ello la vegetación se ha visto afectada por hipersalinización, por este motivo la densidad y diversidad en la Fracción 24 son bajas, presentando únicamente:

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	LEGUMINOSAE
2	Oregano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	VERBENACEAE
3	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	ARECACEAE
4	Erithalis	<i>Erithalis fruticosa</i>	RUBIACEAE
5	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	POLYGONACEAE
6	Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	BORAGINACEAE
7	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	SURIANACEAE
8	Enredadera de playa	<i>Ernodea littoralis</i>	RUBIACEAE
9	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	ASTERACEAE
10	Verdolaga de mar	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	AIZOACEAE
11	Zacate salado	<i>Distichlis spicata</i>	POACEAE
12	Chunup	<i>Scaevola plumieri</i>	GOODENIACEAE
13	Campanita de playa	<i>Ipomoea imperati</i>	CONVOLVULACEAE
14	Bejuco de fideo	<i>Cassyta filiformis</i>	LAURACEAE

Debido a esta escases de diversidad biológica es que se hace óbice la realización de un programa de enriquecimiento, el cual se hará bajo 3 vertientes:

- 1.- Colonización del buffer del 20.00% perimetral de la propiedad con cerca viva de especies arbóreas y arbustivas propias de duna costera,
- 2.- Enriquecimiento de las áreas de conservación al interior de la propiedad y,
- 3.- Enriquecimiento con especies rastreras y colonizadoras propias de duna costera para la ZOFEMAT y zona de playa.

En la parte frontal del predio, hacia la playa y ZOFEMAT, la vegetación es escasa compuesta por una franja de aproximadamente 5.00 metros de profundidad con inflorescencias de matorral costero, mientras que entre el límite del predio y la pleamar encontramos únicamente rastreras halófitas; la propuesta de obras nuevas ha dejado una distancia aproximada de 39.42 mts entre la obra y la pleamar, por lo que en esta superficie se propone implementar el programa de enriquecimiento de la zona de playas, con estas acciones se busca fomentar una barrera vegetal para disminuir el efecto del viento sobre el suelo del predio, así como mejorar la fijación del suelo arenoso y evitar la

erosión por el viento. Esta Zona, considerando los 20.00 metros de fondo de la ZOFEMAT tiene un área de **399.40 m²** en los cuales se fomentarán manchones de especies consolidadoras propias de duna como son: *Scaveola maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Coccoloba uvifera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Hymenocallis littoralis*, *Hymenocallis ageratum*, *Crinum lily*, entre otras.

Adicionalmente, en la porción del predio posterior a la ZOFEMAT se contará con 2 zonas destinadas al enriquecimiento:

a) La zona del buffer equivalente al 20.22% de la propiedad, con un área de **310.8905 m²** y que será colonizada con especies que favorecen las cercas vivas como son: *Cordia sebestana*, *Thrinax radiata* y *Bursera simaruba*.

b) Las zonas de conservación al interior del predio, que ascienden a **544.3955m²**, que serán enriquecidos con especies propias de selva baja costera y duna costera.

❖ *Objetivos*

El objetivo general de este Programa de Enriquecimiento, es disminuir los impactos que se generarán por las labores de despalme selectivo, construcción, y operación del proyecto “Casa de Sueños”, mediante el rescate de los ejemplares de arbustos y 1 palma chit, que se ubican en la superficie que será afectada por el desarrollo de la vivienda y que, por sus condiciones de edad y fitosanitarias sean susceptibles de rescate y reubicación.

Establecer los criterios técnicos para considerar el rescate de los individuos que se localicen en las zonas a desarrollar, los cuales se estiman en 8 individuos, asegurando la mínima afectación a la planta durante el proceso de reubicación. Estos individuos se incorporarán al volumen total de enriquecimiento calculado de 190 plantas.

Realizar la reubicación de la palma y arbustos rescatados de manera inmediata y proporcionar riego para asegurar el menor grado de estrés que pudiese poner en riesgo de sobrevivencia de la planta.

Dar seguimiento y supervisión de los ejemplares colectados y plantados, así como verificar y garantizar la supervivencia de por lo menos el 80% de los mismos en la realización adecuada del mantenimiento al que serán sujetos.

❖ *Delimitación del área de Aprovechamiento*

Como parte inicial de las actividades de aprovechamiento y ampliación se considera la delimitación del sitio: para realizar esta actividad se cuenta con el plano de la superficie de del predio con medidas y georreferenciación, con esta herramienta y con el apoyo de cinta métrica, se realizará la delimitación, estableciendo estacas de medio metro de altura en cada vértice del polígono que forma el área de aprovechamiento. Con la delimitación del área que estará sujeta al despalme y aprovechamiento se pudo definir la superficie que quedará como área de reserva y buffer, donde se realizará la reubicación de las especies rescatadas, la reubicación de estas especies se considera una actividad de mitigación en las medidas de prevención y control de los impactos y permitirá incrementar la cobertura de vegetación y disminuir la acción del viento sobre la arena.

❖ *Identificación y selección de especies por rescatar*

Las especie con presencia en la zona de aprovechamiento del predio, son ***Thrinax radiata***, ***Erithalis fruticosa***, ***Ernodea littoralis***, ***Cassya filiformis***, ***Distichlis spicata***. Cabe recalcar que el zacate salado y el bejuco de playa NO serán rescatados si no erradicados.

Las características de escasa distribución de la vegetación hacen fácilmente identificables a los individuos propuestos para el rescate, se considera una ventaja que los adultos que no sobrevivirán al trasplante serán sustituidos por juveniles de la misma especie. Una vez que se concluya la delimitación de la superficie de aprovechamiento, se procederá a marcar con cinta todos los individuos a rescatarse en el entendido que los individuos que no sean marcados serán cortados y picados.

❖ *Rescate y manejo de los ejemplares que sean susceptibles*

El rescate de ejemplares, se realizará de la siguiente manera:

Este método consiste en remover al individuo completo de su lugar original, y resembrarlo inmediatamente en otro sitio dentro de la superficie de reserva, en donde se recuperará.

Lo descrito anteriormente, debe realizarse con mucho cuidado, para lo cual habrá que instruir correctamente a las personas que estén a cargo de realizarlo. Las plantas rescatadas por banqueo son sometidas a mucho estrés, ya que son desenterradas completamente, y puede ser que sus raíces queden expuestas, por lo que deben tenerse cuidados especiales para asegurar la sobrevivencia del individuo.

Se debe tener preparado el sitio donde se colocará cada ejemplar, para tener expuesta la raíz, el menor tiempo posible.

Descripción de la técnica de rescate:

1. Excavar un círculo alrededor del tallo cuyo radio sea aproximadamente 40 cm de diámetro. Debido a las características del terreno en la zona, la excavación no podrá ser muy profunda.
2. En caso de encontrar raíces gruesas que impidan la excavación del círculo, éstas se deben cortar con tijeras estaqueras, sin dejar rasgaduras en la raíz.
3. En cuanto se llegue a una profundidad adecuada para no lastimar las raíces se debe introducir una pala, o una barreta para comenzar a separar las raíces del suelo.
4. A medida que las raíces se vayan despegando del suelo, se debe evitar que se desmorone el sustrato que envuelve a la raíz, o cepellón para que la raíz no quede expuesta totalmente.
- 5.- Al manejar los ejemplares se debe procurar mantenerlos en posición vertical y no agitarlos demasiado.

❖ *Reubicación*

En la reubicación, el sustrato será tomado de la misma superficie donde se extraiga la planta, lo cual asegura que estos individuos no requerirán de un proceso de adaptación a las características del suelo que se establecerá.

Una vez que la planta ha sido extraída con el menor daño posible al sistema radicular, se abrirá una cepa con el diámetro ajustado al diámetro del sistema radicular de la planta de tal manera que las raíces no se doblen o amontonen al momento de la siembra, una vez que se introduzca la planta 5 cm por encima del cuello del tallo, se verterá el sustrato hasta llenar la cepa, presionándolo ligeramente, inmediatamente se aplicará riego abundante para reducir el estrés de la planta.

❖ *Personal*

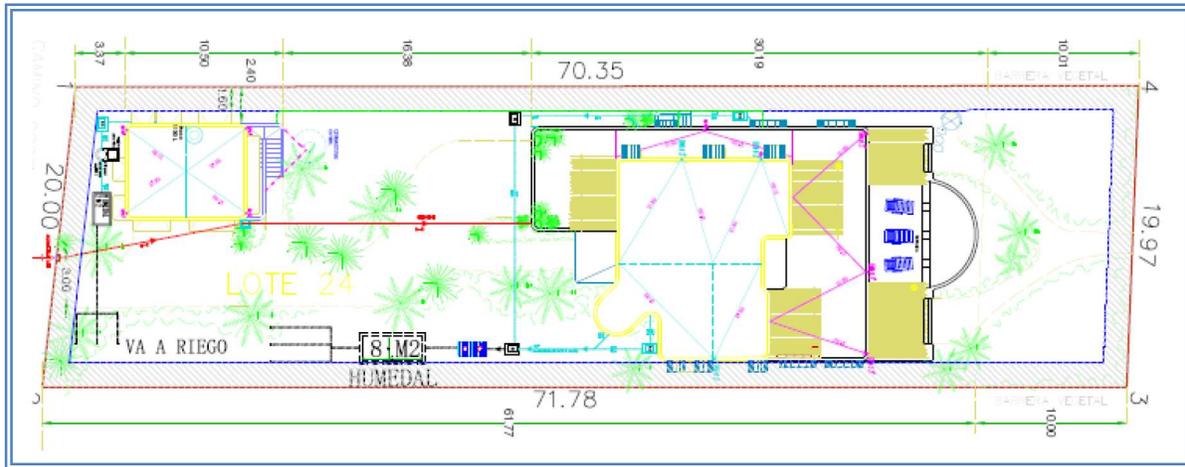
Estará integrado por un responsable técnico y tres auxiliares que serán los encargados del rescate y traslado tanto de plántulas como de semillas encontradas. El mantenimiento, atención, cuidado y riego, será responsabilidad del promovente.

❖ *Requerimiento de transporte, materiales y equipo*

En virtud de que las plantas rescatadas no será trasladadas fuera del predio, no se requiere vehículo de transporte, en cuanto al material y equipo se tienen bolsas especiales para el sembrado de plantas, picos, palas, zapapicos o cava hoyos, barretas y machetes, que son herramientas manuales y que se utilizarán para las actividades de extracción.

❖ *Destino de las plantas rescatadas*

El destino final de las plantas rescatadas será la superficie que se ha seleccionado con destino de enriquecimiento de **544.3955m²** (no se considera el buffer de conservación) y que actualmente se encuentran con poca vegetación representando un riesgo de erosión propiciada por el aire, además que esta superficie desprovista de vegetación reduce el volumen de infiltración, la reforestación y el enriquecimiento de estos individuos tenderán a fortalecer las funciones de la vegetación de duna costera y selva baja que se va a inducir.



Área de Rescate y Enriquecimiento

Se indica en gris el buffer equivalente al 20.22 % del predio y en blanco las áreas dentro de la propiedad privada y fuera del polígono de aprovechamiento que serán destinadas para el enriquecimiento. Se cuenta con un área de 399.40 m² de ZOFEMAT + 544.3955 m² de propiedad privada adicionales al buffer (310.8905 m²).

De acuerdo con el factor de forestación de 1,500 individuos por Ha les corresponde ser colonizadas con la siguiente razón:

- 60 individuos para la zona de playa
- 82 individuos para la propiedad
- 48 individuos para el buffer del 20.22%
- Total= 190 individuos

❖ Especie a rescatar

Especie a rescatar en el área de Aprovechamiento

Nombre común	Nombre científico	Rescate
Palma Chit	<i>Thrinax radiatta</i>	1

❖ Densidad de plantación

La densidad de plantación se calcula en función a la superficie a reforestar respecto al número de individuos a establecer, en este caso y en virtud de que se van a reforestar 3 superficies con diferentes necesidades de plantas, se elaboró una tabla con la densidad de plantación por polígono.

Densidad de plantación para el polígono de Playa a enriquecer

Especie	Nombre Científico	Número de plantas	Densidad m ² por planta
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	10	0.15
Lirio	<i>Hymenocallis littoralis</i>	10	0.15
Scaveola	<i>Scaveola taccada</i>	10	0.15
Sikimay	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	10	0.15
Pantzil	<i>Suriana Maritima</i>	10	0.15
Riñonina	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	10	0.15

Densidad de plantación para el polígono de Buffer a enriquecer

Especie	Nombre Científico	Número de plantas	Densidad m ² por planta
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	16	0.15
Ciricote	<i>Cordia sebestana</i>	16	0.15
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	16	0.15

Densidad de plantación para el polígono de Interior de la Propiedad a enriquecer

Especie	Nombre Científico	Número de plantas	Densidad m ² por planta
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	18	0.15
Palma de coco	<i>Cocos nucifera</i>	16	0.15
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	16	0.15
Icaco	<i>Crhysobalanus icaco</i>	16	0.15
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	16	0.15

❖ Cronograma

El Programa de trabajo, tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas actividades; con lo cual se pretenden optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorizar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

En el siguiente cuadro se presenta la calendarización de las distintas actividades del proceso de rescate reubicación, enriquecimiento y mantenimiento de plantas, por lo que se describe continuación en la siguiente tabla.

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	18	19	20	21	22	23	
Delimitación de la superficie de Aprovechamiento													
Recorrido de ubicación y marcaje de los													

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	18	19	20	21	22	23	
individuos susceptibles de rescate.													
Recolección y/o extracción.													
Reubicación de las especie rescatadas													
Riego y mantenimiento de los individuos rescatados.													
Enriquecimiento													
Riego y mantenimiento de los individuos enriquecidos													

Se señalan 6 meses para las plantas de rescate y 6 meses para las plantas del enriquecimiento, para mantenimiento de la planta con riego, lo que asegurará que las raíces de las plantas rescatadas puedan recuperarse.

Cabe mencionar que, en este programa de trabajo el enriquecimiento se cuenta a partir de la finalización de las labores de construcción para no entorpecer mutuamente las acciones. Entonces hay un espacio de tiempo de 12 meses entre el rescate y el enriquecimiento.

Programa de Trabajo

Para realizar el rescate de la vegetación en el predio, será necesario contar con un encargado capacitado, que sea responsable de las labores de rescate, dirija y coordine al personal a su cargo, solicite herramientas e insumos y mantenga comunicación constante con el personal de construcción.

Cuando el equipo de trabajo de la compañía constructora delimite en campo los sitios de desmonte, éstos se deberán mostrar a los responsables del rescate para que inicien las labores pertinentes. Una vez terminado el rescate de vegetación, los responsables del mismo deberán informar al personal indicado por la constructora que la zona ha quedado liberada para continuar con las labores constructivas.

Todos los acuerdos a los que se llegue entre personal de rescate y de construcción, así como fechas de comienzo y término del rescate en cada zona, deberán asentarse por escrito en una bitácora de rescate.

Podrán darse casos muy particulares en los que existan individuos dentro de las zonas de desplante que no puedan ser rescatados, y que pudieran ser mantenidos en pie. En estos casos se tratará con quien corresponda, la posibilidad de mantenerlos para así de esta manera conservar dichos ejemplares. Los ejemplares que se acuerde que permanecerán en pie deberán marcarse visiblemente para indicar al personal de obra que deben ser respetados.

El coordinador del rescate deberá mantener comunicación permanente con el personal responsable de la obra de construcción y decidir los sitios prioritarios de rescate, fechas de inicio y término del rescate por área, así como realizar los informes sobre el avance y el éxito del rescate. También vigilará que los métodos de rescate se realicen correctamente y dará instrucciones a los trabajadores tanto en el centro de acopio, como

en la zona de desmonte. Deberá también solicitar insumos, y reposición de material y equipo a quien corresponda.

Una vez trazados los límites de las obras, se rescatarán todos los individuos programados que se encuentren dentro del límite trazado.

En campo los trabajadores estarán encargados de aplicar las técnicas de rescate y trasladar a los individuos hacia las zonas de reubicación y sembrarlos de manera adecuada, así como regarlos y mantenerlos en buenas condiciones durante el periodo de adaptación. El coordinador vigilará y corregirá, la forma en que se realiza el trabajo.

El tiempo estimado del rescate de vegetación, será de dos semanas.

❖ *Resultados esperados*

Todas las actividades relacionadas con el rescate y enriquecimiento de las plantas tiene como objetivo que estas sobrevivan y se adapten a su nuevo entorno, por lo que se espera que al término de estas actividades y después del proceso de adaptación los 190 individuos rescatados y/o enriquecidos realicen las funciones de reducción del embate del viento, protección del suelo para evitar erosión eólica, fijación del suelo, incrementar el proceso de infiltración, con la técnica de rescate y el apoyo con el riego se asegurará que por lo menos un 80 % de las plantas a establecerse sobrevivan y se desarrollen.

Rescate de fauna

Como se menciona en la MIA-P, durante el proceso de levantamiento de datos de campo en el interior de la propiedad no se observaron especímenes, sin embargo dentro del sistema ambiental hay registros y observación directa de aves y de iguanas rayadas (*Ctenosaura similis*), estos reptiles mantienen una fácil adaptación a la presencia humana, ya que es posible observarla sobre viviendas, cercas o en cualquier sitio en las comunidades costeras, no obstante su inclusión en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, hace necesario establecer medidas para evitar posibles daños a ejemplares durante los procesos de preparación del sitio y construcción para el desarrollo del proyecto “Casa de Sueños”, y de ser necesario realizar la captura e inmediata reubicación en áreas aledañas al proyecto.

De acuerdo con las condiciones actuales de la vegetación del predio y las dimensiones del mismo, resulta poco probable que durante el proceso de desmonte, queden atrapado y sin posibilidad de moverse algún individuo de fauna silvestre; y que como acción preventiva se iniciará el proceso de despalme y delimitación desde el límite de la zona federal hacia el camino costero;

- El trabajo de desmonte y despalme se realizara con machete, y se instruirá a los trabajadores, para que mantengan una constante revisión del suelo al momento de ir quitando la vegetación que consiste en pequeños arbustos y herbáceas.
- En caso de identificarse un individuo de fauna silvestre, se ahuyentará en dirección al camino para obligarlo a cruzar hacia el área donde se encuentra la vegetación de selva y por detrás de ella de manglar o bien se deberá proceder a su rescate y traslado hasta un sitio seguro.
- Cuando el espécimen rescatado no puede ser traslado a un sitio adecuado a su sobrevivencia, deberá ser dispuesto a las autoridades competentes para que estas decidan el sitio donde deberá enviarse, mismo que deberá asegurar su sobrevivencia, por ejemplo áreas naturales protegidas con ecosistemas similares al presente en el predio de interés.

En el caso de requerirse el rescate de especies, este deberá ser aplicado con todas las medidas de seguridad indispensable a fin de evitar posibles accidentes durante el proceso de rescate y manejo del individuo rescatado. Entre las medidas, destaca que se deberá contar el equipo de rescate, de acuerdo al tipo de especie. Para el manejo de iguanas, se utiliza la soga, aparato de rescate que consiste en un tubo ligero y hueco donde atraviesa un cordel delgado. En un extremo del tubo cuelga el cordel en forma de arillo, y el otro extremo se utiliza para jalarlo. Esta técnica de manejo consiste en acercarse lentamente y con mucho cuidado para no molestar o espantar al organismo. Una vez que se alcanza una distancia aceptable, se coloca el arillo del cordel en la parte del cuello y/o en alguna de las patas para evitar la asfixia. Inmediatamente se jala del otro extremo sin presionar demasiado ya que se puede matar o dañar al organismo atrapado. Capturado el organismo, otra persona abre un costal de manta o de rafia y se le deposita en su interior, cerrándolo rápidamente ya que estos organismos son sumamente veloces y pueden escapar fácilmente, posteriormente el espécimen será liberado en un área cercana al sitio del proyecto que presente las mismas características de vegetación de donde se encontraba inicialmente.

LINEAMIENTOS DEL PROGRAMA DE AHORRO DE AGUA. PROYECTO "CASA DE SUEÑOS"

INTRODUCCIÓN

El agua, tanto en cantidad como en calidad, es un elemento fundamental en el mantenimiento del equilibrio de los diferentes ecosistemas terrestres existentes, siendo preciso considerar estas relaciones al proyectar y desarrollar gran parte de las actividades humanas con el fin de conservar el ambiente y hacer un uso sostenible de los recursos hídricos. Una parte muy importante de la población mundial no tiene acceso en la actualidad a agua potable.

Se estima que el volumen total de agua presente en la corteza terrestre y en la atmósfera es de 1.350.106 Km³. La gran mayoría de esta agua, el 97 %, se encuentra en las cuencas oceánicas, por lo que no es directamente accesible para el consumo humano. El 3 % restante se considera agua dulce, aunque también inicialmente inaccesible ya que está, en su mayoría, helada en las zonas polares y en los glaciares o en acuíferos profundos poco accesibles, lo que deja, tan solo, un 0,003 % del volumen total de agua sobre la corteza terrestre directamente accesible para el ser humano (UP, 2004).

En los casos en que el agua es escasa generalmente la estrategia de los diferentes sistemas de suministro es buscar fuentes alternativas. La introducción de las prácticas eficientes en el uso del agua sólo se empezó a ver como una forma de garantizar el recurso hídrico en los años setenta. Esto se manifestó como tal en el ámbito urbano, cuando grandes sequías azotaron el suroeste de los Estados Unidos.

Un ejemplo es el caso de México, donde el Departamento del Distrito Federal (DDF) implantó su programa de uso eficiente del agua en 1984 (DDF, 1990). De igual forma, cada vez más países aplican esta estrategia de manera progresiva en el sector pecuario y en el de prestación de servicios. En un principio estas acciones fueron programas emergentes, pero su eficiencia y la escasez del recurso los han convertido en programas clave de medianos y largos plazos (Gordón, 1990; Van Dyke y Pettit, 1990).

En las sociedades desarrolladas actuales, una cantidad muy importante del consumo del agua potable se destina a fines que no requieren una calidad tan exigente como la estipulada para el consumo humano. Estos usos son el riego de parques y jardines, la limpieza y usos industriales. Este hecho pone de manifiesto una evidente ineficiencia en el uso de recursos, dedicándose grandes inversiones en infraestructuras para potabilizar el agua que después no van a tener ese uso.

Las malas prácticas urbanas e industriales (vertidos directos a cauces de ríos y la infiltración de aguas residuales y lixiviados de vertederos), y sobre todo agrícolas (abuso en el uso de fertilizantes que han contaminado muchos recursos subterráneos), han tenido como consecuencia en los últimos decenios la alteración de la calidad natural de las aguas continentales (superficiales y subterráneas), principal fuente de aprovisionamiento de la población, inhabilitando su uso directo y obligando a la creación de costosas instalaciones para su tratamiento y depuración (UP, 2004).

Los principales problemas de abastecimiento de agua potable a los centros urbanos son el agotamiento de las fuentes locales, la contaminación de las mismas, los altos costos de captación y conducción del agua, y los conflictos generados por los intereses de diferentes usuarios sobre las fuentes. Paradójicamente, ante esta difícil situación, en las

ciudades ocurren grandes porcentajes de fugas, se utilizan tecnologías derrochadoras de agua, no se rehúsa este recurso, los sistemas de facturación y cobranza son deficientes, las tarifas por el servicio frecuentemente no cubren los costos del suministro y existe poca conciencia ciudadana (Cortés, 1991).

El principal uso del agua dulce en el mundo es la agricultura. En función del grado de desarrollo industrial de un país, el consumo agrícola de agua dulce puede rondar desde el 50 % del total en países altamente industrializados, hasta el 90 % en países en vías de desarrollo. En España aproximadamente se dedica el 80 % del consumo total de agua dulce a la agricultura. El siguiente uso más extendido es el consumo industrial y, finalmente, el abastecimiento urbano (UP, 2004). En una ciudad en promedio se consume el 71 % de la producción total de agua en las casas, el 12 % en la industria, el 15 % en el comercio y el 2 % en el sector servicios (Cortés, 1991).

OBJETIVOS

- Mencionar los principales usos del agua potable en el Proyecto.
- Describir algunas medidas de ahorro de agua potable en la edificación.

AGUA POTABLE

El agua potable es aquella incapaz de transmitir enfermedades, libre de toxicidad, de concentraciones excesivas sustancias minerales y orgánicas; agradable a los sentidos y apta para el consumo humano (Díaz, 2003).

Generalmente es un recurso escaso y susceptible de contaminación por las aguas negras procedentes de los inodoros cargadas con materias fecales; y las aguas grises provenientes de cocinas y lavamanos con grandes cantidades de detergentes, restos de alimentos y materia orgánica (Kestler, 2004). En las casas los usos del agua pueden clasificarse en interiores y exteriores. Los domicilios que tienen jardines pueden llegar a utilizar el 50 % del agua potable en cada tipo de uso (Cortés, 1991).

La reutilización, la depuración mediante cadenas tróficas y el retorno al ambiente en óptimas condiciones son los principios que rigen la gestión del agua en la bioconstrucción (Kestler, 2004).

El consumo de agua en las viviendas es un factor de gran importancia ambiental. En primer lugar se debe utilizar algún sistema de ahorro de agua en la cisterna del inodoro, sistemas de reducción de caudal de agua en la grifería de los aparatos sanitarios de ducha, lavado y fregadero, tener grifería monomando que incorpore algún sistema de ahorro de consumo de agua y la utilización de grifería termostática, que permite seleccionar la temperatura adecuada de consumo sin necesidad de manipular la grifería.

Se recomienda utilizar algún sistema de detección de fugas de agua en las tuberías enterradas u ocultas permitiendo controlar desde el primer momento el problema y poder dar solución más rápidamente. También es indicado aislar térmicamente las tuberías de agua fría y caliente, sobre todo en instalaciones colectivas y cuando estas pasan por espacios ventilados o descubiertos, pues se evitan muchas pérdidas de calor en las tuberías de agua caliente.

Asimismo se ha de considerar la instalación de captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria con sistemas auxiliares convencionales de apoyo (Alfonso, 2003).

Otra medida a tener en cuenta a la hora de planificar un edificio es diseñar instalaciones de saneamiento diferenciadas para aguas limpias y aguas negras, de esta manera podrán aprovecharse las aguas limpias de lluvia, por ejemplo para riego, y se debe considerar la posibilidad de proveer a la vivienda de instalaciones de recogida y aprovechamiento de las aguas grises provenientes de lavadoras, lavados o bañeras para el llenado de las cisternas de los inodoros. En este caso se ha de disponer de un buen sistema de tratamiento de agua almacenada que garantice las calidades higiénicas para su reutilización (Alfonso, 2003).

USOS INTERIORES DEL AGUA POTABLE

Los dispositivos domésticos para el uso eficiente del agua potable tienen un papel primordial para el ahorro de agua, en una casa puede utilizarse hasta 35 % del consumo interior en los excusados, 30 % en las regaderas, 20 % en las lavadoras de ropa, entre 3 - 10 % en las llaves de fregaderos y lavados, y 5 % en las lavadoras de platos.

El consumo promedio de agua potable de una persona es de 150 l/día (Cortés, 1991; Reyes *et al*, 2002).

RETRETES DE BAJO CONSUMO

Los inodoros tradicionales utilizan de 16 a 20 l por descarga, lo que significa un consumo promedio de 80 l diarios por habitante; los de bajo consumo que funcionan con 6 l por descarga pueden reducirlo a 30 l diarios por habitante.

En el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) se ha probado una gran cantidad de excusados de diversos países y se ha encontrado que tienen un funcionamiento variable, dependiendo de la marca y del lote medido (García y Cortés, 1989a; García y Cortés, 1989b, García y Cortés, 1989c, García y Cortés, 1990a).

La búsqueda por ahorrar agua en estos dispositivos ha llegado a la utilización de tanques presurizados que funcionan conectando la línea de alimentación al tanque que está cerrado herméticamente (SIT, 1991), con lo cual la carga de presión dentro del mismo puede ser igual a la diferencia de nivel de la superficie libre del agua en el tinaco y la del tanque del excusado, o a la presión de la red de abastecimiento, lo que mejora la eficiencia del retrete y reduce la cantidad de agua a niveles inferiores a los 6 l por descarga (Cortés, 1991).

El agua de las duchas, bañeras y lavamanos se puede reutilizar para el tanque del inodoro, donde las aguas grises son almacenadas en un depósito acumulador y por medio de tubería de PVC el agua es conducida para la alimentación del tanque del inodoro.

En la reutilización de aguas grises se necesita una mayor seguridad en su manipulación, por lo que se recomienda la depuración físico – química de las aguas procedentes de duchas, lavamanos y bañeras, la colocación de una malla fina que sirva como tamiz para no permitir el ingreso de sólidos y la aplicación de cloro que desinfecte el agua del depósito ya que está se encuentra contaminada (Kestrel, 2004).

El agua consumida por duchas, bañeras y lavadoras es canalizada hasta el depósito de aguas grises, situado en el lugar más idóneo de la casa, como una bodega o por falta de espacio podría ir enterrado en el jardín. Cuando se acciona el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros y se descarga ésta, la bomba que lleva incorporada el

depósito acumulador impulsa las aguas grises para volver a cargar los tanques de los inodoros (Kestrel, 2004).

Existen tipos de excusados que llegan al extremo de no utilizar agua, como los biológicos y los incineradores que degradan la materia fecal colocada en depósitos inferiores a la taza, hasta convertirla en abono (García y Cortés, 1989c).

Se han realizado esfuerzos para mejorar la eficiencia de los excusados tradicionales, reduciendo la capacidad del tanque mediante la colocación de recipientes, tabiques, bolsas llenas de agua o represas de plástico, sin embargo en la mayoría de los casos esto resta capacidad de arrastre a la taza (García y Cortés, 1990b). Una opción que parece viable para ahorrar agua en estos inodoros es la prolongación del sifón de descarga, lo cual reduce el consumo de agua, según las mediciones que realizadas por el IMTA (García y Cortés, 1991).

Los inodoros de compostaje, elaboración de una capa superficial del suelo obtenida artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos, constituyen una alternativa al uso del agua potable muy radical. Los inodoros facilitan, con una buena aireación, el trabajo de bacterias que transforman las heces y parte de los orines en compuestos fertilizantes sin más necesidad que una ventilación forzada para que no se produzcan putrefacciones sin aire, el agua de los orines se vaporiza en el propio proceso de descomposición.

Existen varios tipos de estos inodoros, algunos de los cuales utilizan pequeñas cantidades de agua. Los inodoros de compostaje evitan las aguas negras y proveen de un producto útil para enriquecer con abono a la tierra. A pesar de las ventajas de estos equipos su adopción choca con barreras culturales (Kestrel, 2004).

REGADERAS

Es el segundo dispositivo demandante de agua dentro de una casa, debido a ello en países como México se ha reglamentado que la descarga en estos dispositivos no debe ser mayor de 10 l/min. Esto se logra mediante el empleo de regaderas modernas o utilizando reductores de flujo (Cortés, 1991). La instalación de reductores de caudal permite reducir el flujo de agua manteniendo su presión, pueden instalarse en las duchas aunque también se instalan fácilmente en cualquier grifo sustituyendo el filtro y/o el difusor. (Kestrel, 2004).

LLAVES DE LAVADOS Y FREGADEROS

La reducción del flujo de estos dispositivos se logra por medio de aereadores los cuales incluyen aire y dispersan el chorro incrementando el área de cobertura y, por lo tanto, la eficiencia de lavado.

Un aereador puede llegar a reducir el flujo hasta en un 6 %. Otra opción que se ha explorado y que brinda excelentes resultados es la colocación de válvulas o sensores que hacen que salga agua sólo cuando se colocan las manos bajo de ellos. En un estudio realizado en el IMTA se encontró que en una llave de lavado con sensor se tenían descargas de 1,5 l/min a una presión de 0,2 kg/cm²; y de 5,9 l/seg con una presión de 2,5 kg/cm² (García y Cortés, 1989d).

LAVADORAS

Los ahorros en este tipo de máquinas se consiguen colocando cargas adecuadas de ropa, utilizando los niveles de agua necesarios para una correcta operación o con lavadoras de poco uso de agua. Existen básicamente dos tipos de lavadoras, las de carga frontal y las de tina, las primeras pueden llegar a utilizar la mitad del agua, un 50 % de agua caliente, y un 33 % del detergente que demanda la segunda. La construcción de lavadoras de ropa eficientes ha logrado ahorros de hasta un 24 % del consumo de agua en comparación con las lavadoras tradicionales (Cortés, 1991).

LAVADORAS DE TRASTES

El gasto de agua potable de una lavadora de este tipo puede variar entre 49 y 95 l por día, sin embargo, se han construido modelos eficientes que utilizan entre 36 y 45 l en el mismo período. Una recomendación para mejorar la eficiencia de estas lavadoras es cargarlas a su capacidad de diseño (Cortés, 1991).

DETECCIÓN DE FUGAS INTRADOMICILIARIAS

En los domicilios se pierde gran cantidad de agua debido a las fugas de las tuberías, accesorios hidráulicos y sanitarios. Uno de los muebles que más fugas presenta es el excusado, básicamente en los herrajes de los tanques.

Una forma de detectar dichas fugas es el empleo de colorantes que permiten ubicar con precisión por dónde se está fugando el agua, una vez detectada ésta, se recomienda hacer las reparaciones necesarias.

Sin embargo, la solución de fondo es la fabricación de herrajes confiables que no provoquen fallas, en este sentido los tanques presurizados que no los emplean, como los inodoros de balancín o los que sustituyen los herrajes por sifones, son opciones que se encuentran en desarrollo. Con frecuencia, las llaves de lavado, fregadero o regaderas también presentan fugas. El desgaste del empaque o las fugas por la tuerca superior se reparan con facilidad lo que propicia importantes ahorros de agua potable (Cortés, 1991).

USOS EXTERIORES A LA CASA DEL AGUA POTABLE

RIEGO

Las prácticas adecuadas de riego de jardines son la mejor técnica para ahorrar agua. La hora más apropiada para regar es entre las 4 y 8 de la mañana debido a que durante esas horas la presión en la red es más alta, la dispersión provocada por el viento es baja y las pérdidas por evaporación son despreciables. Sin embargo, este horario pudiera ser incómodo; otra opción es regar de las 8 a 12 de la noche o en las primeras horas de la mañana (Cortés, 1991).

Para resolver este problema existen sistemas de regado automáticos en donde se programa las horas de encendido.

La cantidad de agua aplicada varía de acuerdo con el clima. Se recomienda que la profundidad de la tierra mojada durante el período de riego sea de 15 cm. En las áreas con pendientes pronunciadas no se debe aplicar una cantidad de agua mayor que aquella que pueda ser absorbida por el suelo (Cortés, 1991).

Una forma de reducir la evaporación del suelo es cubriéndolo con tierra de hoja o plástico sobre la superficie. Igualmente importante es recomendable eliminar las malezas que compiten con las plantas por el agua, los nutrientes y la luz solar (Cortés, 1991).

Las aguas negras procedentes de inodoros pueden ser conducidas a una fosa séptica para luego pasar a un sistema de riego subterráneo en el área de jardinería, con tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad creando un riego por goteo constante (Kestrel, 2004).

VEGETALES DE LA REGIÓN

Las plantas que consumen más eficientemente el agua en una región son las nativas. La combinación de éstas con rocas y grava puede dar una apariencia atractiva y utilizar poca agua. Una tendencia reciente es el uso de xerófitas como plantas de ornato, la promoción del empleo de éstas debe realizarse considerando el posible impacto al ecosistema que podría causar su trasplante masivo (Cuthbert, 1989; Nero y Sorensen, 1990; Jacoby, 1990).

LAVADO DE VEHÍCULOS

Uno de los mayores desperdicios que se pueden hacer del agua potable es el lavado de vehículos y equipos grandes por medio de mangueras, se recomienda lavarlos con el efluente de los biodigestores empleados en el proyecto y apoyar el desarrollo de servicios públicos que rehúsan el agua (Arreguín y Buenfil, 1990).

PISCINAS

El agua de las piscinas casi nunca se debe cambiarse, por más verde o turbia que esté siempre puede tratarse con productos químicos apropiados. Los factores que producen mayor desperdicio del agua en las albercas son la filtración y la evaporación. Para reducir pérdidas por estas causas se recomienda revisar el estado de las paredes y el fondo, así como utilizar cubiertas que eviten la evaporación (Arreguín y Buenfil, 1990).

REUSO DEL AGUA

La idea de la reutilización de agua potable convierte el gasto en tratamientos en una inversión productiva, pues en lugar de desechar el agua residual, es posible retornar al proceso productivo una fracción del agua residual tratada para que sea acondicionada apropiadamente para su reutilización. Este hecho tiene un efecto benéfico desde el punto de vista del consumo de agua potable.

Al reusar agua residual tratada, las necesidades de entrada al proceso disminuyen y, por lo tanto, también la cantidad descargada. Esto trae consigo una cadena de ahorros derivados de varios hechos: primero, por estar consumiendo menos agua del servicio municipal; segundo, por disminuir el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua); tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la posibilidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios (García, 1982).

BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, A. 2003. La Vivienda del Siglo XXI, Edificación Sostenible. Ambienta la Revista del Ministerio de Medio Ambiente. Junio. España. Vol 23. 8 pp. Disponible en http://www.mma.es/publicacion/ambienta/junio2003_23/edificacion_sostenible_junio_03.pdf.

- Arreguín, C. y Buenfil, R. 1990. 68 Recomendaciones para Ahorrar Agua en Domicilios, Riegos e Industrias. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- Cortés, M. 1991. Uso Eficiente del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS. Cuernavaca – México. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind48/uso/uso.html> (Consultada en Enero 2005).
- Cuthbert, R. 1989. Effectiveness of Conservation – Oriented Water Rates in Tucson. Journal of the American Works Association. E.E.U.U.
- Departamento del Distrito Federal. 1990. Programa de Uso Eficiente del Agua. Memoria. Distrito Federal – México.
- Díaz, L. 2003. Diseño de la Ampliación de la Red de Distribución de San Andrés Itzapa, Chimaltenango y del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Aldea los Corales Cajagualten. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Fundació Fòrum Ambiental FFA. 2005 .Guía para la Ecoeficiencia. Barcelona – España. 79 pp. Disponible en <http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf> (Consultada en Febrero 2005).
- García, B. y Cortés, M. 1989a. Evaluación del Funcionamiento Hidráulico de Excusados de Bajo Consumo de Fabricación Extranjera. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, B. y Cortés, M. 1989b. Evaluación del Funcionamiento Hidráulico de Excusados Lamosa Sahara de Fabricación Nacional. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, B. y Cortés, M. 1989c. Informe Final del Proyecto UE-9003. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, B. y Cortés, M. 1989d. Evaluación del Funcionamiento Hidráulico de una Llave para Lavado Automático Marca Watermatic. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, B. y Cortés, M. 1990a. Evaluación del Funcionamiento Hidráulico de Tres Excusados Saver 1.6 Gpf. de Fabricación Chilena. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, B. y Cortés, M. 1990b. Evaluación del Funcionamiento de Retenedores para Excusados de Alto Consumo de Fabricación Nacional. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, B. y Cortés, M. 1991. Evaluación del Funcionamiento Hidráulico del Supersifón en Excusados de Alto Consumo de Fabricación Nacional. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca – México.
- García, J. 1982. El Reuso del Agua y sus Implicaciones. Transferencia Postgrado, Investigación Y Extensión en el Campus Monterrey. Ed 52. Disponible en www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/Transferencia52/eli4-52.html (Consultada en Febrero de 2005).
- Gordon, L. 1990. Water Conservation for Oahu. Proceedings of the Conserv 90, Phoenix - E.E.U.U.
- Grisham, A. y Flemming, W. 1989. Long Term Options for Municipal Water Conservation. Journal of the American Water Works Association. E.E.U.U.
- Hammer, M. 1987. Análisis de Fugas de Agua. Kontakt Und Stadium Band 229. Expert Verlag 7031.
- Jacoby, B. 1990. Xeriscape Ordinances for New Development. Proceedings of the Conserv 90. Phoenix – E.E.U.U.

2 PROGRAMA: SANEAMIENTO DE AGUA EN PUNTO DE CONSUMO



2.1 Programa de tratamiento de aguas negras y cuidado de mantos freáticos

Hoy existen grandes problemáticas relacionadas con agua y saneamiento en distintas comunidades indígenas y rurales, así como en zonas urbanas marginadas, las cuales en ocasiones cuentan con sistemas de drenaje y alcantarillado deficientes o, en el peor de los casos, ni siquiera cuentan con uno.

Esto ocasiona que los pobladores de dichas zonas se vean afectados en cuestiones de salud al no contar con estos servicios básicos. Por otro lado, esto a su vez ocasiona daños y contaminación al medio ambiente, ya que se afecta cuando las personas desechan las aguas residuales domésticas.

Las estadísticas son alarmantes, según datos de la Organización de las Naciones Unidas, a nivel mundial, 4 de cada 10 personas no cuentan con acceso ni siquiera a una letrina y cerca de 2 de cada 10 no tienen acceso al agua segura para consumo humano. En México 12 millones padecen esta situación, mientras que 24 millones de habitantes carecen de alcantarillado.

Aunado a la falta de drenaje y alcantarillado en muchas zonas del país, se presentó otra problemática que fue la existencia de tanques sépticos ineficientes, así como la descarga de aguas negras de manera directa en pozos de absorción. Esto generó un foco rojo de infección y contaminación en los mantos freáticos del suelo de las regiones afectadas.

2.2 Saneamiento de Agua Colectiva en pequeñas comunidades





PROGRAMA: SANEAMIENTO DE AGUA EN PUNTO DE CONSUMO

● Ventajas del programa

- ▶ Mayor calidad de vida, salud y dignidad humana.
- ▶ Aumento de sanidad ambiental.
- ▶ Se evitan problemas de salud pública.
- ▶ Se protege el acuífero.
- ▶ Se sustituyen inversiones cuantiosas y la cobertura de servicio es amplia (casas, escuelas, centros de salud, etc.)
- ▶ Se eliminan costos de mantenimiento.
- ▶ Mayor sensibilización por el cuidado y reutilización del agua.
- ▶ Bajo costo de instalación.



Según datos de la O.N.U. por cada **\$1.00** que invertimos en Saneamiento ahorramos **\$8.00** en salud.

PROGRAMA: SANEAMIENTO DE AGUA EN PUNTO DE CONSUMO



● Producto recomendado

Los **Biodigestores Autolimpiables** estuvieron en investigación durante más de 10 años, durante los cuales se buscó un diseño que permitiera aprovechar al máximo los recursos y evitara la contaminación.

El innovador Biodigestor cuenta con una forma cilíndrica, que permite mayor eficiencia al contemplar dispositivos de entrada y salida; así como mínima operación y mantenimiento.

El Biodigestor Autolimpiable tiene como **objetivo** mejorar el tratamiento de las aguas residuales y está compuesto por un exterior, tapa click, conexiones termofusionables de polietileno de entrada, salida, expulsión de sólidos y venteo, válvula para expulsión de lodos, filtro interno de polietileno y material filtrante (PET cortado).

El producto está diseñado para ser utilizado en cualquier vivienda que no cuente con servicio de drenaje o planta de tratamiento, en especial para comunidades rurales.

Sustituye de manera más eficiente los sistemas tradicionales como fosas sépticas de concreto y letrinas, las cuales son focos de contaminación al agrietarse las paredes y saturarse.

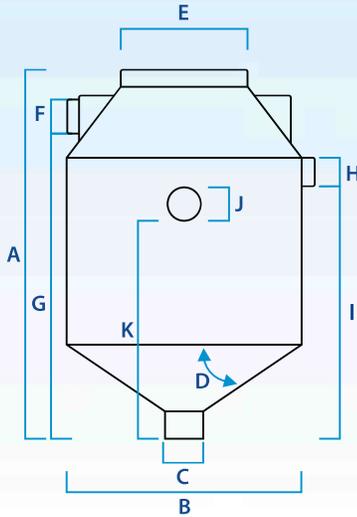
Biodigestor Autolimpiable				
	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
▪ Capacidad	600 L	1300 L	3000 L	7000 L
▪ Altura máxima con tapa	1.65 m	1.95 m	2.15 m	2.65 m
▪ Diámetro máximo	0.86 m	1.12 m	2 m	2.4 m
▪ Capacidad sólo aguas negras domiciliarias*	5	10	25	57

*Número de personas.



PROGRAMA: SANEAMIENTO DE AGUA EN PUNTO DE CONSUMO

● Especificaciones



Dimensiones

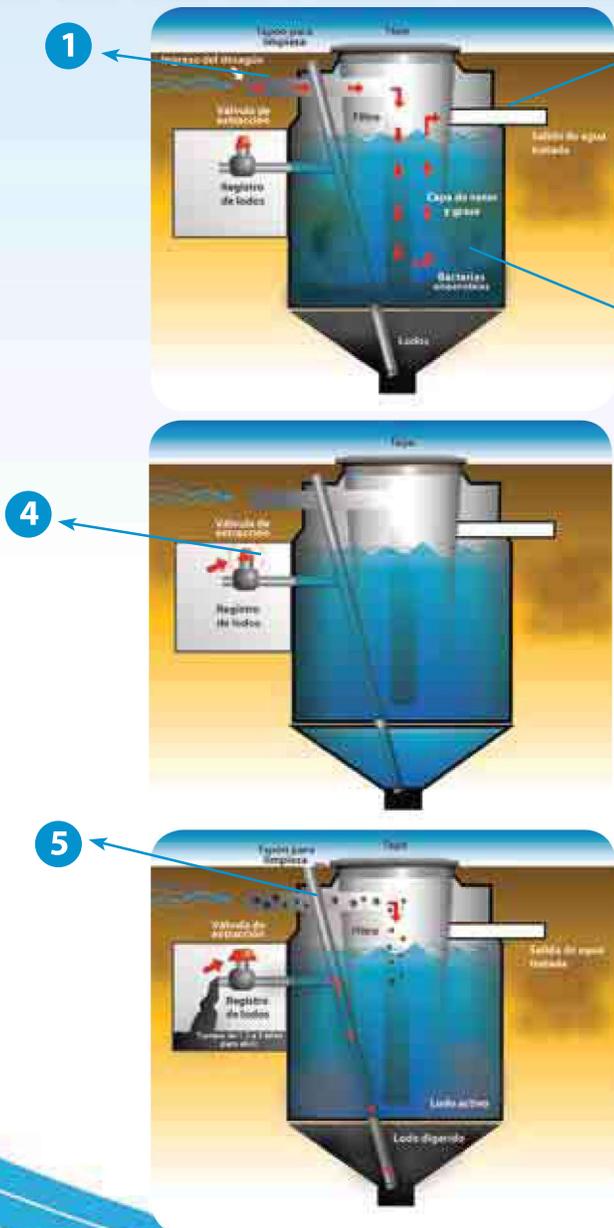
Tamaño Concepto	RP 600	RP 1300	RP 3000	RP 7000
A	1.65 m	1.95 m	2.15 m	2.65 m
B	0.86 m	1.15 m	2.00 m	2.40 m
C	0.25 m	0.25 m	0.25 m	0.25 m
D	45 grados	45 grados	45 grados	45 grados
E	18 plg	18 plg	18 plg	18 plg
F	4 plg	4 plg	4 plg	4 plg
G	1.33 m	1.64 m	1.83 m	2.38 m
H	2 plg	2 plg	2 plg	2 plg
I	1.27 m	1.54 m	1.68 m	2.27 m
J	2 plg	2 plg	2 plg	2 plg
K	1.15 m	1.39 m	1.48 m	1.87 m

● Ventajas del producto



- ▶ Elimina el costo de limpieza cada 2 años.
- ▶ No requiere mantenimiento, únicamente al abrir una llave, el Biodigestor solo se desazolva.
- ▶ Trata el agua para asegurar el desarrollo de una vida sana.
- ▶ No contamina mantos freáticos ni medio ambiente.
- ▶ Cumple con la norma NOM006-CNA-1997 "Fosas Sépticas Prefabricadas, Especificaciones y Métodos de Prueba".
- ▶ Fabricado con plásticos de alta tecnología que aseguran una duración de más de 35 años.
- ▶ Se evitan problemas de salud pública.
- ▶ Garantía de 5 años.

PROGRAMA: SANEAMIENTO DE AGUA EN PUNTO DE CONSUMO



● Funcionamiento

- ▶ El agua entra por el tubo #1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y una parte pasa por el filtro #2.
- ▶ Las grasas suben a la superficie, donde las bacterias las descomponen, volviéndose gas líquido o lodo pesado que cae al fondo.
- ▶ La materia orgánica que se escapa es atrapada por las bacterias fijadas en los arcos de plástico del filtro y luego, ya tratada, sale por el tubo #3.

● Limpieza y mantenimiento

- ▶ Abriendo la válvula #4 el lodo alojado en el fondo sale por gravedad: se puede extraer de preferencia cada seis meses.
- ▶ Si se observa que sale con dificultad, puede hurgar con un palo de escoba en el tubo #5.
- ▶ Es recomendable limpiar el filtro echando agua con una manguera después de una desobstrucción y de haber extraído lodos.
- ▶ Las costras de material formadas a través de los aros del filtro se desprenden solas al quedar engrosadas.



PROGRAMA: SANEAMIENTO DE AGUA EN PUNTO DE CONSUMO

● Zonas de Aplicación

Su principal aplicación está en las zonas rurales o en aquellas ciudades que no cuentan con una red de drenaje o plantas de tratamiento, ya sea para casas o pequeñas comunidades (Sureste y Centro de nuestro país).

● Certificados



Soluciones para mejora de saneamiento

Biodigestor Autolimpiable

Manual de instalación y mantenimiento

4a. Edición - Junio 2013



5
Años
de Garantía

PRODUCTO
PATENTADO

Rotoplas[®]
más y mejor agua

Tabla de Contenido

Descripción de las notas	3
El Biodigestor Autolimpiable	3
Características	3
Beneficios	4
Componentes	4
Localización	5
Excavación	6
Colocación del Biodigestor	7
Relleno	7
Registro de lodos	7
Instalación hidráulica	8
Descarga del agua tratada	8
Funcionamiento	8
Limpieza y mantenimiento	9
Especificaciones técnicas	11
Dispositivos previos al Biodigestor y generalidades de la línea	12
Notas	13
Garantía	15

3. Beneficios

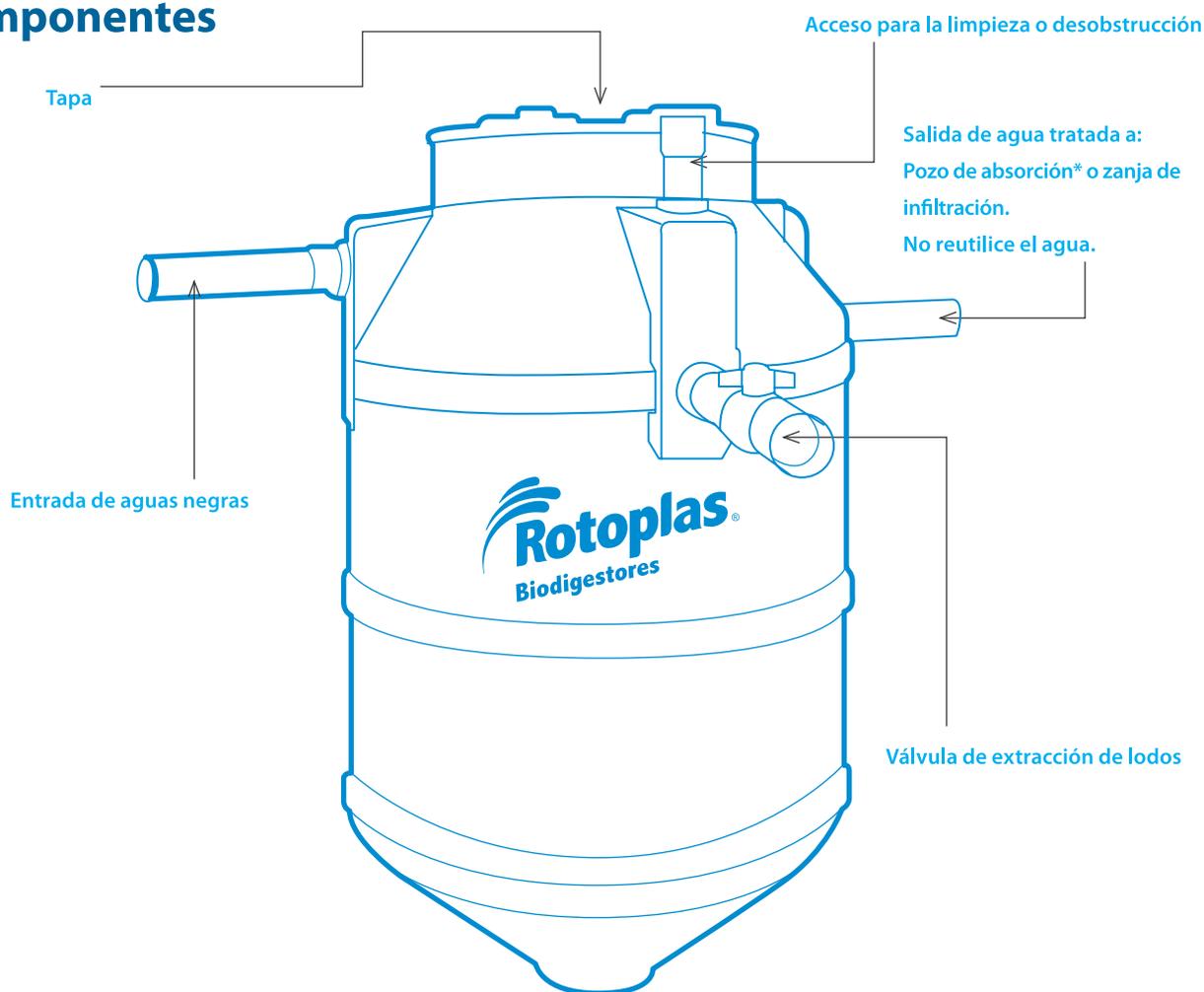
Consumidor final

- Autolimpiable, al abrir una válvula se elimina el lodo digerido del Biodigestor.
- Hermético, ligero y resistente.
- Preservación de mantos freáticos.
- Cuidado del medio ambiente.
- Reduce el riesgo de enfermedades gastrointestinales.

Instalador

- Fácil y rápido de instalar.
- No se agrieta ni se fisura.
- Garantía de 5 años.

4. Componentes

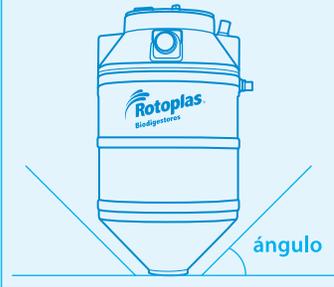
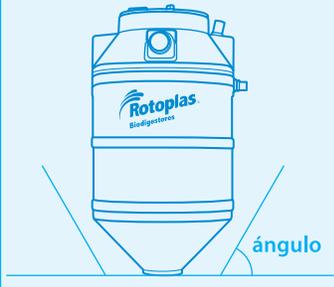
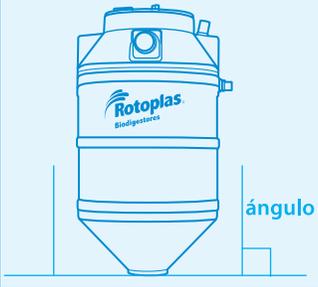


NOTA: Ver "Guía Constructiva de Pozo de Absorción", en nuestra página web www.rotoplas.com, o llame al Centro de atención a clientes, 01800 506 3000.

Nunca descargue el agua tratada a río, mar, laguna o algún cuerpo de agua.

6. Excavación

Ángulo de excavación en función al tipo de suelo

Expansión	Alto-Medio	Bajo	Nulo
Tipo de suelo	Suelo plástico blando o rocoso inestable	Suelo estable o tepetate	Suelo duro roca
Ángulo de excavación			
	Entre 45 y 60 grados	Entre 60 y 75 grados	90 grados

Recomendaciones

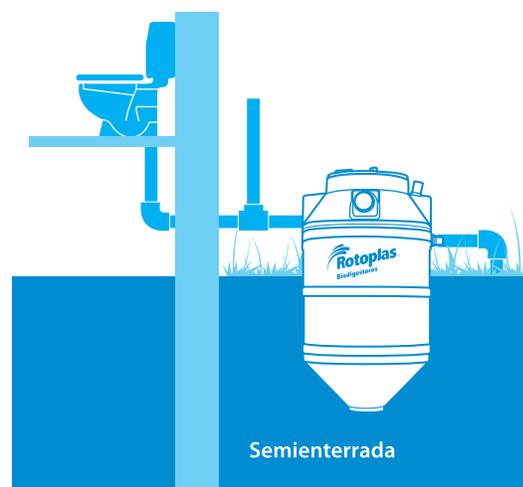
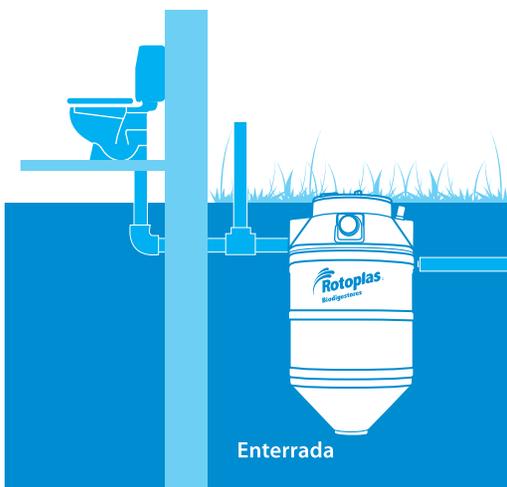
- Realice la excavación dejando una pendiente que no permita el deslave de la tierra.



ADVERTENCIA

- Elimine las piedras filosas que puedan dañar el tanque.

- Cuando el nivel freático esté alto, extraiga el agua bombeándola hasta que permita la instalación del Biodigestor.
- Compacte el suelo antes de la colocación del Biodigestor.
- La profundidad máxima a la que se debe enterrar el Biodigestor es de 10 cm.



Puede instalarse todo o parcialmente enterrado.

Tabla 1. Volumen mínimo del registro de lodos zona rural y urbana.

Modelo del Biodigestor	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
Volumen mínimo del registro de lodos (L).	150	300	600	1 800



PELIGRO

- Nunca conecte la purga de lodos a un cuerpo de agua o una barranca.

10. Instalación hidráulica

- Ensamblar la tubería de entrada y salida.
- Sellar con pegamento para PVC los puntos de unión de las interconexiones; las partes roscadas sólo llevarán cinta teflón.
- Ensamblar la válvula para extracción de lodos y sellar con pegamento para PVC.
- Asegúrese que la válvula de lodo se encuentre cerrada y que su tubería esté debidamente apoyada y fija en el piso.



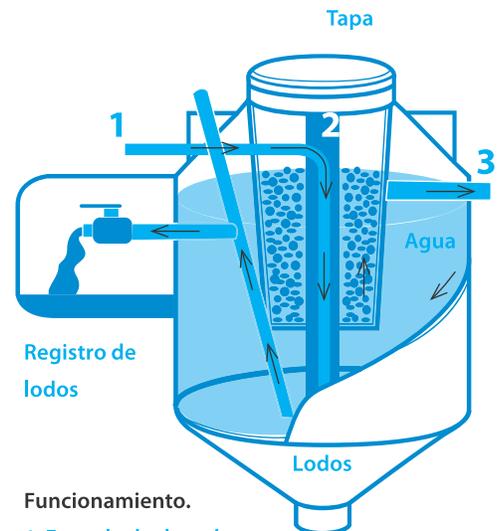
Instalación hidráulica.

11. Descarga del agua tratada

El agua tratada que sale del Biodigestor debe ser descargada a suelo en un pozo de absorción o zanja de infiltración, utilizando las recomendaciones indicadas por la NOM-006-CONAGUA-1997. Los detalles constructivos de tal pozo los puede ver en nuestra página web www.rotoplas.com

Se recomienda la instalación de un sistema de cloración para la desinfección del agua tratada; tal sistema se instalará entre la salida del Biodigestor y el pozo de absorción o zanja de infiltración.

No reutilice el agua tratada; tampoco la descargue a un cuerpo de agua como río, lago, mar.



Funcionamiento.

1. Entrada de desechos.
2. Filtro por donde pasa el agua.
- 3 Salida de agua.

12. Funcionamiento

El agua entra por el tubo #1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y pasa por el filtro #2, donde los microorganismos adheridos al material filtrante retienen otra parte de la contaminación. El agua tratada sale por el tubo #3 y se descarga en un pozo de absorción en el suelo.



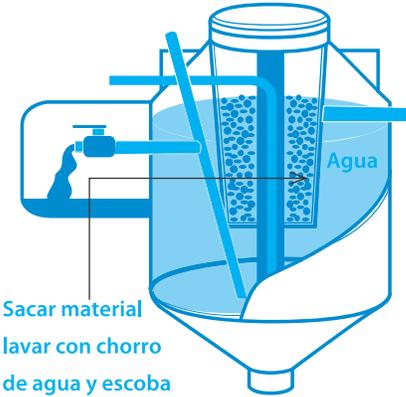
PELIGRO

- Para el mantenimiento del Biodigestor y el manejo de lodos, siempre utilice guantes, botas y cubre bocas.
- Lávese las manos perfectamente después de cada mantenimiento.
- Los lodos líquidos NUNCA deberán ser enviados al drenaje ni puestos en barrancas, selvas, humedales o en ríos, lagos o mares.

Tabla 2. Purga de lodo y cantidad de cal para mantenimiento cada año.

Modelo del Biodigestor	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
Usuarios (zona rural)	5	10	25	60
Purgue anual (L)	100	200	400	1 200
Cal para mezclado (kg)	10	20	40	120

NOTA: Si el mantenimiento se hace cada año y medio, multiplicar la cantidad de lodo y cal por 1.5.



Sacar material
lavar con chorro
de agua y escoba

Limpieza del tanque

Limpieza del tanque

• Filtro



ADVERTENCIA

- El Biodigestor cuenta con un material filtrante de plástico donde microorganismos se adhieren para limpiar el agua. El filtro debe ser limpiado cada 2 años o antes si es que se obstruye.

Para su mantenimiento, abra la válvula y purgue el lodo hasta bajar el nivel de agua. Retire el material que contiene el filtro.

Con una escoba frote el filtro para remover sólidos acumulados. Se puede utilizar una manguera y chorro de agua para facilitar esa actividad. Limpie la cubeta dentro del tanque con una escoba. Regrese el material filtrante a la cubeta y tape nuevamente.



PELIGRO

- NO ENCIENDA FLAMAS, GENERE CHISPAS NI FUME CERCA DEL BIODIGESTOR DURANTE SU MANTENIMIENTO, YA QUE CORRE EL RIESGO DE QUEMADURAS Y/O EXPLOSIÓN.
- Antes de dar mantenimiento, destape el tanque y deje ventilar durante 10 minutos.



Material flotante: Una vez al año abra la tapa y remueva con un cedazo o pala las grasas y cualquier material flotante, para evitar obstrucción de tuberías o del pozo de absorción.

El material removido deberá ser mezclado con cal y dispuesto al relleno sanitario.



IMPORTANTE

El material flotante no deberá ser enviado al drenaje, cuerpos de agua, barrancas, selvas o humedales.



ADVERTENCIA

- No tire basura en la taza del baño (papel, toallas sanitarias ni otros sólidos), ya que se pueden obstruir los conductos.
- No descargar al Biodigestor sustancias químicas como: cloro, amoníaco, sosa, ácido, pintura, aceites y grasas de coche, ya que pueden reducir la efectividad del Biodigestor.
- No retire el plástico en la parte central del tanque, ya que éste es el material filtrante del Biodigestor.
- El Biodigestor deberá estar siempre con agua hasta el nivel del tubo de salida. Si está completamente lleno o vacío, el producto no está operando adecuadamente y se le recomienda acudir inmediatamente a su instalador para su inspección.
- Mantenga bien tapado el Biodigestor.
- La garantía del buen funcionamiento del Biodigestor, depende del seguimiento de las indicaciones de instalación y mantenimiento indicadas en esta guía.
- No reutilice el agua tratada.

15. Dispositivos previos al Biodigestor y generalidades de la línea

- a) Es recomendable instalar un registro previo al Biodigestor. En uso público el registro tendrá necesariamente que contar con una rejilla o criba de 1.5" de paso libre para retener la basura que viertan los usuarios.
- b) Todas las tuberías conectadas antes del Biodigestor, deberán ser de por lo menos 10 cm de diámetro, con una pendiente mínima del 2%.
- c) Si el equipo está conectado a una cocina o algún sitio que genere grasa en grandes cantidades, se recomienda instalar una trampa de grasa antes del Biodigestor.

Plantas Latinoamérica

Argentina

Calle 22 No. 358, Parque Industrial Pilar, CP (1629) Prov. Buenos Aires, Argentina. Tel. (54) 0230 452 9500.

Brasil

Rua José Antonio Pereira Passos, 1300, Distrito Ind. Pires II - Extrema / MG - CEP: 37640-000, Tel. (0055) 19 3881 8666.

Ecuador

Av. Juan Tanca Marengo Km 2.3, Edificio La Llave Guayaquil, Ecuador. Tel. (593) 4601 3338.

Guatemala

Km. 18 Carretera a Amatitlán, Villa Nueva, Guatemala. PBX: (502) 6663 8888.

Perú

Av. Industrial, Lotes 18 y 19. Urb Las Praderas de Lurín, Lurín, Lima, Perú. Tel. (00 511) 614 2424. RUC 20389748669.



www.rotoplas.com



Humedal de flujo vertical para tratamiento terciario del efluente físico-químico de una estación depuradora de aguas residuales domésticas

Subsurface Vertical Flow Constructed Wetland for Tertiary Treatment of Effluent of Physical-Chemical Process of a Domestic Wastewater Treatment Plant

Rodríguez-González María Reyes

Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos, Universidad de Coruña
Correo: reyesrodriguezgonzalez@gmail.com

Molina-Burgos Judith

Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos, Universidad de Coruña
Correo: jmolina@udc.es

Jácome-Burgos Alfredo

Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos, Universidad de Coruña
Correo: ajacome@udc.es

Suárez-López Joaquín

Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos, Universidad de Coruña
Correo: jsuarez@udc.es

Información del artículo: recibido: enero de 2012, aceptado: junio de 2012

Resumen

Alimentados con el efluente de un proceso físico-químico de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) se explotaron 2 humedales de flujo vertical, uno sembrado con la especie *Iris pseudacorus* (HFV2) y el otro sin ningún tipo de vegetación (HFV4). La composición del lecho fue (en cm): 20 de arena, 10 de turba, 40 de gravilla y 10 de grava. Se realizaron 3 fases experimentales ensayándose las siguientes cargas hidráulicas (CH): 4.2; 8.3; y 16.6 cm/d (orden cronológico). La evaluación se realizó durante el estado estacionario del proceso. En el humedal con *I. pseudacorus* la eliminación media de DQO fue de 81%, mientras que en el lecho sin plantas fue de 68%. La eliminación de DQO se mantuvo casi-constante, independiente de la carga hidráulica y orgánica. El rango de eliminación de nitrógeno amoniacal fue de 75 a 96% en HFV2, y de 66 a 83% en HFV4. La mayor eliminación de amonio se obtuvo para la mínima CH. En las dos primeras fases, los rendimientos en eliminación de sólidos en suspensión (SS) fueron muy bajos. La mayor eliminación de SS se observó con la máxima CH que fue la tercera y última de la serie. Esto sugiere que el lecho fue perdiendo porosidad, incrementando la eficacia de la retención de SS por filtración.

Descriptores:

- humedal artificial
- *Iris pseudacorus*
- tratamiento de afino
- nitrificación

Abstract

In this study two subsurface vertical flow constructed wetlands were operated and fed with the effluent of physical-chemical process of a municipal wastewater treatment plant, one was planted with the specie *Iris pseudacorus* (HFV2), and the other one unplanted any kind of vegetation (HFV4). The beds had a depth of 0.80 m and were filled with (in cm): 20 coarse-sand, 10 peat moss, 40 fine-gravel and 10 gravel. Three experimental stages were developed with the next hydraulic load (HL): 4.2; 8.3; and 16.6 cm/d (chronological order). The process was evaluated since the steady state was reached. The average removal of COD of the planted wetland with *I. pseudacorus* was about 81%, whereas into the unplanted substrate was of 68%. This removal of COD was kept constant and was independent of the hydraulic and organic loads. The removal of $\text{NH}_4\text{-N}$ ranged between 75% and 96% in the HFV2, and from 66% to 83% in the HFV4. The high ammonia removal was obtained for the smallest hydraulic load. In the first two phases the performance in removing suspended solids was very low. Most suspended solids removal was observed with maximum hydraulic load that was the last of the series. This suggests that the bed porosity was lost, increasing the efficiency of retention of suspended solids by filtration.

Keywords:

- constructed wetland
- *Iris pseudacorus*
- polish treatment
- nitrification

Introducción

Los humedales de flujo vertical subsuperficial son sistemas en los que el agua residual fluye a través del sustrato, en general gravilla, entrando en contacto con los microorganismos que colonizan la superficie tanto de las raíces de las plantas como del propio sustrato (Kadlec y Knight, 1996; Vymazal y Kröpfelová, 2008). En estos sistemas ocurre un número importante de procesos físicos, químicos y biológicos interrelacionados. Varios investigadores han informado sobre la aplicación de humedales como una opción eficaz de bajo costo para el tratamiento secundario y terciario de aguas residuales, y los consideran una opción adecuada para la depuración de aguas residuales de pequeños núcleos en áreas rurales (Schulz y Peall, 2001; Ayaz, 2008; Abidi *et al.*, 2009). Otra virtud, quizá muy importante en el caso de saneamiento autónomo de viviendas, hoteles, etcétera, es el valor estético de algunas macrofitas como el lirio amarillo (Brix, 1997).

Los humedales de flujo vertical pueden ser una solución óptima para la depuración de aguas residuales con flujos discontinuos o intermitentes, como es el caso de segundas viviendas, escuelas e incluso reboses de alcantarillado unitario (Dittmer *et al.*, 2005).

El tratamiento de las aguas residuales en pequeños núcleos se enfrenta al problema hidráulico de la gran variabilidad de los caudales generados, dándose el caso de que en las noches el caudal sea nulo (cese total de actividades), pero también, que debido a las lluvias los caudales incrementen drásticamente produciendo alteraciones

que las tecnologías convencionales son incapaces de resolver; sin embargo, los humedales pueden solucionar eficazmente esta situación. Los efectos hidráulicos adversos son más severos en el caso de las tecnologías con cultivos bacterianos nitrificantes en suspensión (p.ej.: aireación prolongada, oxidación total, etcétera). Sin embargo, los humedales pueden acumular una gran población de bacterias nitrificantes en la rizosfera de las plantas, sobre todo de las especies *Zizaniacudiciflora*, *Scirpusvalidus*, *Iris pseudacorus*, bajo condiciones adecuadas de OD y pH sin verse afectadas tan drásticamente por las sobrecargas hidráulicas (Zhouet *et al.*, 2006).

La *I. pseudacorus*, conocida como lirio amarillo, es una especie perenne que crece bien en condiciones muy húmedas, es común encontrarla en humedales donde tolera inmersión, valores bajos de pH y suelos anóxicos. La planta prospera rápidamente por rizoma y por semillas dispersas en el agua. Los tallos pueden medir de 1 a 1.5 m. Aunque es principalmente una planta acuática, los rizomas pueden sobrevivir a prolongados periodos secos.

El objetivo general de este trabajo consistió en la aplicación y evaluación a escala piloto de un humedal de flujo vertical cultivado con *I. pseudacorus* como, tratamiento terciario para reducir la demanda de oxígeno carbonosa y nitrogenada del efluente de un tratamiento físico-químico de una EDAR urbana. Aunque el efecto beneficioso de las macrofitas de humedales para reducir la contaminación es un hecho demostrado, el estudio también incluye una evaluación del funcionamiento del humedal sin cultivo de plantas.

Materiales y métodos

Características de la planta piloto de humedales

La planta experimental cuenta con un tanque cilíndrico de cabecera desde el cual se bombea el agua problema hacia los humedales artificiales de flujo vertical: HFV2 (con plantas) y HFV4 (sin plantas). Inicialmente, los humedales utilizados en este trabajo fueron construidos y plantados para su estudio y evaluación como tratamiento secundario de agua residual urbana pretratada (Barros, 2009). Se instalaron, y a la fecha continúan en la EDAR del núcleo de O Quenllo, municipio de Carral (Galicia, España). El sustrato de los humedales se compone de cuatro materiales, que de arriba – abajo son: arena gruesa, turba, grava media (o gravilla) y grava gruesa. Barros (2009) evaluó la permeabilidad de varias configuraciones de estos materiales y llegó a la conclusión de que la turba es un material que permitiría un mayor tiempo de retención hidráulica para las transformaciones bioquímicas de los contaminantes. El estrato de turba es capaz de disminuir la porosidad del medio en la zona donde se desarrolla la vegetación y además homogenizar la distribución del agua. Los ensayos con infiltrómetros determinaron que el espesor ideal para la turba sería de 10 cm. La selección del espesor del resto de los materiales se basó en informes de otros investigadores (Platzer, 1998; Cooper, 1999; Brix y Arias, 2005; García y Corzo, 2008). En la parte superficial se utilizó una arena gruesa (de 2 mm) con el objetivo de evitar una rápida colmatación del medio. En cuanto a la capa de gravilla, se adoptó una granulometría de 10 mm con el objeto de tener la mayor superficie específica para el desarrollo de la biopelícula. Los humedales tienen una superficie horizontal de 1.3 m². Las características del sustrato se presentan en la tabla 1.

Vegetación

El humedal HFV2 tiene una vegetación compuesta de *I. pseudacorus* (L.), cuyas características medidas al término de la experimentación fueron: altura media de plantas de 1 m; y una densidad aproximada de 250 plantas/m².

Densidades de 300-400 plantas/m² de *Phragmites australis* han sido observadas en otros estudios (Kuschik *et al.*, 2003). Por su parte, el otro humedal sin vegetación se utilizó como blanco de comparación para evaluar el aporte de las plantas a la depuración (figura 1).



Figura 1. Humedales experimentales. Izda.: HFV2. Dcha.: HFV4 lecho sin vegetación

Sistemas de riego y de aireación

Cada humedal consta de un sistema de riego compuesto de 4 hileras de tubos de PVC de 16 mm de diámetro, separadas entre sí 40 cm. Cada tubo tiene 9 orificios emisores de 3 mm de diámetro. Para la aireación del sustrato se utilizaron tubos de PVC de 90 mm. Estos tubos van dotados de una serie de ranuras a lo largo del eje. Su cometido es promover la transferencia de oxígeno atmosférico hasta las capas más profundas del lecho.

Descripción general de la experimentación

Entre los meses de marzo a junio de 2011, los humedales fueron puestos en marcha y explotados. El primer mes fue un periodo de re-aclimatación del cultivo (estos humedales ya estaban en funcionamiento durante 1 año atrás, después permanecieron inactivos durante varios meses, sólo recibiendo agua de lluvia). Se realizaron 3 fases experimentales, cada una con carga hidráulica y de contaminación distinta. La carga de

Material	Espesor (cm)	Diámetro aparente (mm)	Densidad aparente (g/cm ³)	Superficie específica (m ² /m ³)	Porosidad (%)	Conductividad hidráulica (cm/d)
Arena gruesa	20	2	1.2	1500	54	10 ⁴
Turba	10	0.8	0.5	-	81	10 ⁴
Grava media	40	10	1.33	136	49	10 ⁶
Grava gruesa	10	40	1.35	67	48	10 ⁷

Tabla 1. Características físicas del sustrato de los HFV (Adaptada de Barros, 2009)

contaminación es una variable operacional que se estima mediante:

$$B_i = \frac{CH \times C_i}{100} = \frac{Q \times C_i}{1000 A} \quad (1)$$

donde:

B_i = carga superficial de contaminante i (g/m²/d)

CH = carga hidráulica (cm/d)

C_i = concentración de contaminante i (g/m³)

Q = caudal diario (L/d)

A = superficie del humedal (m²)

El aporte de agua desde el tanque de alimentación se realizó de forma intermitente mediante la aplicación de pulsos. Se utilizó un temporizador eléctrico (Düwi, Alemania), para encender y apagar la bomba sumergible de alimentación a los humedales. La duración de los pulsos fue constante y de 3 minutos a lo largo de la experimentación. Entre pulso y pulso se daba una pausa de 57 minutos. Es decir, fueron ciclos de 60 min (3 + 57). El número de pulsos se repitió día tras día durante el tiempo que duró cada una de las fases experimentales. Una vez ejecutado el número de pulsos diarios, los humedales permanecían sin aportación de caudal hasta el día siguiente a la misma hora, momento en el cual empezaba de nuevo el ciclo. Se ensayaron 3 cargas hidráulicas. Cuando se cambiaba la CH se dejaba un periodo de estabilización de 7 a 10 días para alcanzar el estado estacionario, y después en un lapso de 2 semanas se tomaban 5 muestras para la evaluación. Las condiciones operacionales se describen en la tabla 2.

Periódicamente se llevaron a cabo una serie de actividades de mantenimiento para conservar el buen funcionamiento del humedal:

1) una vez por semana la limpieza de bombas y sistemas de distribución,

2) cada vez que fue necesario la eliminación de malas hierbas, así como de hojas secas de las macrofitas.

El agua residual

Las aguas residuales que trata la EDAR de O Quenllo son una mezcla de urbanas e industriales (Polígono Sergude). El agua residual llega al pozo de bombeo de cabecera de la EDAR y desde ahí se impulsa hacia un tamiz autolimpiante de 0.8 mm de luz. El agua tamizada se somete a un tratamiento físico-químico basado en coagulación-floculación más flotación por aire disuelto. Desde la canaleta de recogida de efluente del físico-químico se impulsaba el agua problema al tanque de alimentación de los humedales. El control de la composición del agua problema y de los efluentes de los humedales se realizó midiendo pH, conductividad, alcalinidad, sólidos (todas sus formas) y nitrito mediante métodos normalizados de análisis de aguas (APHA, 1992). La DQO y las formas de nitrógeno total, amoniacal y nitrato se midieron con los métodos de cubeta-test Dr. Lange (Hach-Lange, Alemania).

Resultados y discusión

Características de las aguas

En la tabla 3 se presenta la composición promedio del agua problema y de los efluentes de los humedales HFV2 y HFV4 de cada fase experimental, asimismo se incluye la carga hidráulica experimental. Cada valor de concentración presentado en la tabla 3 es el resultado del promedio de 5 mediciones realizadas durante el estado estacionario en un lapso de 2 semanas.

En el agua residual problema la forma de nitrógeno predominante fue el amonio (87% del NT). La concentración media de las formas oxidadas de nitrógeno fue prácticamente nula. La concentración media de materia

	Fase I		Fase II		Fase III	
	HFV2	HFV4	HFV2	HFV4	HFV2	HFV4
Nº pulsos/día	4	4	2	2	8	8
Duración pulso (min)	3	3	3	3	3	3
Pausa entre pulsos (min)	57	57	57	57	57	57
Q diario (L/d)	108	115.2	54	57.6	216	230.4
Carga hidráulica (cm/d)	8.3	8.8	4.2	4.4	16.6	17.6
Carga orgánica, B_{DQO} (g DQO/m ² /d)	11.7	12.4	4.7	4.9	14.0	14.8
Carga de NTK, B_{NTK} (g N/m ² /d)	3.5	3.7	2.0	2.1	7.3	7.7

Tabla 2. Resumen de condiciones operacionales de cada fase experimental

Tabla 3. Composición media del agua problema y de los efluentes de los humedales durante el estado estacionario

Parámetro	Unidad	Fase I			Fase II			Fase III		
		AF	HFV2	HFV4	AF	HFV2	HFV4	AF	HFV2	HFV4
CH	cm/d	n.p.	8.3	8.8	n.p.	4.2	4.4	n.p.	16.6	17.6
pH		7.0	5.6	6.4	7.3	4.4	5.4	7.2	4.0	5.8
DQOT	mg O/L	141	31	43	111	21	42	84	13	22
DQOS	mg O/L	82	20	30	66	12	24	75	14	18
Alcalinidad	mg/L ⁽¹⁾	165	10	26	215	2	24	170	0	14
NH ₄ ⁺	mg N/L	37	7.5	14	42	1.8	7.0	39	10	13
NO ₂ ⁻	mg N/L	0.01	0.09	0.14	0.02	0.05	0.06	0.01	0.03	0.08
NO ₃ ⁻	mg N/L	0.15	32	30	0.26	39	39	0.09	33	30
NT	mg/L	42	47	52	49	57	66	44	48	47
NTK ⁽²⁾	mg/L	42	15	22	49	18	27	44	14	17
N-Org ⁽³⁾	mg/L	5,0	7.5	7.6	7,0	16	20	5,0	4,0	3.6
SS	mg/L	29	37	46	20	23	57	14	11	23
SSV	mg/L	19	13	16	11	6	12	13	9	10

⁽¹⁾ como CaCO₃; ⁽²⁾ NTK = NT - NO₃⁻ - NO₂⁻; ⁽³⁾ N-Org = NTK - NH₄⁺. AF = afluente. n.p. = no procede. DQOT = DQO total; DQOS = DQO soluble

orgánica medida como DQOT afluente, correspondió en líneas generales al de un efluente secundario (rango: 84 a 141 mg/L; promedio global: 112). La ratio DQOS/DQOT en el afluente fue de 0.67. La concentración media de SS fue menor que 30 mg/L. La ratio SSV/SS alcanzó un valor medio de 0,54. Por las características del agua problema, los humedales han funcionado como un tratamiento terciario de nitrificación y de afino de materia orgánica.

En el efluente del humedal con plantas la DQOT promedio presentó un rango de 13 a 31 mg/L. Mientras que en el lecho sin plantas el rango de concentración media efluente de DQOT fue de 22 a 43 mg/L. En la figura 2 se presenta cada uno de los valores del rendimiento en eliminación de materia orgánica medida como DQO observado en estado estacionario (n = 15; 5

por cada fase). En ambos humedales se observó un rendimiento estable durante el estado estacionario de cada fase experimental. Se observó un rendimiento promedio global de eliminación de materia orgánica medida como DQOT de 81% en el humedal con plantas y de 68% en el humedal sin plantas. Es decir, las plantas *I. pseudacorus* en el HFV2 aportan un incremento significativo de 13 puntos porcentuales al rendimiento promedio de eliminación de materia orgánica medida como DQOT.

Respecto a los SS, en las fases I, II y III, la concentración media efluente del HFV2 fue de 37 mg/L; 23 mg/L y 11 mg/L, respectivamente. Por su parte, la concentración media del efluente HFV4 fue de 46 mg/L; 57 mg/L y 23 mg/L, respectivamente. Una primera observación es que el humedal con plantas consigue un efluente de

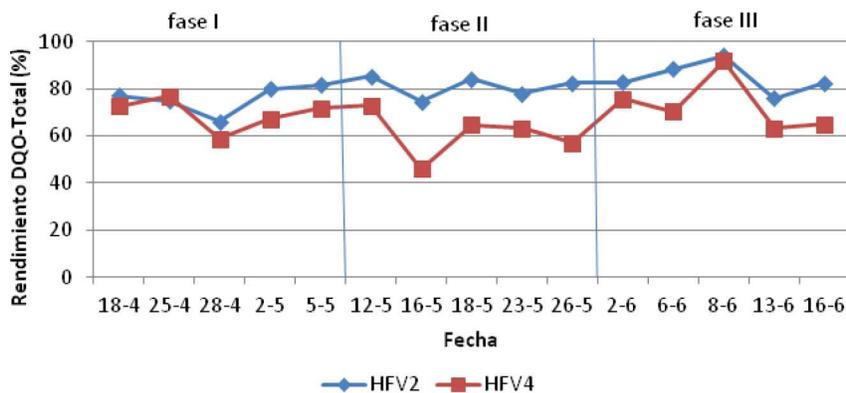


Figura 2. Rendimiento de eliminación de materia orgánica medida como DQO-Total en estado estacionario

mejor calidad en cuanto a SS. Varios investigadores han informado que la presencia de la vegetación distribuye y reduce la velocidad de las corrientes en los humedales (Pettecrew y Kalf, 1992). Esto favorece la retención de sólidos por filtración, sin embargo, en un gran número de muestras individuales tomadas durante las fases estacionarias se observó una mayor concentración de SS en los efluentes de los humedales que en el agua problema (figura 3). Los resultados sugirieron que se produjo un arrastre de SS durante las aplicaciones del agua residual. Este efecto probablemente se magnificó porque las muestras se tomaban inmediatamente después de la aplicación de un pulso, es decir, en cuanto el agua tratada empezaba a salir de los humedales. Además, la producción de plancton del propio sistema puede dar lugar a concentraciones mayores de SS en el efluente de un humedal (Cooper *et al.*, 1999). Por otra parte, los resultados sugieren que con el paso del tiempo los humedales se volvieron menos porosos. Esto explicaría que en la fase III, la de mayor carga hidráulica, la calidad del efluente en SS sea la mejor en ambos humedales.

Los resultados establecen que en los dos humedales no se produjo una pérdida neta de nitrógeno, ya que la concentración media global (n = 15 muestras) de NT afluente fue de 45 mg/L, mientras que la de los humedales HFV2 y HFV4 fue de 50 mg/L y 55 mg/L, respectivamente. La forma orgánica del nitrógeno es la responsable de este incremento del NT efluente. Los resultados muestran que el arrastre de SS también es responsable del incremento de la concentración de N-Org efluente. La concentración de N-Orgefluente tendió a disminuir con el paso del tiempo, al igual que lo hizo la concentración de SS efluente (datos no presentados). La concentración media global de N-Org pasó de 5.7 mg/L en el afluente, a 9.2 mg/L y 10.4 mg/L, en los efluentes de los humedales HFV2 y HFV4, respectivamente.

Los dos humedales producen una eliminación significativa del nitrógeno amoniacal que es atribuible tanto

al crecimiento celular bacteriano como al fenómeno de nitrificación hacia nitrito y nitrato. Los resultados evidencian que el amonio se oxida mayoritariamente a la forma de nitrato. La concentración promedio global de N-amoniacal en afluente, HFV2 y HFV4 fue de: 39 mg/L, 6 mg/L y 12 mg/L, respectivamente. Mientras que la correspondiente concentración promedio de nitrógeno oxidado (nitrato + nitrito) fue de: 0.17 mg N/L, 35 mg N/L y 33 mg N/L, respectivamente. Para cada fase experimental, la concentración promedio de nitrito efluente es algo mayor en el humedal sin plantas (tabla 3). La mayor acumulación de nitrito en el humedal sin plantas sería un indicador de una peor aireación que en el humedal cultivado. Esta bien documentado que las macrofitas acuáticas liberan oxígeno desde las raíces hacia la rizosfera y que esto influencia el estado de oxidación del medio (Barko *et al.*, 1991; Sorrell y Armstrong, 1994; Green *et al.*, 1997; Cooper, 2005; Tietz *et al.*, 2007). Tietz *et al.* (2007) midieron, en el seno del lecho de varios humedales verticales plantados con *Miscanthus gigantea*, valores de oxígeno disuelto (OD) entre 2.5 y 9.4 mg/L, entre pulsos de alimentación y un valor medio de OD de 4.1 mg/L durante la aplicación de los pulsos.

La alcalinidad en el agua problema presentó un rango de 165 a 215 mg/L. En los efluentes HFV2 y HFV4 el rango de alcalinidad fue de 0 a 10 mg/L, y de 14 a 26 mg/L, respectivamente. En el proceso de nitrificación, la oxidación de amonio a nitrito (nitritación) implica un consumo de alcalinidad. Prácticamente en las 15 mediciones (datos no presentados) la alcalinidad residual es mayor en el efluente del humedal HFV4 (sin plantas) que en el HFV2 (en la fase III la alcalinidad efluente del HFV2 es nula en las 5 mediciones). Esto sugiere que la nitritación fue de mayor grado en el HFV2. A pesar de eso, la concentración residual efluente de nitrito fue permanentemente menor en el HFV2, lo cual abunda en la hipótesis de que la transferencia de oxígeno se ve favorecida por la presencia de las macrofitas produ-

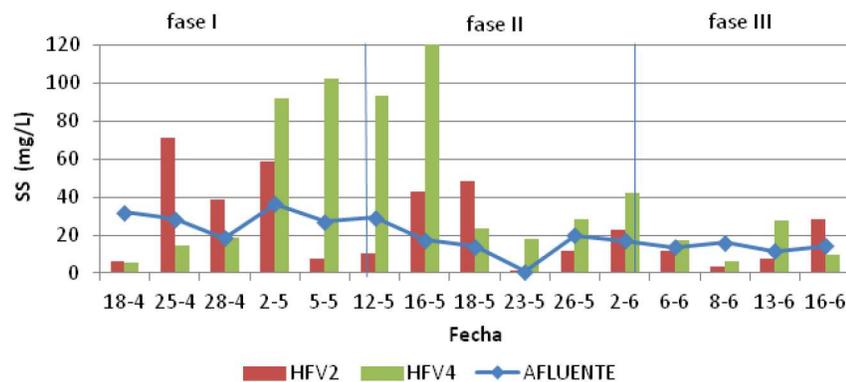


Figura 3. Evolución de los SS en estado estacionario

ciendo la oxidación de nitrito a nitrato. La ratio “consumo de alcalinidad/consumo de amonio” (datos no presentados) presentó un rango de 4.22 a 6.90 mg/mg (promedio = 5.47) en el HFV2, mientras que en el HFV4 fue de 4.53 a 10.67 mg/mg (promedio = 6.06). La estequiometría de la oxidación de amonio determina un valor de 7.1 mg/mg para esta ratio. De modo que los resultados sugieren que en el HFV2 se produjo un mayor consumo de amonio debido al crecimiento bacteriano que en el lecho sin plantas. El crecimiento bacteriano en los humedales se produce en forma de biopelícula, cuya extensión depende de la superficie específica de contacto disponible. Los resultados sugieren que la presencia de macrofitas aumenta la superficie específica para el crecimiento bacteriano y por lo tanto, incrementa la demanda de nitrógeno celular. A partir del ecuador de la fase II, la alcalinidad residual en los efluentes fue nula o muy baja (datos no presentados), de modo que la oxidación de amonio habría sido limitada por la disponibilidad de alcalinidad durante ese tiempo. Es recomendable una alcalinidad residual mínima de 50 mg/L en el medio de reacción para no limitar la oxidación del amonio (US-EPA, 1975). El consumo de alcalinidad se ve acompañado de un descenso del pH. A partir de la fase II, el efluente del HFV2 presentó un pH inferior a 5 (datos no presentados). El efluente del lecho sin plantas presentó un rango de pH promedio de 5.4 a 6.4. El agua problema mostró un pH próximo a 7. Para los vertidos de EDAR se suele admitir un pH entre 5.5 a 8.5. En este caso, es necesaria la corrección de pH de los efluentes.

Los resultados sugieren que en los humedales no se produjo desnitrificación apreciable. Saeed y Sun (2011) han observado que en los humedales de flujo vertical cultivados con *Phragmites australis* la tasa de desnitrificación ($\text{g N-NO}_3^-/\text{m}^2/\text{d}$) es elevada cuando también lo es la relación DQO/NT efluente, y que justo lo contrario acontece en humedales de flujo horizontal sembrados

con la misma especie. Según el informe de estos investigadores, en los humedales verticales si la relación DQO/NT efluente es menor que 1, la desnitrificación es prácticamente despreciable. En los humedales de este estudio la relación DQO/NT efluente fue siempre menor que 1 por lo que se podría explicar la ausencia de desnitrificación. Saeed y Sun, señalan que la desnitrificación queda limitada por la disponibilidad de DQO en los humedales verticales.

Los rendimientos observados en eliminación de materia orgánica y nitrógeno amoniacal en el humedal con plantas de este estudio guardan proximidad con los publicados por otros investigadores (tabla 4). En los casos de Barros (2009) y Tietz *et al.* (2007), los humedales verticales funcionaron como tratamiento secundario de aguas residuales urbanas decantadas.

Efecto de la carga hidráulica

Para cada fase experimental en estado estacionario se analizó el efecto de la carga hidráulica sobre el rendimiento en eliminación de varios contaminantes. En cada fase experimental se realizaron 5 mediciones en estado estacionario ($n = 5$), por lo tanto, en las figuras 4-9, cada punto representa la media de cinco valores medidos.

En orden cronológico, los valores de CH ensayados fueron en (cm/d): 8.3; 4.2 y 16.6. Para este rango de cargas el rendimiento promedio en eliminación de DQO fue estable en torno a 80% en el HFV2 y a 70% en el lecho sin plantas (figura 4). Además los resultados sugieren que la concentración de DQO efluente en estado estacionario no fue afectada significativamente por el rango de CH ensayado (tabla 3). El humedal con plantas siempre presentó mejor calidad en el efluente en cuanto a DQOT y DQOS.

El rendimiento en eliminación de nitrógeno amoniacal tiende a disminuir con el aumento de la carga hidráulica.

Autor	Carga	Rendimiento
Barros, 2009	8- 23 g DBO ₅ /m ² /d	80 % DBO ₅ 60-80 % NH ₄ ⁺
Matamoros <i>et al.</i> , 2007	3- 37 g DBO ₅ /m ² /d (CH: 1.3 – 16 cm/d)	97-99 % DBO ₅ 99 % NH ₄ ⁺ 94 % DBO ₅ 88 % DQO
Salas, 2010	17 g DBO ₅ /m ² /d	67 % NH ₄ ⁺ 72% NT
Tietz <i>et al.</i> , 2007	20 g DQO/m ² /d (CH: 6 cm/d)	95 % DQO 99 % NH ₄ ⁺
Este estudio	4.6 – 14 g DQO/m ² /d (CH: 4 – 17 cm/d)	76-85 % DQO 75 – 96 % NH ₄ ⁺

Tabla 4. Comparación de rendimientos observados en otros HAFV

lica (figura 5). Los mecanismos de eliminación de amonio son el crecimiento celular, principalmente la nitrificación, siendo ésta más eficaz cuanto mayor es el tiempo de retención hidráulica (menor carga hidráulica).

En todos los casos, el humedal con plantas presenta mejores rendimientos que el lecho sin plantas.

El balance de NT discutido, sugiere que en el sistema no se produjo pérdida neta de nitrógeno, por lo tanto, se puede estimar la carga de nitrificación mediante la siguiente aproximación:

$$r_{NIT} = CH(NO_{X,EF} - NO_{X,AF}) \quad (2)$$

donde:

r_{NIT} = carga superficial de nitrificación (g N/m²/d)
 NO_X = conc. nitrógeno oxidado (mg N/L) = (N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻)

La tasa de nitrificación presentó una proporción directa con la carga hidráulica. Además no se observó diferencia significativa en la velocidad de la nitrificación entre el humedal con y sin macrofitas (figura 6). Esto sugiere que la cinética de eliminación del amonio está princi-

palmente condicionada por la biocenosis nitrificante desarrollada sobre el sustrato.

En cuanto a los sólidos en suspensión, se aprecia una menor concentración efluente con la mayor carga hidráulica, la cual se produce en la fase III (figura 7). Los resultados sugieren que la reducción de SS mejora con la edad de los humedales, debido a los fenómenos de colmatación y de obstrucción de los poros. En la fase III, la concentración media de SS en el afluente y los efluentes de HFV2 y HFV4 fue de 14, 11 y 23 mg/L, respectivamente (tabla 3), es decir, el humedal con plantas mejora la calidad media del efluente, mientras que el lecho sin plantas (se trata de la última fase experimental) no fue capaz de conseguir un rendimiento positivo.

Efecto de la carga orgánica aplicada

Para cada fase experimental en estado estacionario se analizó el efecto de la carga orgánica sobre los rendimientos de eliminación de varios contaminantes. En las figuras 8-10 cada punto representa la media de las cinco mediciones realizadas durante el estado estacionario. La carga orgánica aplicada, B_{DQO} (g DQO/m²/d), resulta de la combinación de la carga hidráulica con la concentra-

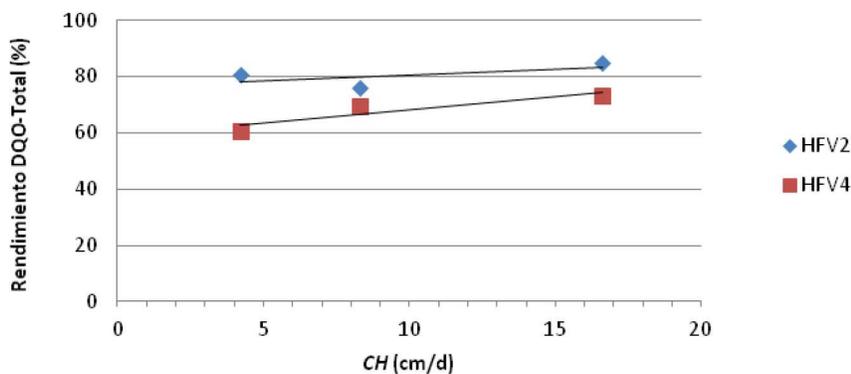


Figura 4. Efecto de la carga hidráulica sobre la eliminación de materia orgánica medida como DQOT

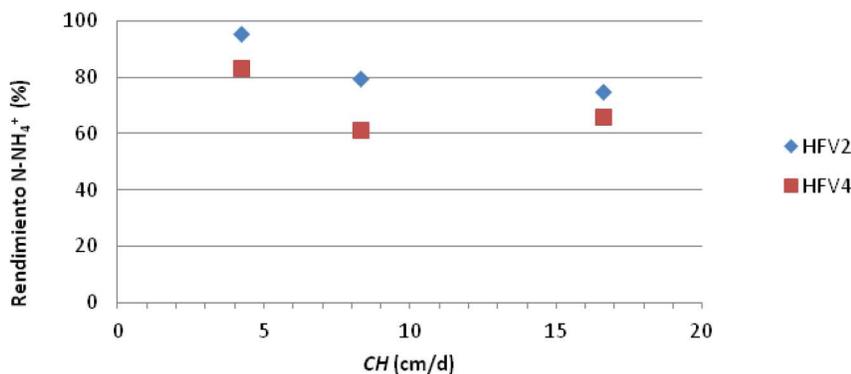


Figura 5. Eliminación de nitrógeno amoniacal en función de la carga hidráulica

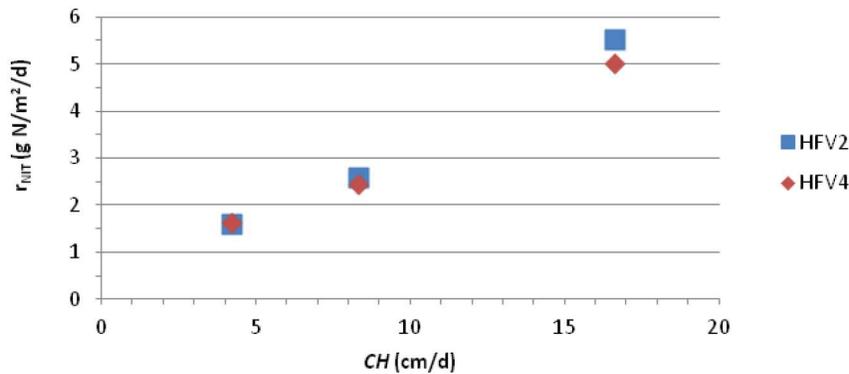


Figura 6. Efecto de la carga hidráulica sobre la tasa de nitrificación en estado estacionario

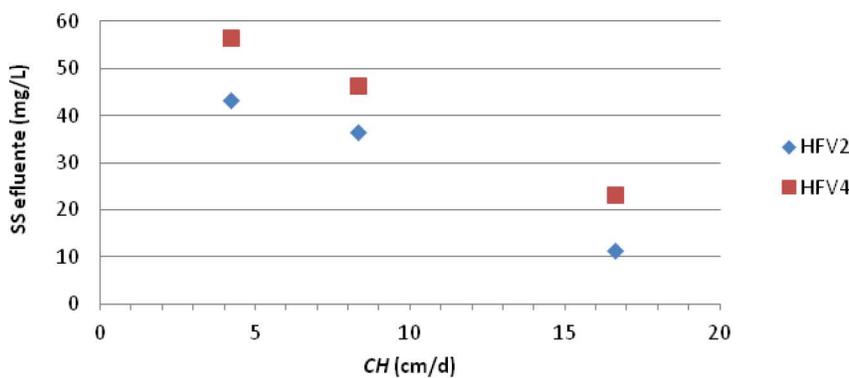


Figura 7. Efecto de la carga hidráulica sobre la concentración efluente de SS

ción afluente promedio de DQOT durante el estado estacionario en cada fase. Por ser un tratamiento terciario y/o de afino, los sistemas funcionaron con bajas cargas orgánicas aplicadas. Así, los resultados señalan que la eliminación de materia orgánica medida como DQOT fue casi independiente de la B_{DQO} en el humedal con plantas (figura 8). El rendimiento es siempre mayor en el HFV2 que en el HFV4. No obstante, es de esperar que a mayores cargas orgánicas cada humedal reduzca su rendimiento en eliminación de materia orgánica medida como DQOT. Por lo tanto, hay margen para aplicar mayores cargas orgánicas, siempre teniendo en cuenta su afectación a la cinética y alcance de la nitrificación. La carga orgánica es un factor limitante de la nitrificación, ya que implica un consumo del oxígeno disponible.

El rendimiento de eliminación de amonio disminuye con el aumento de la carga orgánica (figura 9). Las bacterias nitrificantes tendrán mayor limitación de oxígeno cuanto mayor sea la carga orgánica. Se observa también que los mayores rendimientos siempre corresponden al humedal con plantas.

La tasa de nitrificación mantuvo una proporcionalidad lineal con la carga orgánica, similar a lo anteriormente visto con la CH (figura 10). Los resultados demuestran que el rango de carga orgánica fue sufi-

cientemente bajo, de modo que la velocidad de la nitrificación no fue afectada. En términos de volumen la carga orgánica promedio en el humedal con plantas fue de: 0.015; 0.006 y 0.018 kg DQO/m³/d (orden cronológico). Estas son cargas muy bajas comparadas con las que se aplican a un proceso biopelícula del tipo lechos bacterianos, por lo que no influyeron negativamente en la cinética de la nitrificación.

Efecto de la carga aplicada de nitrógeno

En las figuras 11 y 12 cada punto representa la media de cinco valores observados en cada fase en estado estacionario. En el agua problema, las formas oxidadas de nitrógeno no presentaron concentración significativa. De modo que el análisis se centra en los efectos de la carga superficial de NTK (B_{NTK}) sobre la cinética de la nitrificación y la eliminación del amonio.

La velocidad superficial de la nitrificación (g N/m²/d) sigue una relación lineal con la carga aplicada de NTK (figura 11). Estos resultados sugieren que hay margen para ensayar con mayores cargas superficiales de NTK, en la búsqueda del establecimiento de la carga máxima, a partir de la cual la velocidad de nitrificación se mantenga estable. En la carga aplicada de NTK vuel-

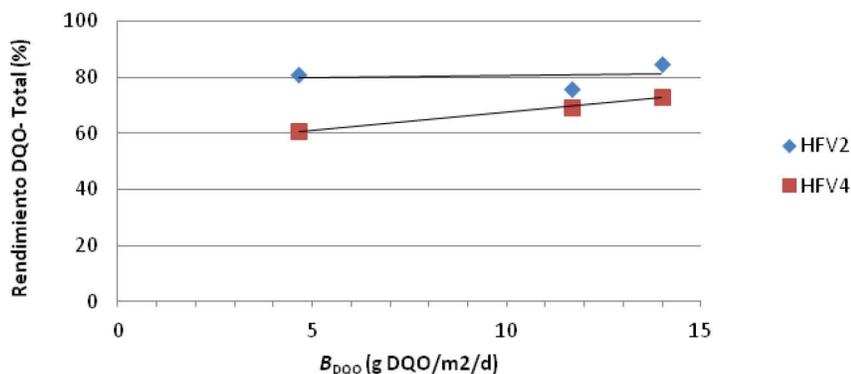


Figura 8. Efecto de la carga orgánica sobre la eliminación de materia orgánica medida como DQO en estado estacionario

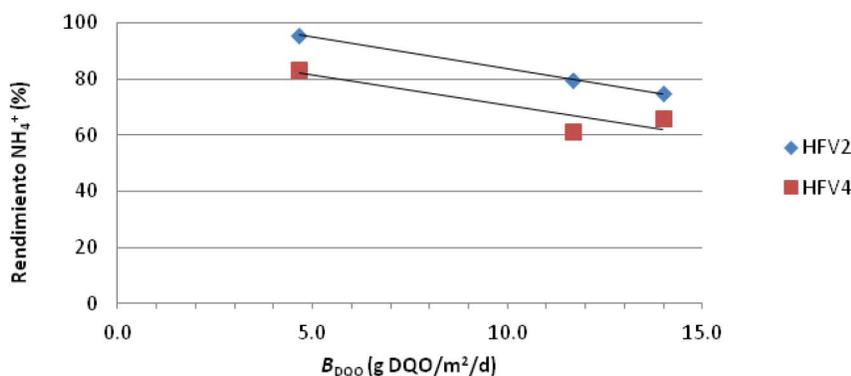


Figura 9. Efecto de la carga orgánica sobre la eliminación de amonio en estado estacionario

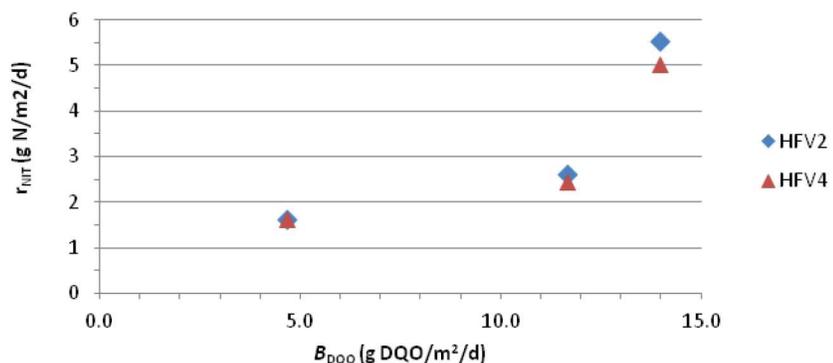


Figura 10. Efecto de la carga orgánica sobre la velocidad de la nitrificación en estado estacionario

ve a repercutir la carga hidráulica, de allí que la relación entre rendimiento y B_{NTK} sea similar a la relación entre rendimiento y CH .

Por otra parte, el rendimiento en eliminación de amonio tiende a disminuir con el aumento de la carga aplicada de NTK. La disminución del rendimiento es más acusado en el primer tramo de la curva, y después aparentemente el rendimiento tiende a estabilizarse (figura 12).

La carga aplicada de NTK expresada en g N por m² de gravilla por día tendría un rango de 0,02 a 0,45 (asu-

miendo que la superficie específica de la gravilla fue de 136 m²/m³, ver tabla 1). Los lechos bacterianos de nitrificación terciaria se diseñan con un criterio de carga aplicada de 1,5 g NTK/m²/d (US-EPA, 1975), es decir, comparativamente la carga de NTK aplicada a los humedales estudiados se puede considerar baja o muy baja.

Los dos lechos con plantas y sin plantas han presentado oxidación conjunta de materia orgánica y de amonio, esto sugiere que la biocenosis desarrollada es

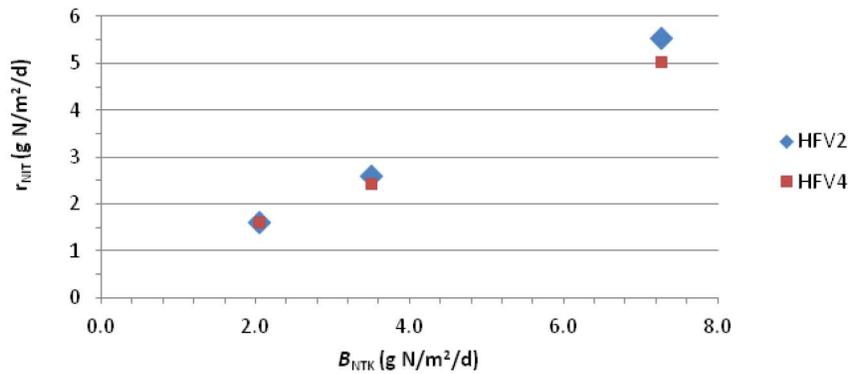


Figura 11. Efecto de la carga de NTK sobre la cinética de la nitrificación en estado estacionario

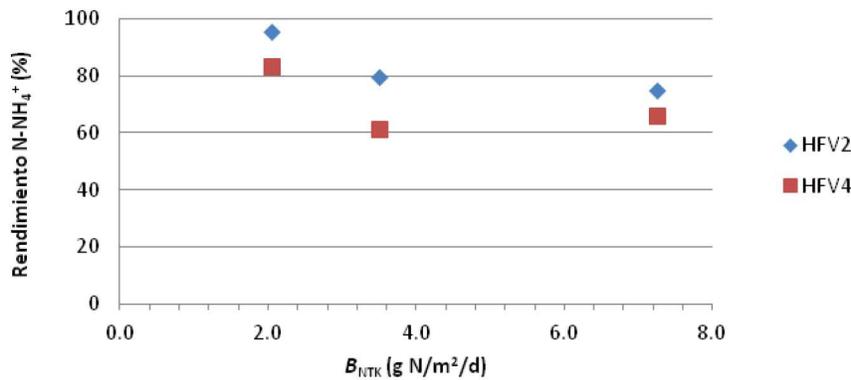


Figura 12. Efecto de la carga de NTK sobre la eliminación de amonio en estado estacionario

similar en ambos. Tietz *et al.* (2007) analizaron y observaron que la población bacteriana en humedales de flujo vertical, con y sin plantas, es prácticamente la misma.

Conclusiones

Los humedales estudiados han funcionado eficazmente como tratamiento de afino (o pulimento) de materia orgánica (DQO) y como tratamiento terciario de nitrificación total.

Para los contaminantes evaluados se obtienen mejores resultados en el humedal con plantas, que en el humedal sin plantas. El humedal de lirio obtiene una mejora de al menos 10 puntos porcentuales en eliminación de materia orgánica medida como DQO y amonio.

En general, se produjo un aumento de sólidos en suspensión efluente asociado al arrastre hidráulico y a la generación de plancton. Por otra parte, se observó que con el paso del tiempo la calidad efluente en SS mejoró, probablemente debido a una reducción de la porosidad del lecho. La concentración de nitrógeno orgánico aumentó en el efluente del humedal. Esto podría asociarse al arrastre de sólidos antes indicado.

El aumento de la carga hidráulica produjo una disminución del rendimiento en eliminación de nitrógeno

amoniaco, sin embargo, la cinética de la nitrificación aumentó cuando se incrementó la *CH*. Como consecuencia de la oxidación del amonio, los valores de pH efluente caen hasta 4 en el humedal con plantas y a valores comprendidos entre 5-6 en el humedal sin plantas. Habría la necesidad de corregir el pH, porque el vertido incumpliría los límites establecidos por varias normas, en general, entre 5.5 y 8.5 unidades de pH.

En cuanto a nitrato, se observa mayor concentración siempre en el humedal con plantas que en el humedal sin plantas. En cambio, la concentración de nitrito efluente es algo mayor en el humedal sin plantas. Esto sugiere que la aireación en el HFV2 es mayor debido a las plantas, y esto hace que la segunda etapa de la nitrificación ($NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) sea más eficaz.

El análisis de los pares "rendimiento vs. carga", y "concentración efluente vs. carga" sugiere que el humedal estudiado tiene capacidad de asimilar una mayor carga superficial de DQO y de nitrógeno amoniaco.

Los resultados sugieren que la incorporación de una capa de turba como constituyente del sustrato, produce un incremento de la superficie específica disponible para el desarrollo de una biocenosis nitrificante, lo cual estimula un elevado grado de nitrificación a pesar de los reducidos tiempos de retención hidráulica del proceso.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con la participación de la empresa ADANTIA, S.L., a través de convenio con la Fundación Universida de Coruña. Parte de la financiación con cargo a la ayuda 07MDS011E, concedida por la Xunta de Galicia.

Referencias

- Abidi S., Kallali H., Jedidi N., Bouzaiane O., Hassen A. Comparative Pilot Study of the Performances of Two Constructed Wetland Wastewater Treatment Hybrid Systems. *Desalination*, volumen 246, 2009: 370-377.
- APHA-AWWA-WPCF. *Métodos normalizados para el análisis de las aguas*, edición española por Díaz de Santos, Madrid, 1992.
- Ayaz S.C. Post-Treatment and Reuse of Tertiary Treated Wastewater by Constructed Wetlands. *Desalination*, volumen 226, 2008: 249-255.
- Barko J.W., Gunnison D., Carpenter S.R. Sediment Interactions with Submerged Macrophyte Growth and Community Dynamics. *Aquat. Bot.*, volumen 41, 1991: 41-65.
- Barros de Oliveira M. *Estudio sobre los rendimientos de depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales con flujo vertical*, tesis (máster en ingeniería del agua), España, Universidad de Coruña, 2009, 200 p.
- Brix H., Arias C.A. The Use of Vertical Flow Constructed Wetlands for On-Site Treatment of Domestic Wastewater: New Danish Guidelines. *Ecological Engineering*, volumen 25 (número 5), 2005: 491-500.
- Brix H. Do Macrophytes Play a Role in Constructed Treatment Wetlands? *Wat.Sci.Tech.*, volumen 35 (número 5), 1997: 11-17.
- Cooper P.A Review of the Design and Performance of Vertical-Flow and Hybrid Reed Bed Treatment Systems. *Wat. Sci. Tech.*, volumen 40 (número 3), 1999: 1-9.
- Cooper P. The Performance of Vertical Flow Constructed Wetland Systems with Special Reference to the Significance of Oxygen Ttransfer and Hydraulic Loading Rates. *Wat.Sci.Tech.*, volumen 51 (número 9), 2005: 81-90.
- Dittmer U., Meyer D., Langergrabe, G. Simulation of a Subsurface Vertical Flow Constructed Wetland for CSO Treatment. *Wat. Sci. Technol.*, volumen 51 (número 9), 2005: 225-232.
- García J. y Corzo A. *Depuración con humedales construidos. Guía práctica de diseño, construcción y explotación de sistemas de humedales de flujo subsuperficial*, España, Dpto. de Ing. Hidráulica, Marítima y Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña, 2008.
- Green M., Friedler E., Ruskola Y., Safrai I. Investigation of Alternative Method for Nitrification in Constructed Wetlands. *Wat. Sci.Tech.*, volumen 35 (número 5), 1997: 63-70.
- Kadlec R.H., Knight R.L. *Treatment Wetlands*, CRC Press: Boca Raton, USA, 1996.
- Kusch P., Wießner A., Kappelmeyer U., Weißbrodt E., Kästner M., Stottmeister U. Annual Cycle of Nitrogen removal by a Pilot-Scale Subsurface Horizontal Flow in a Constructed Wetland Under Moderate Climate. *Water Research*, volumen 37, 2003: 4236-4242.
- Matamoros V., Arias C., Brix H., Bayona J.M. Removal of PPCPs from Urban Wastewater in a Pilot Vertical Flow Constructed Wetland and a Sand Filter. *Env. Sci. Tech.*, volumen 41 (número 23), 2007: 8171-8177.
- Platzer Chr. Design Recommendation for Subsurface Flow Constructed Wetlands for Nitrification and Denitrification, on: Proceedings 6th Int. Conf. on Wetland Systems for Water Pollution Control, septiembre 27a octubre 2, Sao Pedro, Brazil, 1998.
- Pettecrew E.L., Kalff J. Water Flow and Clay Retention in Submerged Macrophyte Beds. *Can. J. Fish.Aquat. Sci.*, volumen 49, 1992: 2483-2489.
- Saeed T. y Sun G. Kinetic Modelling of Nitrogen and Organics Removal in Vertical and Horizontal Flow Wetlands. *Water Research*, volumen 45, 2011: 3137-3152.
- Salas J.J. Experiencia práctica: Planta experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla), Jornada de nuevas tendencias y retos tecnológicos en la depuración de aguas residuales, Valladolid, 15 de diciembre, 2010.
- Schulz R. y Peall, S.K.C. Effectiveness of a Constructed Wetland for Retention of Nonpoint-Source Pesticide Pollution in the Lourens River Catchment, South Africa. *Environ. Sci. Technol.*, volumen 35 (número 2), 2001: 422-426.
- Sorrell B.K. Armstrong, W. On the Difficulties of Measuring Oxygen Release by Root Systems of Wetland Plants. *J. Ecol.*, volumen 82, 1994: 177-183.
- Tietz A., Kirschner A., Langergraber G., Sleytr K., Haberl R. Characterization of Microbial Biocenosis in Vertical Subsurface Flow Constructed Wetlands. *Science of the Total Environment*, volumen 380, 2007: 163-172.
- US-EPA. Process Design Manual for Nitrogen Control, US Environ. Prot. Agency, Office of Technology Transfer, EPA-625/1-75-007, 1975.
- Vymazal J. y Kröpfelová L. Types of Constructed Wetlands for Wastewater Treatment, on: Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-surface Flow, volumen 14, Nueva York, verano 2008, 121 p.
- Zhou W., Huang M., Nian Y. Effects of Plant Selection on the Nitrobacteria Density in Rhizosphere and Nitrogen Removal in Constructed Wetlands. *Environmental Engineering*, volumen 3, 2006.

Este artículo se cita:

Citación estilo Chicago

Rodríguez-González, María Reyes, Judith Molina-Burgos, Alfredo Jácome-Burgos, Joaquín Suárez-López. Humedal de flujo vertical para tratamiento terciario del efluente físico-químico de una estación depuradora de aguas residuales domésticas. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XIV, 02 (2013): 223-235.

Citación estilo ISO 690

Rodríguez-González M.R., Molina-Burgos J., Jácome-Burgos A., Suárez-López J. Humedal de flujo vertical para tratamiento terciario del efluente físico-químico de una estación depuradora de aguas residuales domésticas. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, volumen XIV (número 2), abril-junio 2013: 223-235.

Semblanza de los autores

María Reyes Rodríguez-González. Maestra en ingeniería del agua por la Universidad de Coruña (2010). Es ingeniera de caminos canales y puertos por la Universidad de Coruña (2008). Actualmente es ingeniera civil en la empresa Organización y Gestión de Proyectos y Obras. Ingeniera junior en EMALCSA (Empresa Municipal de Aguas de La Coruña) (2011). En 2007 trabajó en la empresa de prefabricados Prethor Ourense, perteneciente al Grupo Puentes.

Judith Molina-Burgos. Maestra en ingeniería sanitaria y ambiental por la Universidad de Cantabria (1991). Licenciada en química y farmacia por la Universidad de Guayaquil (1982). Es profesora asociada del máster en ingeniería del agua de la Universidad de Coruña (2007 a la fecha). Fue becaria de investigación (2002-2006) e investigadora ayudante (1997-2002) del grupo de ingeniería del agua y del medio ambiente de la Universidad de Coruña. Becaria de investigación en el Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria (1990-1994). Profesional de laboratorio de aguas del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (1983-1990).

Alfredo Jácome-Burgos. Es doctor en ingeniería ambiental por la Universidad de Cantabria (1999). Maestro en ingeniería sanitaria por la Universidad de Cantabria (1990). Asimismo es ingeniero químico por la Universidad de Guayaquil (1987). Desde 1996 a la fecha, es profesor titular de ingeniería ambiental en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Coruña. Investigador Asociado en el Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria (1990-1995). Técnico y profesional de laboratorio de aguas y ambiental del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (1983-1989).

Joaquín Suárez-López. Doctor ingeniero de caminos, canales y puertos por la Universidad de Cantabria (1994). Es ingeniero de caminos, canales y puertos por la Universidad de Cantabria (1990). Igualmente, profesor titular de ingeniería sanitaria y ambiental en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Coruña, UDC (de 1994 hasta la fecha). Actualmente es coordinador del grupo de investigación en ingeniería del agua y del medio ambiente de la UDC, también es coordinador de la maestría en ingeniería del agua de la UDC (2007-2009) y asesor científico de las administraciones públicas, estatal, regional y local del estado español (1996 a la fecha).