

SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



- 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-0169/11/18.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el domicilio particular, número de teléfono celular, RFC y correo electrónico de personas físicas, en páginas 1 y 67.
- 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. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **016/2019/SIPOT**, en la sesión celebrada el **14 de enero de 2019**.

VI. **Firma del titular:**


Biol. Araceli Gómez Herrera.

"CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR EL ARTÍCULO 84 DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, EN SUPLENCIA, POR AUSENCIA DEL TITULAR DE LA DELEGACIÓN FEDERAL DE LA SEMARNAT EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, PREVIA DESIGNACIÓN, FIRMA EL PRESENTE LA JEFA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL ZONA NORTE" *

+OFICIO 01250 DE FECHA 28 DE NOVIEMBRE DE 2018.

EN LOS TÉRMINOS DEL ARTÍCULO 17 BIS EN RELACIÓN CON LOS ARTÍCULOS OCTAVO Y DÉCIMO TERCERO TRANSITORIOS DEL DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 30 DE NOVIEMBRE DE 2018.

Boulevard Kukulcán Km. 4.8, Zona Hotelera, Cancún Quintana Roo, C.P. 77500.

Teléfono: (01998) 8 91 46 04

<https://www.gob.mx/semarnat>

NOVIEMBRE 2018



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: *“K’ÁAK NÁAB NAJ”*

MODALIDAD: PARTICULAR

**PROMOVENTE: C. MANUEL SANTIAGO BAEZA DEL VALLE. REPRESENTANTE
LEGAL DEL C. JAVIER CANO SANCHEZ**



INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	7
1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	64
1.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO:	64
1.1.1.- NOMBRE DEL PROYECTO	64
1.1.2.- UBICACIÓN DEL PROYECTO	64
1.1.3.- DURACIÓN DEL PROYECTO	65
1.2.- DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	66
1.2.1.- NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	66
1.2.2.- REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE	66
1.2.3.- NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL	66
1.2.4.- DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES	66
1.2.5.- NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	66
2.- DESCRIPCION DEL PROYECTO	68
2.1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	68
2.1.1.- NATURALEZA DEL PROYECTO	68
2.1.2.- UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO	70
2.1.3.- INVERSIÓN REQUERIDA	74
2.1.4.- URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS	75
2.2.- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	75
2.2.1.- PROGRAMA DE TRABAJO	80
2.2.2.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL	83
2.2.3.- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	84
2.2.4.- ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	91
2.2.5.- ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO	92
2.2.6.- UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	92
2.2.7.- GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	92
3.- VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA	96
4.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	200
4.1.- DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	200

4.2.- DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	203
4.3.- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	206
4.3.1.- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	208
4.4.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	266
5.- IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS A REALIZAR EN LAS OBRAS EN RELACION AL SISTEMA AMBIENTAL	275
5.1.- INDICADORES DE IMPACTO	275
5.1.2.- LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO	276
5.1.3.- CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.....	278
5.1.4.- CRITERIOS.....	279
5.2.- MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	280
5.2.1.- MATRIZ DE LEOPOLD	280
5.2.2.- EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	284
5.3.- IMPACTOS AMBIENTALES A SER GENERADOS.....	287
5.4.-CONCLUSIONES	300
6.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	302
6.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	302
6.2.- IMPACTOS RESIDUALES	306
6.2.1.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	306
7.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	316
7.1.- PRONÓSTICO DE ESCENARIO.....	316
7.1.1.- ESCENARIO SIN PROYECTO.....	316
7.1.2.- ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	316
7.1.3.- ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	317
7.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	317
7.3.- CONCLUSIONES	318
8.- IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	320
8.1.- CARTAS TEMATICAS	320
8.2.- PLANOS	320
8.2.1.- MEMORIAS.....	320
8.3.- MATRICES.....	320

8.4.- PROGRAMAS	320
8.5.- GLOSARIO DE TÉRMINOS	321
9.- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA (POR TEMA)	326

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa de Ubicación del predio de interés	65
Figura 2.- Planodel predio con superficie total, vértice y área de ZOFEMAT, así como la obra de muelle en el área marina.....	71
Figura 3.-Mapa de distribución de usos de suelo según las UGA'S 44 y 49-B con respecto al predio de interés donde se llevarán a cabo las obrasdel proyecto "K'áak'náab naj"	74
Figura 4.- Planos generales de planta baja y planta alta del proyecto "K'áak'náab naj" y distribución de las superficies.....	78
Figura 5.- Obras de muelle del proyecto"K'áak'náab naj".....	80
Figura 6.- Obras del proyecto"K'áak'náab naj" vivienda unifamiliar, piscina, palapa abierta y obras de muelle a realizarse en el predio y construcción de un muelle de madera en la parte marina colindante al predio.	83
Figura 7.- Plano de obras provisionales a implementar en el sitio de aprovechamiento	84
Figura 8.- Plano de puntos de sondeo para la caracterización de la estabilidad del suelo	85
Figura 9.- Estratificación de los suelos presentes en los puntos explorados durante la caracterización de estabilidad del suelo	86
Figura 10.- Zonificación de la superficie de la reserva de la biósfera Caribe Mexicano	151
Figura 11.- Mapa de ubicación de la UGA 156	163
Figura 12.- Mapa de ubicación de la UGA 182 marina.....	165
Figura 13.- Delimitación del área de influencia de las obras "K'áak'náab naj"con 5,939.35 m² en el contexto del instrumento de Ordenamiento Local del Municipio de Othón P. Blanco.....	203
Figura 14.- Delimitación del sistema ambiental predominante que contiene el área de influencia.....	206
Figura 15.- El principal impacto que ha generado fragmentación de la continuidad de los ecosistemas costeros es la presencia de la antigua carretera costera Mahahual-Xcalak, definiendo predios costeros.....	209
Figura 16.- A la izquierda se puede apreciar la presión ejercida sobre la UGA 44 a lo largo del sistema ambiental, con pérdida de su vegetación original, derecha predio (polígono rojo) y predios aledaños impactados por presencia de camino costero	210

Figura 17.- Cobertura bentónica registrada en la literatura en el sistema ambiental. Datos tomados de (CONABIO, 2010).....	211
Figura 18.- Porcentaje de cobertura coralina en diferentes sitios a lo largo de la laguna arrecifal en Mahahual (López-Adame, 2011).....	212
Figura 19.- Porcentaje de cobertura de cinco grupos de algas identificadas en el frente arrecifal de Mahahual (López-Adame, 2011).....	212
Figura 20.- Clima predominante en el sistema ambiental	214
Figura 21.- Mapa de resgos a impactos de ciclones tropicales en el atlántico para las costas de Quintana Roo, existe un alto riesgo asociado al impacto de ciclones tropicales (CENAPRED, 2012).....	215
Figura 22.- Probabilidad de presentar un ciclón tropical en el sistema ambiental se clasifica entre 24 y 30, por lo cual se denomina media y por ende de interés particular para las obras, servicios y asentamientos humanos localizados (NOAA, 2014)	215
Figura 23.- La costa baja conformada de caliza que difícilmente sobrepasa los 50 msnm como sustrato principal del sistema ambiental	217
Figura 24.- Perfil general del sistema ambiental para la zona costera terrestre y la disposición de los ecosistemas terrestres en función de la altura del relieve y características geológicas (Molina et al., 1988).....	218
Figura 25.- Geomorfología de la zona marina en el sistema ambiental en las profundidades de los ecosistemas presentes de la laguna y arrecife profundo (Molina et al., 1998)	219
Figura 26.- Tipos de suelos presentes en Quintana Roo	220
Figura 27.- Tipo de vegetación presente en el predio	220
Figura 28.- Descripción general del sistema hidrológico de tipo cárstico presente en el sistema ambiental desde la región norte hasta la región sur, donde laguna costera, duna, matorral costero y manglar son predominantes en el sistema ambiental	222
Figura 29.-Modelo batimétrico que describe las profundidades del sistema ambiental que incluye el área de influencia. Modificado de (Garza-Pérez, 2009)	223
Figura 30.- Características del sustrato bentónico presente en el sistema ambiental en la zona marina. Modificado de (Garza-Pérez, 2009)	224
Figura 31.- Sistema de corrientes superficiales que predominan como el sistema de transporte obsérvese que el flujo sur a norte es general, sin embargo debido a las puntas rocosas se crea una contracorriente que es la responsable del transporte de arena en las playas (Suarez-Morales, 1998).....	225
Figura 32.- Valores de parámetros físico-químicos determinados en un estudio de calidad del agua en el crecimiento de corales escleractineos, cuyos valores nos indican la calidad del agua en el sistema ambiental con referencia en la localidad de Mahahual (Piñón et al., 2005)	226
Figura 33.- Levantamiento batimétrico en el predio de interés, apreciándose las curvas de nivel modeladas y la profundidad somera a la que está sujeta el área..	227

Figura 34.- Clases de cobertura en la zona de Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, en 1995 y 2007. Nótese el aumento de las clases "otros usos de suelo" (principalmente caminos) y "pueblos"	231
Figura 35.- Cambios de coberturas en la vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental (Hirales-Cota, 2010).....	232
Figura 36.-Agentes de disturbio en el sistema ambiental: A) creación de brechas para delimitación de predios privados, B) deforestación para la construcción de obras, C) deforestación para la construcción de caminos, brechas y vialidades y D) impactos naturales,Huracán Dean en 2007 (Hirales-Cota et al., 2010)	233
Figura 37.- Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo calculado en el número de sitios en el predio, comparadas con el estimador para presencia-ausencia Chao 1, se puede observar que el muestreo observado con el esperado es equivalente.....	235
Figura 38.- Abundancias de las especies arbóreas registradas en los transectos de muestro	237
Figura 39.-Abundancias de las especies arbustivas registradas en los transectos de muestreo	238
Figura 40.- Abundancias de las especies herbáceas registradas en los transectos de muestreo	239
Figura 41.- Comparación de diámetros de las especies entre los trasectos de muestreo de la vegetación arbórea	240
Figura 42.- Comparación de diámetros de las especies entre los transectos de muestreo de la vegetación arbustiva	241
Figura 43.- Comparación de alturas de las especies entre los transectos de muestreo de la vegetación arbórea	242
Figura 44.- Dendograma de similitud de las transectos de muestreo. Las simbologías en la figura indican el transecto: T1: Transecto 1; T2: Transecto 2, etc.....	243
Figura 45.- Censo de especies y sus abundancias en el área que se desarrollara.	244
Figura 46.- Comparación de diámetros de las especies arbóreas en el censo realizado del área a desarrollar.....	245
Figura 47.- Comparación de alturas de las especies arbóreas del censo realizado del área a desarrollar.....	246
Figura 48.- Abundancia relativa de algas en el sistema ambiental (Merediz-Alonso, 2012)	248
Figura 49.- Especies de pastos marinos y macroalgas presentes en el predio de interés en el área marina de influencia	250
Figura 50.- Abundancias relativas de los peces por grupos tróficos dentro del SA (Merediz-Alonso, 2012)	251
Figura 51.- Abundancia relativa de las especies coralinas en el SA.....	252
Figura 52.- Índice de diversidad de Shannon-Wiener por taxón en Mahahual (Merediz-Alonso, 2012).....	252

Figura 53.- Representación del muestreo por transecto lineal de 50 m de longitud y distancia de 2 m perpendicular a la costa para la laguna arrecifal. Tomado de (Fernández-Rivera et al., 2012)	254
Figura 54.- Familias de peces arrecifales encontrados en el área marina del predio	256
Figura 55.- Especies de peces arrecifales y sus abundancias encontradas en el área marina del predio de interés	257
Figura 56.- Algunas de las especies encontradas en el área marina de interés	257
Figura 57.- Organismos de C. rostrata encontrados muertos sobre el sargazo en el área marina colindante al predio de interés.....	258
Figura 58.- Abundancias de los grupos tróficos encontrados en el sitio de interés, en el que B: Bentófago, D: Detritívoro, H: Herbívoro, I: Ictiófago, O: Omnívoro, PI: Peces e Invertebrados	259
Figura 59.- Organizaciones con fines productivos existentes en la comunidad de Mahahual (Rivera-Arriaga et al., 2010).....	263
Figura 60.- Principales factores que afectan las actividades productivas de las familias de Mahahual y meses en que estas se presentan (Thomassiny-Acosta, 2010)	264
Figura 61.- Actividades económicas a las que se dedican los pobladores de Mahahual. Se presenta la actividad principal y el número de actividades económicas realizadas por año	265

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Polígono del predio con cuadro de construcción se incluyen el área de ZOFEMAT y área de influencia marina; realizadas en formato Universal Transversa de Mercator UTM, Dátum WGS 84 y zona 16 norte	71
Tabla 2.- Distribución de áreas de servicio del proyecto “K'áak'náab naj”	76
Tabla 3.- Ubicación planeada de la obra de muelle rústico de madera y palapa-comedor en su extremo.....	79
Tabla 4.- Programa de la obra.....	81
Tabla 5.- Unidad de Gestión Ambiental 44 y sus usos de suelo	100
Tabla 6.- Tabla de Criterios Generales que le aplican a ambas Unidades de Gestión Ambiental	103
Tabla 7.- Criterios Específicos que le aplican a la Unidad de Gestión Ambiental 44	119
Tabla 8.- Unidad de Gestión Ambiental 49 y sus usos de suelo	143
Tabla 9.- Vinculación del proyecto con los artículos descritos en el decreto de la región con carácter de reserva de la biósfera Caribe Mexicano	151
Tabla 10.- Acciones específicas para la UGA-156	164
Tabla 11.- Acciones Específicas para la UGA-182	165
Tabla 12.- Vinculación del proyecto con los Criterios Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	166
Tabla 13.- Criterio de Aplicación Específica a la UGA-156	177
Tabla 14.- Acciones de Aplicación Específica a la UGA-182.....	189

Tabla 15.- Criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe	192
Tabla 16.- Al proyecto le aplican Normas Oficiales Mexicanas, que serán tomadas en consideración en las diversas etapas del proyecto	196
Tabla 17.- Delimitación del área de influencia de las obras “K'áak'náab naj”	200
Tabla 18.- Uso de suelo para la UGA 44 y UGA 49-B.....	204
Tabla 19.- Listado florístico del predio de interés, dividido por zonas (conservación, aprovechamiento y ZOFEMAT).....	233
Tabla 20.- Valores de riqueza, diversidad y equidad encontrados en el predio de interés...	236
Tabla 21.- Especies distintivas de cada grupo en concordancia con el porcentaje del análisis de similitud (SIMPER), considerando el porcentaje acumulativo menor de 54.4 %	243
Tabla 22.- Listado de especies de fauna terrestre avistadas en el predio de interés	246
Tabla 23.- Lista de especies de pastos marinos encontrados en el área de influencia del predio	249
Tabla 24.- Lista de especies de Macroalgas encontrados en el área de influencia del predio	249
Tabla 25.- Lista de especies de peces y sus grupos tróficos encontrados en el área de influencia del predio	255
Tabla 26.- Diagnóstico e indicadores	267
Tabla 27.- Listado de factores físicos, biológicos y socioeconómicos representativos	276
Tabla 28.- Actividades más relevantes de las obras y etapas de construcción	277
Tabla 29.- Símbolos y valores usados para generar la matriz. Modificado de Leopold	278
Tabla 30.- Matriz de Leopold	281
Tabla 31.- Análisis de ponderación de los impactos ambientales detectados	284
Tabla 32.- Impactos que pueden ser generados y su jerarquización	287
Tabla 33.- Impactos ambientales detectados y medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas	302
Tabla 34.- Ficha técnica de seguimiento para las medidas propuestas	306

RESUMEN EJECUTIVO

1.-DESCRIPCION DEL PROYECTO

NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto “**K'áak'náab naj**”consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar que será ocupada como casa de descanso, asimismo se tendrá una palapa abierta de madera con baños, piscina y un muelle de madera rustico con una palapa comedor en el extremo.

El promovente es el C. Javier Cano Sánchez cuyo representante legal es el C. Manuel Santiago Baeza del Valle. Las obras se ubican sobre la carretera costera Xcalak-Mahahual en el predio “La Guadalupe” s/n a la altura del kilómetro 8.0, partiendo del poblado de Mahahual, Municipio de Othón Pompeyo Blanco estado de Quintana Roo.

El proyecto se encuentra inmerso en el contexto del ecosistema costero. De acuerdo al artículo 28 incisos IX y X, 29, 30 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se establece que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la secretaria una manifestación de impacto ambiental, así como las medidas preventivas, de mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

El predio en la parte terrestre se ubica en la UGA 44 denominada Zona costera Costa Maya y en la UGA 49-B denominada Manglares de costa Maya del Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón Pompeyo Blanco; asimismo de acuerdo al Programa de Ordenamiento Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe la parte terrestre se ubica en la UGA 156 y la parte marina en la UGA 182. La parte marina se encuentra igualmente inmersa dentro de la zona de amortiguamiento del área natural protegida con carácter de reserva de la biosfera Caribe Mexicano.

Para realizar la obra se tomaron en consideración los siguientes criterios: posesión legal del predio, ubicación en el instrumento de ordenamiento territorial, presencia de playa y mar continuo al predio y realización de obras de muelle.

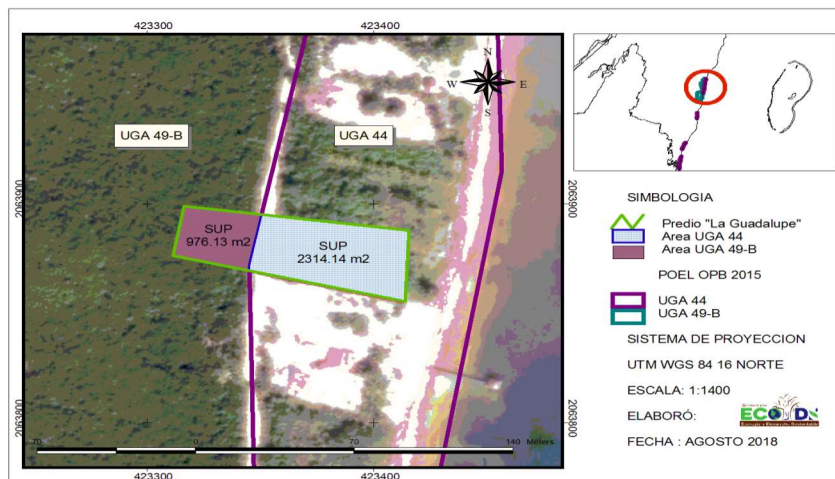
2.-DIMENSIONES DEL PROYECTO

Se presentan a continuación los cuadros de construcción del polígono del predio, Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y área de influencia marina así como su superficie donde se desarrollaran las obras.

Polígono del Predio (Parte terrestre)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y
Vértice 1	N 02° 41' 19" E	037.92 m	423413.6750	2063851.7120
Vértice 2	N 82° 38' 07" W	099.80 m	423415.4540	2063889.5950
Vértice 3	S10° 56' 55" W	026.73 m	423316.4770	2063902.3880
Vértice 4	S76° 33' 55" E	105.15 m	423311.4000	2063876.1431
Superficie Total		3,290.27 m ²		
Polígono zona federal marítima terrestre (ZOFEMAT)				
Vértice 1	S 82° 38' 07" E	20.00 m	423419.3248	2063889.0947
Vértice 2	S 07° 14' 53" W	08.57 m	423439.1598	2063886.5310
Vértice 3	S 08° 49' 19" W	31.37 m	423438.0789	2063878.0321
Vértice 4	N 76° 33' 55" W	20.06 m	423433.2677	2063847.0318
Vértice 5	N 08° 49' 19" E	29.48 m	423413.7517	2063851.6937
Vértice 6	N 07° 14' 53" E	08.33 m	423418.2734	2063880.8280
Superficie Total		777.55 m ²		

Polígono área de influencia (Parte marina)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y
Vértice 1	N 89° 55' 47.37" E	081.65 m	423439.12	2063887.64
Vértice 2	S 02° 07' 9.3" W	045.97 m	423520.77	2063887.74
Vértice 3	N 90° 0' 0.0" W	082.25 m	423519.07	2063841.80
Vértice 4	N 02° 52' 20.56" E	045.90 m	423436.82	2063848.01
Superficie Total		1, 871.52 m ²		

DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO



INVERSIÓN REQUERIDA

URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

En lo que respecta a la etapa de operación este servicio será abastecido mediante la perforación y extracción de un pozo con una bomba sumergible, para ello se tramitará la concesión y permisos necesarios ante la CONAGUA; asimismo la energía eléctrica del

proyecto “K'áak'náab naj” será suministrada mediante paneles solares conectados a baterías.

Las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas en 3 biodigestores que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo sub superficial con vegetación nativa.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

En el predio el proyecto planea la construcción y operación de una vivienda unifamiliar de dos niveles con la siguiente distribución:

1. En planta baja contara con sala, cocina-comedor, dos recámaras con baño y vestidor (uno de ellos ocupado para cuarto de servicio) cada una así como escaleras de acceso al segundo piso, además de una piscina.
2. En planta alta con cuatro recámaras cada una con vestidor y baño así como un pasillo interno y una terraza exterior.
3. Asimismo contara con 6 humedales artificiales que estarán conectados a biodigestores.
4. En el área marina ses contruirá un muelle de madera.

Las obras en la parte terrestre se desplantaran en una superficie de desmonte de **681.55 m²**. La superficie total de construcción de la casa será de **793.76 m²**.

A continuación se presentan las obras a realizar así como su superficie en m².

Distribución de áreas de servicio del proyecto “K'áak'náab naj”

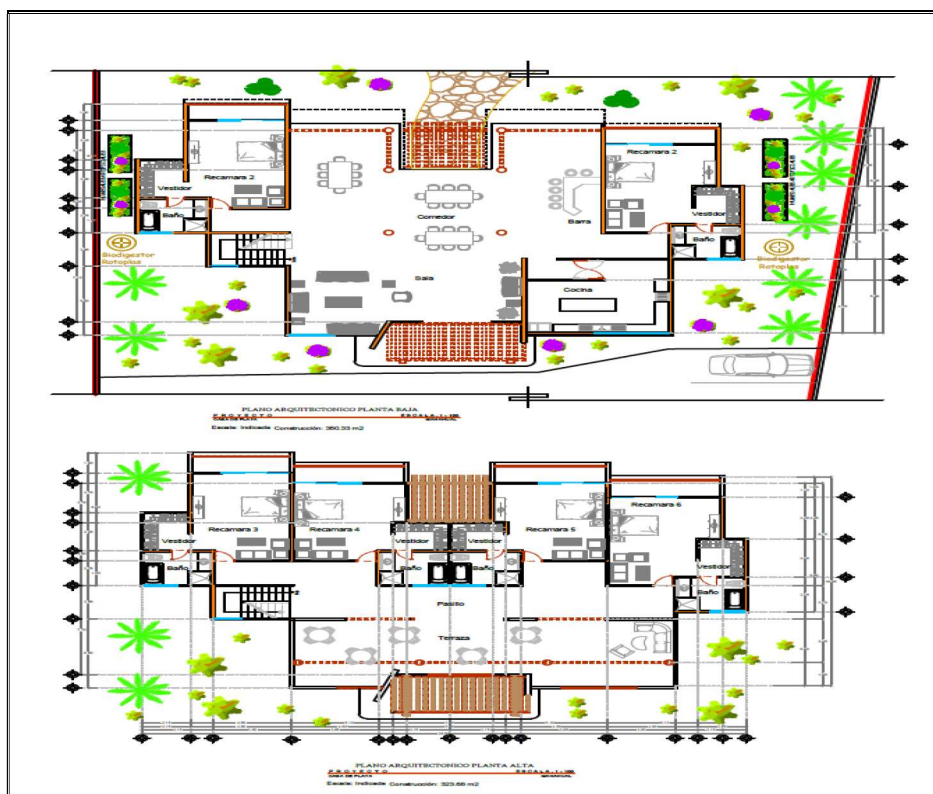
<u>Área</u>	<u>Planta baja sup m²</u>	<u>Planta alta sup m²</u>
<u>Sala</u>	<u>58.89</u>	-
<u>Cocina</u>	<u>41.38</u>	-
<u>Comedor-Barra</u>	<u>117.85</u>	-
<u>Recamara 1</u>	<u>39.14</u>	-
<u>Baño y Vestidor 1</u>	<u>16.59</u>	-
<u>Recamara 2</u>	<u>40.59</u>	-
<u>Baño y Vestidor 2</u>	<u>16.59</u>	-
<u>Recamara 3</u>	-	<u>39.14</u>
<u>Baño y Vestido 3</u>	-	<u>16.59</u>
<u>Recamara 4</u>	-	<u>37.53</u>

<u>Baño y Vestidor 4</u>	-	<u>15.15</u>
<u>Recamara 5</u>	-	<u>37.74</u>
<u>Baño y Vestidor 5</u>	-	<u>15.15</u>
<u>Recamara 6</u>	-	<u>40.59</u>
<u>Baño y Vestidor 6</u>	-	<u>16.59</u>
<u>Pasillo</u>	-	<u>105.2</u>
<u>Terraza</u>	-	<u>62.6</u>
<u>Escaleras</u>	<u>19.3</u>	-
<u>Estacionamiento*</u>	<u>40</u>	-
<u>Andadores*</u>	<u>63.76</u>	-
<u>Piscina</u>	<u>81.82</u>	-
<u>Cocina palapa abierta*</u>	<u>19.64</u>	-
<u>Baños palapa abierta</u>	<u>18.49</u>	-
<u>Palapa de madera*</u>	<u>107.51</u>	-
<u>Total construcción por nivel</u>	<u>470.08</u>	<u>323.68</u>
<u>Total de construcción</u>	<u>793.76 m²</u>	
<u>Superficie de desplante</u>	<u>450.65 m²</u>	
<u>Sup de desmonte por las obras a desarrollar</u>	<u>682.18 m²</u>	

La superficie de desplante del predio será de 450.65 m², dejando como superficie permeable 2839.63 m² equivalente al 86.31% como área permeable

Cabe señalar que al predio lo atraviesa camino costero que ocupa una superficie de 183.83 m².

Asimismo las superficies de la vivienda unifamiliar se encuentran distribuidas conforme al siguiente plano en planta baja y planta alta proyecto "K'áak'náab naj".



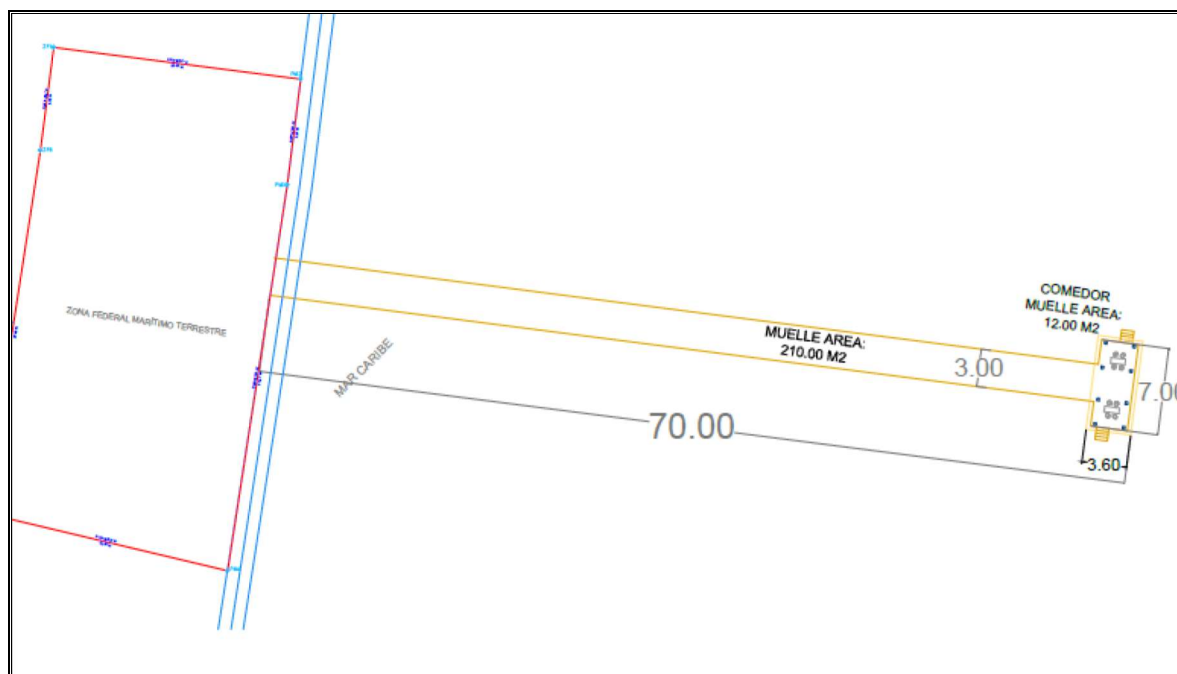
Distribución de áreas y superficies del proyecto “K'áak'náab naj”



Obras de piscina, palapa abierta, andadores, estacionamiento y humedales artificiales del proyecto casa habitacion “K'áak'náab naj”.

En la ZOFEMAT se cuenta con una superficie de 777.55 m² se realizarán las obras de restauración de dunas embrionarias y primarias a través de captadores de arena (palizada) dispuesta en forma paralela a la costa en una superficie de 200 m², además del arranque del muelle de madera.

En el área marina se pretende la construcción de un muelle rustico de madera de 70 metros de largo y 3 metros de ancho con palapa abierta en su costado ocupando una superficie de aprovechamiento 238.7 m².



Obras de muelle del proyecto "K'áak'náab naj".

A continuación se presenta la ubicación geográfica del muelle proyectado.

Muelle proyecto "K'áak'náab naj"								
Vertice	Rumbo					Coord. UTM		
						X	Y	
1	S	82°	39'	46.15"	E	69.9	423437.18	2063872.12
2	N	13°	29'	44.63"	E	2.31	423502.96	2063863.65
3	S	82°	23'	39.19"	E	3.7	423503.5	2063865.9
4	S	7°	34'	28.84"	W	7.6	423506.87	2063865.45
5	N	82°	8'	28.41"	W	3.66	423505.87	2063857.93
6	N	8°	14'	20.25"	E	2.3	423502.32	2063858.42
7	N	82°	37'	6.2"	W	70.03	423502.64	2063860.63
8	N	8°	51'	46.38"	E	3.01	423436.72	2063869.17

PROGRAMA DE TRABAJO

A continuación, se presenta el programa de trabajo de las obras que se planean realizar para la conclusión de la etapa de construcción y operación del proyecto “K'áak'náab naj” y obras asociadas.

Programa general de obras

Programa general de obra	Meses								
Descripción	Duración	Nov	Dic	Ene(2019)	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Actividades previas a la construcción									
Limpieza y despalme de material vegetal en un espesor promedio de 20 cm, por medios mecánicos.									
Trazo y nivelación de terreno con equipo topográfico para desplante de edificio, estableciendo ejes y referencias con estacas, trompos, clavos y pintura.									
Construcción vivienda unifamiliar									
Cimentación									
Colado de plantillas, zapatas corridas, cadena de desplante, relleno a nivelación, muros de block, enrase castillos y cadena de nivelación									
Estructura									
Trabes, cadenas de cerramientos y losa con cadena perimetral en terraza, pretil y chaflán.									
Muros de planta alta, cerramientos, cadena de nivelación y losa.									
Acabados y recubrimientos									
Jardinería									
Instalación eléctrica									

Instalación hidráulica y sanitaria									
Construcción de acceso principal									
Andadores									
Piscina									
Cisterna									
Construcción de la palapa abierta									
Instalaciones eléctricas									
Instalaciones hidráulicas y sanitarias									
Obra de muelle									
Obras de restauración duna costera (captadores de arena)									
Obra de mitigación humedales artificiales para tratamiento de las aguas generadas por el biodigestor.									

REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

A continuación, se presentan el conjunto de obras del proyecto “K'áak'náab naj” dentro del contexto del predio; señalando la casa, piscina, palapa de madera abierta, muelle de madera y humedales artificiales.



Obras del proyecto “K’áak’náab naj” que corresponden a una vivienda unifamiliar, piscina, palapa abierta y obras de muelle a realizarse en el predio y construcción de un muelle de madera en la parte marina colindante al predio.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

A continuación, se describe el proceso de las obras que se realizaran durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto “K’áak’náab naj” y obras asociadas.

A. Preparación del sitio despalde del terreno

Trabajos de limpieza para la instalación de la bodega y campamento, sanitarios portátiles y áreas para depositar las tolvas de polvo y grava de piedra de banco siendo una superficie total de 88.65 m².

B. Etapa de construcción

- **Estudio de mecánica de suelos**

Entre los principales resultados fue que el terreno no presenta el desarrollo de cavernas, y se caracteriza por un estrato de arena de mar que va en promedio de 2.75 m de espesor para dar lugar a la caliza de textura suave a media.

El estudio sugiere que debido a su cercanía con el mar debe tener un sistema de duna que pudiese mitigar el embate de las olas del mar ya que es lo que pudiera provocar el lavado

de la cimentación y socavarse, por lo cual se deberá tratar de confinar la cimentación lo mejor posible.

Por otro lado se considera que tiene una roca suave con capacidad de carga de 2kg/cm^2 y que el proyecto requiere una capacidad de carga de 0.6 kg/cm^2 por lo que el ingeniero que realizó los cálculos estructurales consideró este rango para la distribución del peso de obra.

- **Memoria de cálculo estructural para solucionar el tipo de cimentación y carga de los elementos estructurales**

La cimentación será solucionada mediante la aplicación de zapatas corridas de concreto armado y cadenas de desplante de concreto reforzado, será asentada sobre el manto firme de arena a la profundidad necesaria.

- **Obras civiles a realizar**

A continuación se presentan las principales obras civiles a realizar:

- Desplante de la cimentación de la casa y limpieza.
- Hincado de los pilotes estructurales, trazo y nivelación de las obras.
- Preparación de la cimentación.
- Preparación de los muros planta baja.
- Castillos armados, cadena de nivelación y trabes de planta baja.
- Colocación de la losa de planta baja, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Excavación de la piscina.
- Desplante del cimiento, muros y acabados de la piscina.
- Desplante de planta alta.
- Castillos armados planta alta, cadena de nivelación y trabes de planta alta.
- Colocación de la losa de planta alta instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

Obra de construcción de la piscina

Se realizara usando cimentación con zapatas corridas, y contratraveses, con cimbra para los muros estructurales, y cadena de nivelación con acabados a base de repellado para su acabado final se utilizara mosaicos de porcelanato y resanes, esta contara con una superficie de 88.12 m^2 .

- **Obra de Construcción de muelle de madera**

Para la construcción del muelle se empleara malla geotextil, con lastre, boya y ancla a una distancia de 5 m en el perímetro del área donde serían colocados los pilotes, para el muelle la superficie del puente es de 210 m² y presenta una palapa asoleadero de 28.7 m², el sembrado se efectuara de manera manual y a una profundidad de 0.73 m.

- **Palapa de madera**

Sera construida a base de madera y con techo de zacate cercanos a la casa/habitación contará con una superficie de 145.64 m² de los cuales 19.64 m² serán la construcción de una cocina y 18.49 m² serán para los sanitarios.

- **Obras de mitigación del impacto ambiental (captadores de arena, humedales artificiales y áreas de reforestación en el predio)**

Estas obras son la colocación de:

- Captadores de arena 200 m²
- Humedales artificiales de flujo subsuperficial HAFS (6 unidades)
- Áreas de reforestación. Se tratan de dos áreas a los costados de la vivienda unifamiliar de 340.0 m² y 230.0 m² reforestadas con la especie icaco (*Chrysobalanus icaco*) a una razón de 1111 plantas/ha.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta etapa comprende las siguientes actividades:

1. Limpieza diaria	5. Mantenimiento de la casa
2. Jardinería	6. Monitoreo de la obra de restauración de la duna costera.
3. Manejo de residuos sólidos	
4. Mantenimiento instalaciones	

ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Debido a la naturaleza del proyecto y ser objeto de un patrimonio no se tiene contemplado su abandono sino más bien de darle un mantenimiento preventivo y correctivo.

GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Como parte de las actividades a realizar se han contemplado la generación, manejo y disposición de los residuos de la siguiente manera:

1. Residuos sólidos

La disposición final de estos residuos será en el basurero municipal.

2. Residuos líquidos

Etapas de construcción. Será generada en la obra, misma que se dispondrá a través de sanitarios portátiles contratados para tal fin.

Etapas de operación. Se propone la instalación de 3 biodigestores conectados a humedales artificiales.

3. Ruido

En la etapa de construcción se espera tener generación de ruido entre 70 y 110 db solo en las horas de jornada laboral; en la etapa de operación se espera tener generación de ruido entre 50 y 70 db.

GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Durante la etapa de construcción se ha estimado mensualmente 2.83 ton de CO₂ por concepto de quema de diesel y 1.10 ton CO₂ producto de la gasolina. En la etapa de operación se estima 0.231 ton de CO₂ para la gasolina y 0.285 ton por quema de gas LP respectivamente.

3.-VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 4 párrafo 5; Artículo 27 en su párrafo tercero, artículo 73 fracción XXIX-G.

Con base a los artículos antes citados la presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto “K'áak'náab naj” consiste en la construcción de una vivienda, alberca palapa de madera y muelle, en un área de competencia federal, sin embargo, concurren otros instrumentos de política ambiental en el ámbito estatal como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P. Blanco.

LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Artículo 28 y 30, 88 fracción II y III

Al respecto, para dar cumplimiento a lo señalado en los artículos 28 y 30 de la presente Ley se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental para el proyecto “K'áak'náab naj”.

De igual manera el promovente es consciente de la responsabilidad de proteger y mantener las características hidrológicas del sitio, por lo que el muelle será de madera dura de la región sin tratamiento a base de hidrocarburos para evitar contaminar el agua, los materiales de construcción serán temporales, ocupará madera y el muelle será piloteado, lo que no interrumpirá o modificará las corrientes marinas.

REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 4 y 5. El proyecto denominado “K'áak'náab naj” consiste en una vivienda unifamiliar con 6 recámaras (una de ellas para servicio), una palapa abierta así como un muelle de madera situado en el área marina e iniciando en la zona federal marítima terrestre. Para dar cumplimiento con los presentes artículos del reglamento, el proyecto se somete a evaluación mediante el ingreso del Manifiesto de impacto ambiental.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Artículo 18. Los residuos sólidos derivados de la construcción serán dispuestos donde lo señale el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, además se implementará un sistema de clasificación de residuos sólidos, para el manejo de residuos líquidos instalarán sanitarios portátiles de tipo SANIRENT. En la etapa de operación los residuos sólidos estarán clasificados para su posterior reciclado (Se anexa el programa de manejo de residuos), en cuanto a los residuos líquidos serán enviados a 3 biodigestores con un sistema de humedales artificiales.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO

El predio se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental 44 y 49-B, donde le aplican los siguientes criterios ambientales:

Unidad de gestión ambiental 44 Zona costera Costa Maya

CRITERIO	ACCIONES	VINCULACIÓN
CG-01	Es importante permitir la filtración de las aguas pluviales, por lo que todos los proyectos deben acatar lo dispuestos en	De acuerdo con este criterio, los predios cuya superficie total sea mayor de 3,001 m ² deben dejar una superficie permeable

	el Artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	equivalente al 40% de la superficie del predio. El predio tiene una superficie de 3,290.27 m ² se debe mantener el 40% de la superficie del predio como área permeable, que debe ser 1,316.108 m ² . Sin embargo, el proyecto contempla dejar una superficie como áreas permeables 2,839.63 m² equivalente al 86.31% de la superficie total del predio. Considerando lo anterior, se cumple ampliamente con este criterio.
CG-06	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.	Se cumple. El tratamiento de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada tres cuartos y un biodigestor para los baños de la palapa, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa.
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.	El predio tiene una superficie total de 3,290.27 m ² dividido en por dos Unidades de Gestión ambiental (UGAS) denominadas UGA 44 Zona Costera de Costa Maya que en el predio ocupa una superficie de 2314.14 m ² y la UGA 49-B Manglares de Costa Maya con una superficie de 976.13 m ² (zona destinada a conservación) La totalidad de las obras se realizarán en la Unidad de Gestión Ambiental 44, mismas que ocuparán de 681.55 m ² (incluyendo el desmonte del camino existente que comunica al poblado de Mahahual) que equivalen a un 29.45% de la parte del predio sobre la UGA 44.
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	El predio tiene una superficie total de 3,290.27 m ² dividido por dos Unidades de Gestión ambiental (UGAS) denominadas UGA 44 Zona Costera de

	acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	Costa Maya que en el predio ocupa una superficie de 2,314.14 m ² . En la UGA 49-B Manglares de Costa Maya con una superficie de 976.13 m ² (zona destinada a conservación).
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.	El Proyecto se ajusta a las densidades establecida para la UGA UGA 44 Zona Costera de Costa Maya.
CU-03	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promovente 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 correspondiente.	El tratamiento de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada 3 cuartos y 1 para la palapa, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa.
CU-13	Para efectos de este ordenamiento, los cuartos hoteleros podrán realizar las siguientes conversiones y/o equivalencias: a) Una villa turística equivale a 3 cuartos de hotel;	No aplica, ya que el Proyecto no es turístico, se trata de una vivienda unifamiliar ajustándose a lo establecido en el criterio CU 27. Sin embargo, aun tomando la vivienda con equivalencia a una villa turística con equivalencia a 3 cuartos hoteleros de

	b) Una Suite o junior suite equivale a 2 cuartos hoteleros; c) Un cuarto de clínica de hotel equivale a 2 cuartos de hotel. d) Un cuarto de motel equivale a 1 cuarto hotelero; e) Una cabaña ecoturística equivale a un cuarto hotelero.	acuerdo a este criterio CU-13, en la superficie del predio dentro de esta UGA se podría construir una villa turística tomando en consideración en esta UGA hay 2,314.14 m² al que al aplicar la densidad de 15 cuartos por hectarea se permite la construcción de 3.4 cuartos equivalentes a una villa.
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.	El promovente se hará cargo del suministro de servicio de agua potable mediante la captación de agua lluvia y compra de pipas de agua provenientes de Mahahual. Las aguas residuales serán enviadas a biodigestores conectados a humedales artificiales. Los residuos que se generen serán separados para su reciclaje (principalmente pet y cartón), lo restante será enviado al basurero municipal de Mahahual. La energía eléctrica será suministrada mediante paneles solares y plantas generadoras de energía eléctrica.
AS-46	Sólo se permite el desmonte del 35% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas	Se cumple. La superficie del predio en esta UGA es de 2,314.14 m², donde para las obras que implican la construcción de una vivienda unifamiliar se desmontarán 682.55 m² que equivalen a un 29.45 % del predio en la UGA 44.
CB-03	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	La superficie total de desmonte en el predio para las obras de vivienda unifamiliar, piscina y palapa abierta es de 682 m² que equivalen a un 20.72 % del predio. Las franjas laterales del predio se reforestarán con vegetación nativa. Asimismo, la superficie del predio de 976.13 m² que se encuentra en la UGA 49-B será destinada como zona de conservación

	se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.	
PRM-02	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.	Se utilizarán captadores de arena para la creación de un sistema de cordón de dunas. No existe vegetación abundante pues el predio presenta un arenal con cocoteros dispersos. Sin embargo, con los captadores de arena se planea que se reforesta de manera natural por la siguiente vegetación misma que será monitoreada; se espera el crecimiento de lirio de playa (<i>Himenocallis littoralis</i>), riñonina (<i>Ipomoea pes-caprae</i>) y verdolaga de mar (<i>Sesuvium portulacastrum</i>). Se anexa monitoreo en programa de reforestación.
PRM-29	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 Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya. El programa habrá de contener como mínimo: 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	El predio presenta una zona de manglar que será designada como zona de conservación de forma íntegra, incluso se plantean medidas de saneamiento como la colecta de residuos dentro de este ecosistema (PET y vidrio principalmente). Se tomará en consideración coadyuvar en el Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya.

	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. Este programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.	

Unidad de Gestión Ambiental 49 – Manglares de Costa Maya

CRITERIO	ACCIONES	VINCULACION
PRM-29	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: 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. Este programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.	El predio presenta una zona de manglar que será designada como zona de conservación de forma íntegra, incluso se plantean medidas de saneamiento como la colecta de residuos dentro de este ecosistema (PET y vidrio principalmente). Se tomará en consideración coadyuvar en el <i>Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya</i>.

**ÁREA NATURAL PROTEGIDA CON CARÁCTER DE RESERVA DE LA BIOSFERA
REGION CARIBE MEXICANO PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA
FEDERACIÓN EL 7 DE DICIEMBRE DEL 2016**

De acuerdo a este instrumento, la zona en la que se ubica el proyecto “K'áak'náab naj” le corresponde la aplicación de los artículos sobre las actividades permitidas y prohibidas en la zona de amortiguamiento de la reserva, que se citan a continuación los aplicables así como su vinculación con el proyecto.

ARTÍCULO	ACTIVIDADES	VINCULACIÓN
ARTICULO SEPTIMO	Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades: I. Investigación y colecta científicas; II. Monitoreo ambiental; III. Educación ambiental; IV. Turísticas; V. Turismo náutico; VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre; VII. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre; VIII. Pesca y acuacultura; IX. Restauración de ecosistemas, reintroducción y repoblación de especies; X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales; XI. Construcción de instalaciones de apoyo a la investigación, monitoreo y educación ambientales; así como para el turismo, el turismo náutico y para la administración y vigilancia del área natural protegida; XII. Instalación de señalización marítima;	El proyecto contempla: II. Monitoreo ambiental como parte de las condicionantes ambientales a las cuales se sujeta la manifestación de impacto ambiental. IX. Restauración de ecosistemas mediante captadores de arena se planea restaurar las dunas embrionarias y la recolonización vegetal natural. XIII. Mantenimiento de infraestructura fija existente en lo que respecta al mantenimiento de la obra de muelle rustico de madera. XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria, en lo concerniente a la construcción y operación del muelle de madera de 70 metros de largo con 3 metros de ancho y palapa comedor en su extremo.

	XIII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente; XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria; XV. Construcción de infraestructura exclusivamente cuando conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, se requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia; XVI. Mantenimiento y dragado de los canales de navegación; XVII. Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental; XVIII. Navegación de embarcaciones; XIX. Regatas o competencias deportivas náuticas; XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, y XXI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente. Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar	

	los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.	
ARTICULO OCTAVO	El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se realizará de conformidad con la subzonificación correspondiente y se sujetará a las siguientes modalidades: I. Las actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental, se llevarán a cabo de tal forma que no alteren los ecosistemas, los hábitats o la viabilidad de las especies de vida silvestre; II. El desarrollo de actividades de turismo terrestre o turismo náutico pueden llevarse a cabo respetando la capacidad de carga o límite de cambio aceptable de los ecosistemas, evitando en todo momento la fragmentación o la alteración de los elementos naturales que lo conforman; III. Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica; IV. La pesca y acuacultura en todas sus modalidades se realizarán manteniendo el equilibrio ecológico de la subzona en la que, conforme al programa de manejo, dicha actividad esté permitida y siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente, conforme a la legislación aplicable, respetando las épocas y zonas de veda; V. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador;	I. El proyecto contempla el monitoreo ambiental sin alteración del ecosistema y sin realizar actividades extractivas de flora y fauna. VII. El proyecto planea la restauración de las dunas embrionarias usando captadores de arena y su posterior revegetación natural. X. Se planea la introducción de una especie vegetal propia del ecosistema el icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>), nativa y que no presenta competencia con otras especies sino que, al contrario promueve la formación de núcleos permitiendo la existencia de especies nativas menos resistentes a las condiciones ambientales adversas así como permite la alimentación de la fauna local. XI. Para la navegación marítima por parte del propietario se respetará las señalizaciones y rutas marítimas en concordancia con las autoridades competentes. XII. El proyecto contempla la construcción y mantenimiento de un muelle de madera en la zona de amortiguamiento que es congruente con los instrumentos normativos como lo es el POEMRGM y MC.

	VI. Las actividades pesqueras se realizarán sujetándose a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM064SAG/PESC/SEMARNAT2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya; VII. La agricultura y ganadería se realizarán únicamente en las subzonas en que, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se permitan el desarrollo de tales actividades, procurando en todo momento la conservación de los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área; VIII. La restauración de ecosistemas se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos; IX. La erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos; X. La reintroducción de vida silvestre se realizará con fines de repoblación de las especies nativas de ejemplares de la misma especie o subespecie, según sea el caso, para reforzar una población silvestre disminuida; o restituir una población desaparecida o en recuperación, siempre que con dicha reintroducción no se afecte a otras especies existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo;	

	XI. Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentes y por el programa de manejo; XII. El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el programa de manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea; XIII. La construcción de instalaciones de apoyo para las actividades permitidas dentro de la zona de amortiguamiento se ejecutarán de acuerdo a lo previsto en las reglas específicas para cada una de esas actividades, y XIV. Las demás modalidades que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece para las subzonas correspondientes.	
ARTICULO NOVENO	Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido: I. Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen; II. Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas; III. Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;	El proyecto no contempla I. Uso, almacenamiento, descarga o vertimiento de sustancias CRETIB en el ambiente marino ni terrestre. II. Almacenar ni confinar sustancias peligrosas. III. Construir sitios de disposición final o relleno sanitario, los residuos serán transportados por el propietario al relleno sanitario ubicado en el poblado de Mahahual. VII. colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas la iluminación en el caso de usarse en el muelle será a base de luces ámbar dirigido hacia arriba con el objetivo de no generar confusión

	IV. Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería de camarón en la zona Noroeste de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch; V. Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM064SAG/PESC/SEMARNAT2013 o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya; VI. Introducir especies exóticas invasoras; VII. Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente; VIII. Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente; IX. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorización correspondiente; X. Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina; XI. Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo;	en las tortugas marinas que pudiesen desplazarse por el área marina. El proyecto contempla IX. Durante la construcción del muelle prevee usar medidas de contención a fin de evitar la deposición de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre el ecosistema marino para ello se utilizarán mallas geotextiles con anclaje y boyado en el sitio donde se realizarán la excavación para el hincado de los pilotes de madera del muelle.

	XII. Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales; XIII. Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y XIV. Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuacultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 24 DE NOVIEMBRE DE 2012

El Proyecto “K'áak'náab naj” le corresponde la aplicación de los Criterios Ambientales específicos descritos para la UGA 156 y UGA 182, además de los principales Criterios de aplicación General y los Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas mismos que son listados a continuación

Criterios Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

CRITERIOS	ACCIONES	VINCULACION
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto se contempla la regeneración de dunas costeras e implementación de un programa de reforestación, así mismo, la zona de manglar será conservada en su totalidad. Por lo que se cumple con esta acción.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	La vivienda unifamiliar se apegara a los reglamentos de construcción, aplicables en el municipio de Othón P. Blanco.

G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Previo al hincado de pilotes se determinó que zonas presentaban áreas de blanquiazal, cumpliendo con este criterio

Se presentan los principales criterios de aplicación específica para la UGA 156 terrestre.

CRITERIOS	ACCIONES	VINCULACIÓN
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Se cumple. En la vivienda se emplea la captación de agua pluvial, la cual se almacena en una cisterna, en caso de ser necesario se retara el servicio de pipas de agua. La vivienda usará wc y llaves ahorradoras. Las aguas residuales serán enviadas a biodigestores y posteriormente a un humedal artificial; es un ciclo abierto en el que la pérdida se da por evaporación en el humedal, no obstante el agua no proviene del acuífero por lo que no induce pérdidas; al interior de la distribución se da un mantenimiento continuo por lo que no hay fugas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se cumple. En el proyecto se captará y almacena el agua pluvial, para posteriormente enviarlas a biodigestores y humedales artificiales
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Se cumple. El proyecto con destinar una superficie de 976.13 m² a zonas de conservación
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	En el área del proyecto no se cuenta con registros de arribazón de tortugas marinas, sin embargo, en caso de presentarse un avistamiento de quelonios desovando se dará parte a la SEMARNAT.

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.	El proyecto contempla actividades de restauración de dunas con la arena que se generó en el desplante de la vivienda. La duna será reforestada con especies de la región. La casa está detrás de este cordón propuesto.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	Se cumple. En el área del proyecto no se prevé obras y/o estructuras de ningún tipo en la playa o zona marina que puedan generar la modificación del perfil de costa o afectar los patrones naturales de circulación. El muelle es piloteado lo que garantiza la circulación de corrientes alineadas a la costa.
	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	En la zona marina se construirá un muelle piloteado de madera, de carácter temporal-rústico que por la geometría cilíndrica de sus pilotes no implica la afectación al perfil costero ni a los patrones de circulación.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Se cumple. En el predio no hay cordón de duna evidente o estratificada, sin embargo, considerando el uso de captadores de arena biodegradables se planea la restauración del cordón de duna misma que será reforestada por sucesión ecológica y con las características similares a las reportadas en el sistema ambiental.

Se presenta a continuación las acciones de aplicación específica a la UGA 182 marina en el contexto del POEMRGMyc

CRITERIOS	ACCIONES	VINCULACIÓN
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).	En el proyecto se usaran letreros informativos que fomenten la conservación; se promueven acciones de protección y conservación en beneficio del manglar mediante la conservación estricta en esa zona, entre otras acciones que juntas forman un programa de conservación en beneficio del manglar y del ecosistema del sitio.

Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas

CRITERIO	ACCIONES	VINCULACIÓN
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.	Se cumple. Durante los muestreos no se encontraron comunidades arrecifales en la zona del muelle, el bentos estaba formado por blanquiales y algunos pastos marinos.
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	El muelle se construirá en zona de blanquial, sin embargo, existen manchones de pastos marinos cercanos a los pilotes, por lo que al usarse geomembrana se pretende no dañar su entorno. No se pretende la remoción de pastos marinos

	las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables	

Del análisis del presente ordenamiento se concluye que el proyecto **“K'áak'náab naj”** cumple ambientalmente con las acciones aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental UGA 156, UGA 182 y criterios aplicables a Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas del Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Región del Golfo de México y Mar Caribe.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

La NOM-022-SEMARNAT 2010 establece en su numeral 4.16 “Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo”.

Asimismo, le aplica el numeral 4.43 que señala “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”.

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

Al respecto, la zona de manglar del proyecto **“K'áak'náab naj”** se dejará como zona de conservación una superficie de 976.13 m² que se ubica en la UGA 49 B. Como medidas de compensación se propone el saneamiento mediante el retiro de los plásticos y vidrios que se encuentran en los bordes del mangle. Asimismo, se instalarán letreros en el predio donde se señale la importancia del manglar.

Asimismo, en el predio se encontraron ejemplares registrados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Que corresponden a especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*, mangle blanco

(*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), se encuentran considerados en la Norma Oficial Mexicana como Amenazada.

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

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia de las obras se encuentra dentro de los límites del predio, incluye la realización de un muelle de madera rústico en la región de las playas arenosas también denominada: zona federal marítimo terrestre la cual es limitada al área concesionada que también incluye una porción marina, donde se realizaran las obras de desplante del muelle.

Delimitación del Área de Influencia de las obras del proyecto "K'áak'náab naj"

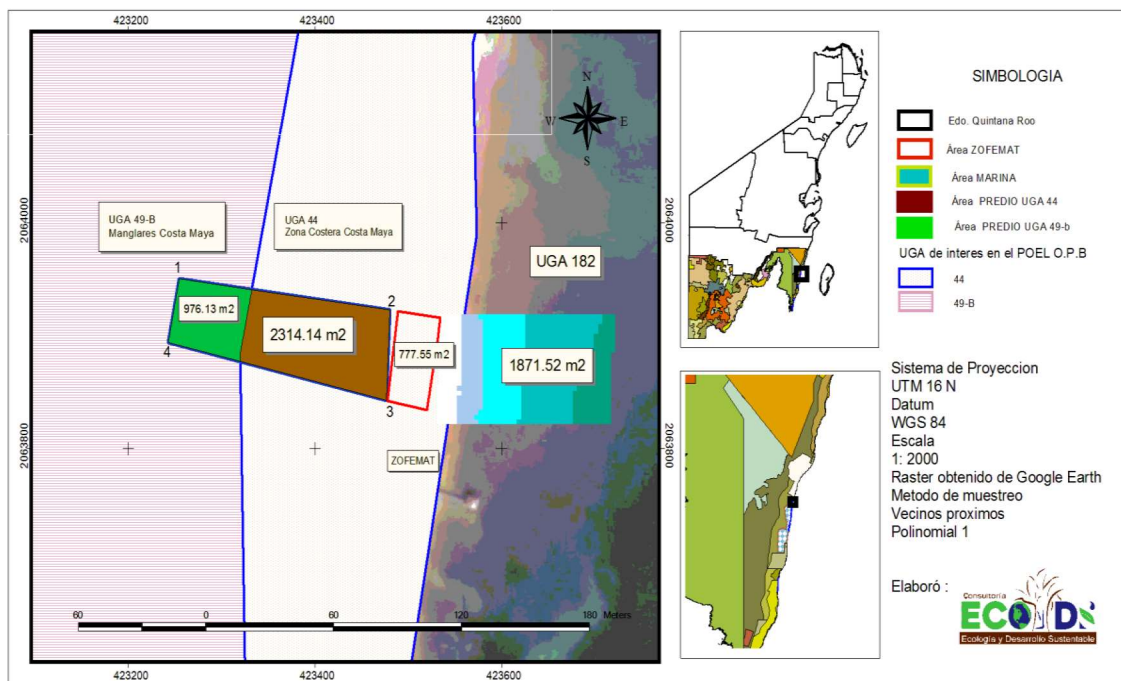
Polígono del Predio (PARTE TERRESTRE)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y
Vértice 1	N 02° 41' 19'' E	037.92 m	423413.6750	2063851.7120
Vértice 2	N 82° 38' 07'' W	099.80 m	423415.4540	2063889.5950
Vértice 3	S10° 56' 55'' W	026.73 m	423316.4770	2063902.3880
Vértice 4	S76° 33' 55'' E	105.15 m	423311.4000	2063876.1431
Superficie Total		3,290.27 m ²		
Polígono zona federal marítima terrestre (ZOFEMAT)				
Vértice 1	N 82° 38' 07'' E	20.00 m	423419.3248	2063889.0947
Vértice 2	S07° 14' 53'' W	08.57 m	423439.1598	2063886.5310
Vértice 3	S08° 49' 19'' W	31.37 m	423438.0789	2063878.0321
Vértice 4	S76° 33' 55'' W	20.06 m	423433.2677	2063847.0318
Vértice 5	S08° 49' 19'' E	29.48 m	423413.7517	2063851.6937

Vértice 6	S07° 14' 53'' E	08.33 m	423418.2734	2063880.8280
Superficie Total		777.55 m ²		
Polígono (PARTE MARINA)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y
Vértice 1	N 89°55'47.37''E	081.65 m	423439.12	2063887.64
Vértice 2	S 02° 07' 9.3'' W	045.97 m	423520.77	2063887.74
Vértice 3	N 90° 0' 0.0'' W	082.25 m	423519.07	2063841.80
Vértice 4	N 02° 52' 20.56'' E	045.90 m	423436.82	2063848.01
Superficie Total		1, 871.52 m ²		

De esta forma el predio tiene una extensión total de 3,290.27m² y se encuentra dividido por dos usos de suelo, la UGA 44 o Zona Costera Costa Maya con 2314.14m² y la UGA 49-B con 976.13 m² según el POEL Othón P. Blanco 2005 aún vigente.

La ZOFEMAT tiene una extensión de 777.55 m² y el área marina 1871.52 m², dentro de la UGA 182 denominada Zona marina de competencia federal, se caracteriza por estar ubicada entre los límites de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an y el parque Nacional Arrecifes de Xcalak. Por lo tanto, el área de influencia total de las obras y actividades propuestas es de 5,939.35 m².

Area de influencia de la obra Casa de veraneo



Delimitación del área de influencia de las obras del proyecto “K'áak'náab naj” con 5,939.35 m² en el contexto del instrumento de Ordenamiento Local del Municipio de Othón P. Blanco.

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para realizar la delimitación del sistema ambiental se emplearon:

- Tipo de proyecto y el conjunto de obras y actividades que se llevan a cabo.
- La dimensión de la obra.
- La dimensión del área de influencia donde se encuentran el conjunto de obras y actividades.
- El instrumento de planeación del ordenamiento ecológico local del municipio de Othón P. Blanco.

Para realizar la descripción de sistema ambiental se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Las UGAS existentes, propuestas en el POEL de Othón Pompeyo Blanco 2005 y el Programa de Ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar Caribe 2012, y por parte de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2017).

- b) La interacción que este tiene las UGAS con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos de la zona.
- c) Uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG), proyectado en coordenadas de la Universal Transversa de Mercator (UTM) con el huso 16 Norte, conteniendo los conjuntos vectoriales de levantamiento en campo, y tomados de la Secretaria de medio ambiente en Quintana Roo (SEMA) y a las unidades de gestión ambiental, así como material cartográfico del INEGI escala 1: 50,000.

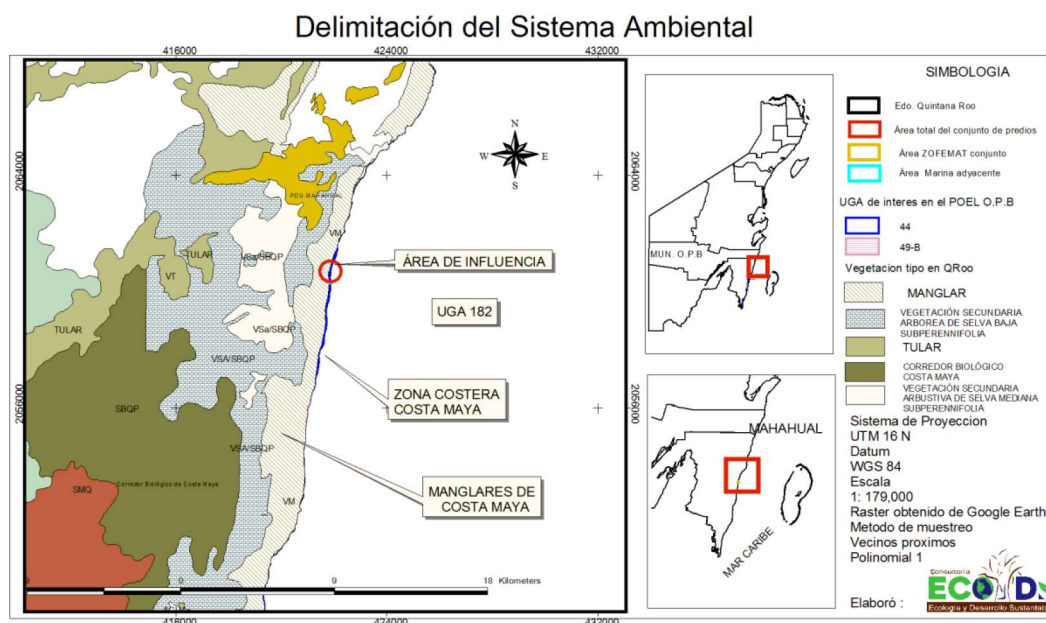
UGA 44 ZONA COSTERA COSTA MAYA, EN LA QUE SE LOCALIZA EL PREDIO DE INTERÉS					
Política	Uso del suelo				
Ecológica	Predominante	Compatible	Condicionado	Incompatible	
Aprovechamiento sustentable	Turismo hotelero intensivo	Servicios ambientales, turismo convencional y turismo alternativo.		Agropecuario, acuacultura, desarrollo suburbano, transformación, desarrollo urbano y forestal.	
UGA 49-B MANGLARES DE COSTA MAYA EN LA QUE SE LOCALIZA EL PREDIO DE INTERÉS					
Conservación		Servicios ambientales y turismo alternativo.		Agropecuario, acuacultura, desarrollo suburbano, desarrollo urbano, forestal, transformación y Turismo convencional	

USO DE SUELO PARA LA UGA 44 Y UGA 49-B

Delimitación física del sistema ambiental

Se delimito: Al Norte, con la UGA CP-17 denominada centro de población Mahahual al sur, con la UGA 53-H denominada Xahuaxol, Oeste con la UGA 48 Equipamiento turístico Costa Maya y al Este con el Mar Caribe. La UGA 44 tiene una superficie de 84.53 Has, mientras que la UGA 49-B tiene 2,362.75 Has.

La zonificación de las UGAS, así como los ecosistemas presentes y el contexto del predio donde se realizan los impactos ambientales.



Delimitación del sistema ambiental predominante que contiene el área de influencia

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

La UGA 44 denominada Zona costera Costa Maya, presenta, vegetación halófila con manglares de franja, vegetación secundaria y arbustiva, así como la presencia de áreas perturbadas, vegetación de duna costera, selva baja espinosa y selva media subperennifolia. Se caracteriza por ser una estrecha franja conformada por dunas y matorral costero, es una región de alto dinamismo sujeta a riesgos por inundaciones, huracanes y cambios estacionales, su extensión está sujeta a cambios en la amplitud de sus playas (POEL O.P.B, 2015).

La UGA 49 B denominada Manglares de Costa Maya, se caracteriza por tener forma alargada, adyacente a las UGA 44 de la Zona costera de costa maya, siendo divididas en gran parte por la carretera costera Mahahual-Xcalak no asfaltada, presenta una vegetación extensa de manglar que ocupa un 94.40% de la superficie de la UGA, seguido de selva baja subcaducifolia con un 5.21%, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con un 0.29%, cuerpos de agua con un 0.06 %, y vegetación secundaria arbórea de selva mediana sub-perennifolia en 0.04% (POEL O.P.B, 2015).

La zona marina, enmarcada dentro de la UGA 182 denominada Zona marina de competencia federal, se caracteriza por estar ubicada entre los límites de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an y el parque Nacional Arrecifes de Xcalak, con una superficie de

151,251.068 Has. Esta región presenta un complejo relieve submarino constituido principalmente de lagunas arrecifales someras de baja profundidad de 1 a 11 m así como frentes y pendientes arrecifales caracterizados por quebrados y escalones que van desde los 11 hasta los 60 m (POEMyRGMyMC, 2012).

ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

La región terrestre se caracteriza por dos UGAS bien definidas:

Manglares de costa Maya ó UGA 49-B, en la actualidad es un área de manglar con predominancia del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) “sin cambios aparentes” en su estado de cobertura vegetal (CONABIO, 2010) se mantiene debido a la protección brindada por la normatividad vigente, en específico el 60 TER de la Ley General de Vida silvestre, por lo cual aún se conservan los procesos de captura del carbono atmosférico, área de inundación temporal, recarga del manto freático costero y refugio para diversas especies de fauna local.

Se encuentra sometido a fenómenos climatológicos como los huracanes, así como las actividades antropogénicas las que han ocasionado la fragmentación en su continuidad con los demás ecosistemas.

La UGA 44 Zona costera de Costa Maya se ha caracterizado por una pérdida de la vegetación natural de duna y matorral costero, debido a su potencial de desarrollo turístico, en la actualidad es un área de modificaciones intensas en cuanto al relieve, cobertura vegetal y de las etapas de sucesión ecológica, su situación de lotificación a nivel predial permite generar un mosaico de ecosistema en parches con la consecuente fragmentación del hábitat y también cabe mención que la carretera Mahahual-Xcalak ha generado efecto de borde en su vegetación original.

En la región marina la UGA 182 Zona marina de competencia Federal, en su porción somera y hasta los 600 m de la línea de costa, se caracteriza por su poca profundidad y por la presencia de obras temporales como lo son los muelles de madera piloteados en el fondo marino que no sobrepasan los 100 m de largo, para su construcción se utilizan medios manuales y para la zona; en la legislación vigente se exige la utilización de medios de contención físicos que eviten la dispersión del fondo marino durante la realización de dichas actividades.

La vegetación marina de esta región se caracteriza por tener predominancia de pastos marinos y algas.

El ecosistema arrecifal presenta una cobertura promedio del 8.5 %, en laguna arrecifal 6.42% y para el frente arrecifal 10.57 %. De manera general en la zona norte (hacia Mahahual la cobertura coralina es 4.82 al 14.46% mientras en la parte sur esta se encuentra entre el 10% y el 12% (López-Adame, 2011).

Derivado de la descripción actual de los ecosistemas que integran el sistema ambiental se consideran tanto la región terrestre y marina como una serie de ecosistemas relacionados en los cuales la presencia de la vegetación predominante de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), permite la retención de partículas de sedimentos provenientes de las inundaciones a las que se encuentra sujeta el área además que consolida el sustrato y permite la absorción del nitrógeno para realizar los procesos biológicos de óxido-reducción del mismo a nitratos y nitritos, disponibles para la biota asociada al sedimento, contribuyendo a mantener las aguas de la laguna costera en condiciones oligotróficas necesarias para mantener el ecosistema coralino arrecifal y la alta diversidad asociada así como la captura del carbono atmosférico presente depositándolo en su forma orgánica en un proceso por el cual es sepultado e integrado al suelo (Molina *et al.*, 1998).

MEDIO ABIÓTICO

Clima y fenómenos meteorológicos

El clima presente se caracteriza por ser de tipo tropical Aw2 (x'), cálido sub húmedo con lluvias en verano y parte del invierno, con temperatura anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Se presentan de igual manera vientos dominantes del este, durante los meses de junio a octubre y los vientos del sureste de enero a mayo.

Quintana Roo se ubica en una zona muy vulnerable al paso de los huracanes del Caribe por lo tanto se cataloga el área del sistema ambiental como de media probabilidad de recibir huracanes (NOAA, 2014).

Geología y geomorfología

El sistema Ambiental pertenece a la región denominada "Costa baja", está formada por rocas sedimentarias marinas. En los estratos superiores presenta calizas blancas, duras y masivas.

El subsuelo de la zona costera está formado por rocas carbonatadas solubles de origen marino, con abundantes conductos de disolución y fracturas, pero también en la planicie costera se forman regosoles, recientes sin consolidación y escasos en nutrientes.

Las arenas son fundamentalmente calcáreas y hay zonas en que afloran las costas rocosas, como en el litoral de donde se intercalan las zonas arenosas con zonas rocosas que comparten algunas especies de pioneras. En gran parte del litoral, detrás de un delgado cordón de dunas se establecen los humedales (Molina *et al.*, 1998).

Suelos

El sistema ambiental está constituido de playas arenosas casi sin pendiente y de gran amplitud en áreas donde el arrecife se localiza a más o menos a 500 m de la costa, actuando como una barrera rompeolas, la costa es de tipo acumulativo. Las playas están compuestas

por guijarros. El tamaño de grano va de fino a medio. El color de la arena en general es blanco, sin presencia de limos y arcillas ni materia orgánica (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

En la parte continental el suelo se caracteriza por presentar roca caliza, pero a la vez presenta una capa de suelo arcilloso poco permeable denominado solonchak y akalches que le da características de baja cársticidad (Moreno- Casasola *et al.*, 2014).

Agua

Debido a que el sistema ambiental se caracteriza como una planicie ligeramente inclinada desde el interior hacia la costa constituida por roca caliza. Debido a lo plano del relieve, el agua de lluvia no puede fluir y presenta pequeños ríos superficiales como Río Bermejo y más al sur Río Huach. En esta zona se presenta un pequeño acuífero secundario localizado en la berma de la playa a lo largo de toda la costa; la porosidad de la arena permite la recarga en época de lluvias, el agua de lluvia se filtra y se colecta por encima del agua salada debido a la diferencia de densidad. Este acuífero es usado a lo largo de la costa y es la única fuente de agua dulce para los residentes de la zona; aparentemente esta agua de baja salinidad descarga mar adentro en la región arrecifal.

Batimetría del sistema ambiental

Se caracteriza por presentar un fondo arenoso con presencia de laja calcárea y en algunas partes pedacera de coral muerto. El perfil del arrecife consta de: Una laguna somera de 0.5 m a 27.5 m de profundidad y mide de 150 a 400 m de ancho aproximadamente, hasta la cresta arrecifal con un fondo de arena y parches de pastos marinos, con algas ocasionales y gorgonias, la cresta del arrecife, frente y la pendiente, cuentan con una cobertura de coral que va en aumento de la cresta a la pendiente. Por otra parte, los frentes arrecifales presentan entre 11 a 60 m de profundidad y una distancia de 600 a 1200 m de la línea de costa.

Sistema de transporte litoral

El patrón general de la circulación costera superficial del Caribe mexicano es de sur a norte, invirtiéndose entre las puntas rocosas más prominentes, debido al choque de la corriente con estas estructuras formando pequeños giros. En sentido transversal, la zona de influencia inmediata de la contracorriente es la zona arrecifal interna y la laguna arrecifal (Suárez-Morales, 1998).

Perfil batimétrico en el área marina de influencia al predio de interés

Se infiere del modelo resultante que presenta características someras con profundidades de la línea de costa de 0.20 m hasta 2.30 m a una distancia de 84 m por lo cual se considera que esta dentro del área de laguna arrecifal en su porción más continental.

Análisis de vulnerabilidad de la zona costera en el sistema ambiental

Una condición del sistema ambiental es que se ubica en la zona costera totalmente, lo cual la hace vulnerable a los impactos de los fenómenos climáticos y aquellos derivados del calentamiento global entre los que destacan: las mareas y olas de tormentas; el aumento del nivel del mar; los vientos y las lluvias intensas; y periodos de sequía y calor más intensos y prolongados. Además de los fenómenos atmosféricos, la costa está expuesta al aumento del nivel del mar, lo que incrementa el impacto de las mareas y el oleaje, contribuye a la erosión de playas y ocasiona un mayor daño por inundaciones.

La interrupción de los flujos de agua entre los humedales y el desfogue al mar aumentará el nivel de la inundación, afectando aún más la infraestructura. Eventualmente destruirá las construcciones que interrumpen ese flujo a menos que se realicen costosas inversiones.

Finalmente, los manglares, con sus múltiples raíces y troncos, reducen el impacto de las olas sobre la línea de costa y la velocidad y fuerza del viento. De igual forma los manglares construyen el suelo y van elevando el nivel del fondo conforme aumenta el nivel del mar, por lo tanto, son barreras naturales ante los fenómenos climáticos adaptables en el largo plazo.

MEDIO BIÓTICO

En la zona terrestre que caracteriza el sistema ambiental, se localiza el ecosistema de duna costera, para el predio en particular se caracteriza por la berma de la playa sin embargo no se encuentra vegetación de duna costera que se localiza en forma de mosaico a través del sistema ambiental esto se debe a la lotificación y limpieza de los predios en los cuales se ha retirado la duna, sin embargo, en otras zonas del mismo se encuentran diversos tipos de dunas con las siguientes características:

Vegetación Análisis de la riqueza, cobertura, estructura, composición y diversidad de las comunidades terrestres y/o acuáticas que definen el tipo de vegetación y su distribución en el sistema ambiental, determinando su grado de conservación y las fuentes de deterioro que les están afectando

Se ha descrito para el sistema ambiental cambios en la vegetación en su cobertura (Hirales-Cota *et al.*, 2010) realiza un estudio donde compara la pérdida de cobertura ocasionada por el huracán Deán en su paso por el sistema ambiental (Mahahual) se puede apreciar que se perdieron alrededor de 830 Ha de mangle, 670 Ha de vegetación de duna costera y matorrales, así como un aumento de cambio de uso del suelo de 1160 Ha y de los asentamientos humanos en 120 ha. Dentro de los agentes de cambio de uso de suelo y la pérdida de la vegetación se encuentran: la extracción de leña, la contaminación derivada por las descargas de las plantas de tratamiento, la delimitación de predios y la interrupción de flujos de agua entre el manglar y el mar.

Con respecto a la construcción de caminos, cabe mencionar que existen dos caminos paralelos a la costa, los cuales comunican a los poblados principales de la zona. El primero, muy próximo a la playa (generalmente no más allá de 100 m), en algunas partes cruza zonas de manglar, mientras que el segundo, una carretera con una distancia variable de 1 a 3 km de la costa, cruza algunos ambientes de humedal, como selva inundable y manglar chaparro.

Análisis de la vegetación en el predio de interés con énfasis en riqueza, cobertura, estructura, composición y diversidad de las comunidades terrestres

De acuerdo al muestreo realizado en el predio de interés se encontraron un total de siete especies, mientras que *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Thrinax radiata* se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo se cuenta con la presencia de *Cordia sebestena*, *Cocos nucifera* y *Coccoloba uvifera*, las cuales son especies características de zonas costeras ya que se adaptan fácilmente a la salinidad y las condiciones del ecosistema.

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN

Se encontró que las especies dominantes en el estrato arbóreo para todos los sitios fueron Mangle rojo (*R. mangle*), mangle botoncillo (*C. erectus*), ciricote de playa (*C. sebestena*) chit (*T. radiata*) la abundancia de estas especies es propia de zonas costeras y están asociadas a dunas costeras (Moreno-Casasola, *et al*; 2018).

En cuanto al estrato arbustivo, las especies que se encontraron fueron *R. mangle* y *C. erectus* esto debido a que en el sitio de interés, toda su franja de vegetación es con estas especies y en asociación de Chechén (*M. brownei*), chaca (*B. simaruba*), mangle blanco (*L. racemosa*), chit (*T. radiata*), icaco (*Chrysobalanus icaco*), entre otras; características de la zona (Moreno-Casasola, *et al*; 2018).

Para el estrato herbáceo, las especies dominantes son mangle rojo (*R. mangle*) y chit (*T. radiata*), la abundancia de *R. mangle* sugiere que la zona de interés tiene dominancia de esta especie y se asocia a *T. radiata* por lo que de acuerdo a su biología la zona donde se encuentran es ideal para su crecimiento.

Para la parte del predio que estará sujeta a desarrollo, se realizó un censo completo de las especies presentes en el sitio, ya que algunas de ellas serán reubicadas para la instalación de obras e infraestructura requerida; por lo que en el censo se registraron un total de cinco especies las cuales son chit (*T. radiata*), ciricote de playa (*C. sebestena*), coco (*Cocos nucifera*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*) y almendra (*Terminalia catappa*).

Análisis de fauna en el predio de interés, composición y diversidad de las comunidades terrestres

Se presenta a continuación un listado del registro de fauna silvestre y sus abundancias en el predio.

Listado de especies de fauna terrestre avistadas en el predio de interés

NUMERO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ABUNDANCIA
1	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana	28
2	<i>Coenobita clypeatus</i>	Cangrejo ermitaño	2
3	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	9
4	<i>Fragata magnificens</i>	Fragata	4
5	<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviota	6
6	<i>Calidris alba</i>	Chorlito	5
7	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2
8	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija café	3

Análisis de la vegetación marina en el área de influencia del proyecto con énfasis en riqueza, cobertura, estructura, composición y diversidad.

De acuerdo al muestreo realizado se encontraron un total de tres especies de pasto marino y tres especies de algas marinas.

PASTOS MARINOS		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CYMODACEAE	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto de carpa
HYDROCHARITACEAE	<i>Thalassia testudinum</i>	Hierba de Tortuga
POTAMOGETONACEAE	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto manatí

MACROALGAS MARINAS		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
DICTYOTACEAE	<i>Dictyota spp</i>	Alga parda

SARGASSACEAE	<i>Sargassum fluitans</i>	Macroalga parda
UDOTEACEAE	<i>Avrainvillea spp</i>	Alga verde
UDOTEACEAE	<i>Penicillus spp</i>	Macroalga verde calcárea
UDOTEACEAE	<i>Udotea spp</i>	Alga verde

FAUNA TERRESTRE Y MARINA DESCRITA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

La fauna en el sistema ambiental está representada por mamíferos como el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus weidii*), leoncillo (*Herpailurus yagouaroundi*), el tapir (*Tapirus bardii*), saraguato (*Alouatta pigra*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama americana*), jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), jabalí de collar (*Pecari tajacu*), tepescuintle (*Agouti paca*), sereque (*Dasyprocta punctata*), cabeza de viejo (*Eira barbara*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), mico de noche (*Potos flavus*).

Las aves características de la zona son: ibis blanco (*Eudocimus albus*), espátula rosa (*Ajaia ajaja*), jabirú (*Jabiru mycteria*). Los principales reptiles son: tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y cocodrilo (*Crocodylus moreletii* y *C. acutus*) (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

La comunidad de íctica está representada en su mayoría por herbívoros entre un 43.87% a un 66.2%, seguido de peces bentófagos entre un 11.59 -40.46 % en algunos sitios, generalistas (se alimentan de peces e invertebrados) entre un 6.43 -13.73%, ictiófagos ente el 1.1 -5.58 % y finalmente planctofágos entre 0.78 -4.09% (Merediz-Alonso, 2012).

FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA PROYECTADA PARA EL DESARROLLO DE LAS OBRAS PARTE TERRESTRE Y MARINAS

A continuación, se presentan varios listados de la fauna terrestre y marina reportada en el predio, área de ZOFEMAT y marina del sitio de influencia de las obras.

Aves

Cahuices (*Quiscalus mexicanus*), garza blanca (*Ardea alba*), Pelicano (*Pelecanus occidentalis*), fragata (*Fragata magnificens*), gaviota (*Larus stricilla*), garza azul (*Egretta caerulea*), garza blanca (*Egretta thula*) y playerito (*Calidris alba*).

Fauna terrestre

Crustaceos como el cangrejo ermitaño (*Petrochidus diogenes*), cangrejo fantasma (*Ocypode quadrata*).

Asimismo, los reptiles se encuentran representados por lagartijas e iguanas rayada (*Ctenosaura similis*), lagartijas (*Anolis rodriguezi*, *A. sagrei*, *Sceloporus chysostictus*), basilisco rayado (*Basilliscus vittatus*) y el geko (*Hemidactylus frenatus*); cabe mencionar que de estas especies la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) se encuentra catalogada como una especie amenazada según la NOM-059-ECOL-2001.

FAUNA MARINA REGISTRADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

De manera general se encontraron un total de 18 especies pertenecientes a 14 familias de peces arrecifales, de las cuales la familia Lutjanidae fue la que presentó el mayor número de especies (4) seguida de Acanthuridae (2) y lutjánidae.

Lista de especies de peces encontrados en el área de influencia del predio

NÚMERO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirujano rayado
2	ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirujano pardo
3	BELONIDAE	<i>Tylosurus crocodilus</i>	Pez aguja
4	CARANGIDAE	<i>Caranx ruber</i>	Jurel
5	CUPLEIDAE	<i>Harengula jaguana</i>	Sardina
6	GERREIDAE	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca
7	HAEMULIDAE	<i>Haemulon sciurus</i>	Chacchi rayas azul
8	LABRIDAE	<i>Halichoeres poeyi</i>	Doncella orejinegra
9	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo mulato
10	LUTJANIDAE	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rubia
11	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo lunar

12	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus apodus</i>	<i>Pargo amarillo</i>
13	MUGILIDAE	<i>Mugil curema</i>	<i>Lisa blanca (liceta)</i>
14	POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf saxatilis</i>	<i>Pintano (pez de colores)</i>
15	SCARIDAE	<i>Chryptotomus roseus</i>	<i>Loro chimuelo</i>
16	SPHYRAENIDAE	<i>Sphyraena barracuda</i>	<i>Barracuda</i>
17	TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster rostrata</i>	<i>Pez globo</i>
18	UROLOPHIDAE	<i>Urolophus jamaicensis</i>	<i>Raya amarilla</i>

ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

Derivado del análisis del sistema ambiental de acuerdo a su línea base, encontramos que el sistema ambiental se encuentra sometido a presión natural y humana.

Los ecosistemas de duna costera cuya función en el ecosistema es estabilizar la línea de costa mediante sistemas de raíces y rastreras se encuentra fragmentado debido a la pérdida de la cobertura vegetal y/o a la modificación de la vegetación a otro tipo.

La zona de manglar en el sistema ambiental de acuerdo con los datos recopilados se encuentra sujeta a cambios tales como pérdida de la conectividad con la duna costera por las vialidades existentes, fragmentación por remoción de la vegetación para abrir caminos y brechas en la delimitación de predios, rellenos de manglar por parte de los propietarios para ganar terrenos al ecosistema.

En la actualidad los arrecifes coralinos se encuentran en una etapa de cambio de fase, es decir una sustitución de la cobertura de corales por algas, las causas son diversas, pero se atribuye una importante relación con las descargas de aguas tratadas, fosas sépticas y esorrentía pluvial que amenaza con la pérdida de los sistemas arrecifales presentes en el sistema ambiental.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

La población humana en el sistema ambiental se conforma por el centro de población de Mahahual y propiedades privadas a lo largo de la carretera Mahahual-Xcalak. La población total en 2010 fue de 920 habitantes con 483 hombres y 437 mujeres. Del total de la población el 47,93% proviene de fuera del estado de Quintana Roo.

En cuanto a vías de comunicación, se cuenta con una carretera de asfalto que comunica a la comunidad de Mahahual con cafetal, que también entronca a un camino de terracería que comunica con Punta Herrero y demás localidades con rumbo a la reserva de la biosfera

de Sian Ka'an; esta carretera al llegar a Mahahual continua por el malecón para después convertirse en un camino de terracería denominado antiguo camino costero que comunica con el poblado de Xcalak.

Mahahual cuenta con una clínica de los Servicios Estatales de Salud (SESA) que ofrece servicio básico. (Rivera-Arriaga *et al.*, 2010).

PAISAJE

Mahahual se encuentra localizada en la zona costera y el arrecife representa la base del capital natural de la comunidad. Cabe señalar que Banco Chinchorro aproximadamente 30 km de las costas de Mahahual, también forma parte del capital natural de la comunidad, al ser utilizado tanto para actividades pesqueras como turísticas (Castillo-Villanueva *et al.*, 2014).

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Una vez descrito el sistema ambiental en términos de su naturaleza costera y establecida el área de influencia mediante las Unidades de gestión ambiental y su zonificación propuesta por los instrumentos normativos vigentes, se consideran los factores de impactos en virtud de sus posibles efectos a los ecosistemas establecidos en el.

Se determino que los principales elementos bajo presión son: Suelo, agua, aire, flora, fauna, laguna y frente arrecifal, duna costera, matorral costero, manglar y población humana para lo cual se dividieron en vulnerabilidad física y biológica asignándole un grado de bajo, medio y alto.

Derivado del diagnostico se evaluó que el suelo, agua, aire así como el componente biótico, flora y fauna son los que se encuentran expuesto a nivel medio y alto de vulnerabilidad física y biológica en el sistema ambiental.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS A REALIZAR EN LAS OBRAS EN RELACION AL SISTEMA AMBIENTAL

La metodología propuesta en este estudio se deriva de la propuesta por Conesa-Fernández *et al.*, 1993, y la Matriz de Leopold, misma que ha sido adaptada como una variante del método de Leopold, que incorpora la valoración cualitativa de Conesa incorporar al análisis los efectos de las medidas de mitigación más importantes.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

A continuación, se presenta una lista Indicativa de los factores físicos, biológicos y socioeconómicos que mejor representan las características del ambiente en el sitio.

Listado de factores físicos, biológicos y socioeconómicos representativos.

GRUPO DE FACTORES DEL MEDIO	MEDIOS	COMPONENTES	PARÁMETROS O INDICADORES DE IMPACTO
Factores abióticos	Agua	Superficial	nitratos, fosfatos, coliformes totales, fecales, <i>E. coli</i>
		Subterránea	
	Suelo	Erosión	Perdida de cobertura vegetal
	Atmósfera	Características físico-Químicas	Partículas suspendidas
		Drenaje vertical	Distancia al Manto freático
		Escorrentamiento superficial	Pendiente del terreno, áreas sujetas a inundación
		Características geomorfológicas.	Presencia de geoformas
		Estructura del suelo	Dunas costeras, áreas sujetas a inundación
	Atmósfera	Calidad del aire	Partículas suspendidas
		Visibilidad	
		Estado acústico natural	Presencia de ruido
		microclima	Vegetación psamófila
Factores bióticos	Flora	Terrestre	Diversidad y abundancia
		Marina	
	Fauna	Terrestre	Diversidad y abundancia
		Marina	
	Paisaje	Terrestre	Presencia de ecosistemas, geoformas
		Marino	

Factores socioeconómicos	Social	Bienestar social	Trabajos generados
	Económico	Empleo	

Así como una lista de las actividades más relevantes de las obras, realizada con base en el análisis de las actividades que se llevarán a cabo durante el acondicionamiento del terreno y construcción.

Actividades más relevantes de las obras y etapas de construcción

ETAPA	ACTIVIDAD REALIZADA
Acondicionamiento del predio	Despalme del predio, retiro, rescate y reubicación de la vegetación.
	Instalación de la bodega provisional y sanitarios portátiles.
Construcción	Nivelación y excavación de los cimientos, hincado de pilotes estructurales muros, cadenas, castillos y losa de planta baja.
	Construcción de las áreas comunes de la casa planta alta.
	Construcción de la piscina.
	Construcción de palapa abierta.
	Construcción del muelle de madera rustico con palapa.
	Instalación de biodigestores y cisterna.
	Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
	Limpieza y entrega de la obra con desmantelamiento de la bodega de construcción.
	Construcción de humedales artificiales y restauración de duna.
Operación	Limpieza y mantenimiento de instalaciones
	Actividades de uso del agua, lavandería, uso sanitario y cocina.
	Manejo de residuos sólidos y líquidos.
	Obras de reforestación.
Mantenimiento.	Mantenimiento de la casa y palapas, instalaciones hidráulicas y sanitarias.

CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Cada actividad de la obra fue analizada individualmente identificando las acciones o aspectos generadores de impacto ambiental, calificando cada uno de ellos con dos criterios cualitativos a los que previamente se les asignó un valor que permite cuantificarlos.

Para valorar los impactos se sirvió de dos escalas, para la magnitud y la importancia:

M= Magnitud: Valor 1 (Menor) 2 (Medio) 3 (Mayor)

I = Importancia: Valor 1 (Insignificante) 2 (Significante) 3 (Muy significativa)

Signo – (Impacto negativo) + (Impacto positivo)

T= Valor total del impacto = $T=M/I$

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Se realizó un análisis de la ponderación de los impactos ambientales detectados en la matriz de Leopold, mismas que se describieron anteriormente. Se resumen los valores de los impactos que cada actividad generará sobre los factores que componen el ambiente.

Análisis de ponderación de los impactos ambientales detectados

AMBITO	MEDIO	COMPONENTE/RECURSO	ACONDICIONAMIENTO DEL PREDIO		CONSTRUCCION	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO

56

Factores bióticos		superficial															
		Características geomorfológicas.		-1	-1		-1	-1		-1		-1					
		Estructura del suelo	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1			1	1	
	Atmosfera	Calidad del aire			-1	-1						-1		1			
		Visibilidad		-1	-1	-1				1				1	1		
		Estado acústico natural		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1		1		-1	
		microclima	-1	-1	-1	-1	-1		-1		1				1		
		Terrestre	1	-1			-1				1				1		
		Marina						-1									
	Fauna.	Terrestre	-1	-1											1		
		Marina						-1									
	Paisaje.	Terrestre	-1	-1	-1	-1					1			1	1		

		Marino							-1									
Factores socioeconómicos			1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	
	Social	Bienes tar social																
	Económic	Emple o	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1		1	
VALOR PROMEDIO DE LOS IMPACTOS POR ACTIVIDAD			- 0.40	- 0.69	-0.54	- 0.45	- .6 0	- 0. 14	- 0. 25	1 . 0 0	0. 33	0.82	0.89	0. 50	- 0.20	1. 00	1. 00	0.33
VALOR PROMEDIO DE LOS IMPACTOS POR ETAPA			-0.55		0.117									0.58			0.33	

Como resultado del análisis se ha registrado que los principales impactos derivan del acondicionamiento del predio, que puede generar afectaciones como alteración del escurrimiento superficial, estructura y composición del suelo, el microclima, la flora terrestre, la belleza paisajística natural y el estado acústico natural también es importante mencionar.

Asimismo, las actividades de construcción inciden en el escurrimiento superficial del agua, cambios en la geomorfología debido a que se requiere de retirar suelo, hacer excavaciones y construir con muros de block.

Durante la operación el consumo de agua considerada para realizar las actividades se prevé mínimos impactos, sin embargo, también en esta etapa existe el manejo de residuos sólidos y líquidos el cual debe generar un aspecto positivo del proyecto.

Labores del hogar como la cocina y lavandería ocasionará mayores impactos sobre el factor agua.

Durante las labores de mantenimiento de las obras casa de la vivienda unifamiliar **K'áak Náab Naj**, se generarán impactos por los residuos, que se formarán por esta actividad.

En cuanto a los impactos positivos, se observa que la construcción de humedales artificiales, promoción de la formación de la duna costera con reforestación por sucesión

ecológica natural con especies pioneras y nativas permite la recuperación de la topografía original y el enriquecimiento de áreas restauradas que proveen de resiliencia al viento y oleaje tanto a las obras como al ecosistema local.

6.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Entre los impactos ambientales detectados y las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas para el proyecto se han descrito las siguientes.

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN
Despalme del predio, retiro, rescate y reubicación de la vegetación.	Realizar la reubicación de las palmas y demás plantas que se ubiquen en el sitio donde se desarrollara el despalme de la obra, colocándose en un área señalizada para su cuarentena y posterior reubicación. Se planea una reforestación con icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>) con el cual se llevaran a cabo las obras	El rescate, reubicación de la flora de acuerdo a lo que indique el programa de rescate de flora correspondiente antes de iniciar obra.
Instalación de la bodega provisional y sanitarios portátiles.	La bodega y los sanitarios serán instalados dentro del área de despalme en el caso de los sanitarios portátiles sus fechas de limpieza y que no presenten fugas.	Al inicio de obra y regularmente durante su mantenimiento
Nivelación y excavación de los cimientos, hincado de pilotes estructurales muros, cadenas, castillos y losa de planta baja	Durante la excavación y desarrollo de la obra se colocara un muro anti dispersión de polvos, y se realizara la mezcla sobre estructuras de madera que evite el contacto del cemento y otros materiales en el suelo.	Durante toda la actividad de construcción de las obras.
Construcción de las áreas comunes de la casa planta alta.	Se controlara la dispersión de polvos mediante el mojado de polvo y grava que pudiesen desprender partículas,	Diariamente durante la etapa de construcción y terminación de las obras.
Construcción de la piscina.	Durante la excavación la arena retirada vegetal se conservara para fertilizar las áreas de reforestación, la arena mineral excedente se usara para la nivelación de las obras, se controlara la dispersión de polvos mediante el riego del área.	Durante la etapa de construcción y terminación de las obras.
Construcción de palapa abierta.	Nivelación del terreno en su nivel natural con suelo del mismo sitio y manejo de residuos de construcción.	Una vez terminadas las obras de construcción.

Construcción del muelle de madera rustico con palapa	Se instalara una malla geotextil lastrada y apoyada durante las obras de piloteado del muelle esto para evitar la suspensión de partículas del sedimento sobre la vegetación acuática.	Antes de iniciar las obras y se retirara una vez estén concluidas.
Instalación de biodigestores y cisterna	Se recomienda usar el mismo material que existía en el sitio para el relleno y apisonamiento de la excavación.	Una vez terminada la instalación.
Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.	Se buscara recolectar todos los residuos que hayan quedado y se asignara su manejo de acuerdo al programa de manejo de residuos sólidos y de manejo especial, al finalizar el desmantelamiento de la bodega se acondicionara el suelo a su naturaleza usando para ello el suelo removido cuando fue instalado.	Una vez terminadas las obras de construcción.
Limpieza y entrega de la obra con desmantelamiento de la bodega de construcción		
Construcción de humedales artificiales y restauración de duna	Se utilizaran captadores de madera empleados en la restauración de la duna costera.	Una vez terminadas las obras de construcción.
Limpieza y mantenimiento de instalaciones.	Se utilizaran materiales biodegradables y amigables con el medio ambiente, así como el uso racional del agua.	Cada vez que se realicen la limpieza de las construcciones y mantenimiento.
Actividades de uso del agua, lavandería, uso sanitario y cocina	Se instalaran trampas de grasa y las instalaciones se acoplaran a biodigestores. Asimismo se espera que con el apoyo del tratamiento mediante el lecho biológico (Humedal artificial) se cumpla con la NOM-001 y 002 así como la NOM-ECOL-003.	Una vez instalada el sistema de tratamiento de las aguas residuales.
	Etapas de Construcción:	
	Residuos sólidos: Estos se dispondrán en los botes que se encontraran en el área de trabajo. Los orgánicos se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos que no sean reutilizables se entregaran al sistema de recoja municipal.	

Manejo de residuos sólidos y líquidos	Residuos de construcción: Estos se acopiaran junto a la bodega de materiales y semanalmente o cada tres días serán enviados a disposición final donde la autoridad municipal lo indique.	Diariamente durante la etapa de construcción y terminación de las obras.
	Etapa de Operación:	
	Residuos sólidos: Estos se dispondrán en los botes que se encontraran en la casa, diariamente se dispondrán en un sitio donde se pondrá a resguardo. Los orgánicos se acopiaran junto con los residuos de jardinería para composta.	
	Los inorgánicos que no sean reutilizables se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos reutilizables se acopiaran semanalmente y se enviaran a sitios de acopio cercanos.	
Obras de reforestación	Se aprovechara el mantillo fértil para ser depositado una vez abierta la cepa.	Durante las obras de reforestación.
Mantenimiento de la casa, palapa y muelle instalaciones hidráulicas y sanitarias	Se llevara a cabo medidas de cuidado del agua, restos de recipientes de solventes, pinturas serán depositados en lugares seguros y aquellos materiales ya dañados como la madera y zacate palapero reciclados mediante composteo y trituración.	Cada que se requiera mantenimiento.

Asimismo se han implementado otras medidas que son indispensables para el desarrollo del proyecto y que mejoraran en gran medida la calidad del ambiente en el sitio, como:

- Colocación de letreros y señalamientos en el perímetro del predio; Colecta de germoplasma de icaco (*Chrysobalanus icaco*) para reforestación; Monitoreo semestral de la evolución con criterios de cobertura vegetal, riqueza de especies y retención de arena en la duna artificial para restaurar el ecosistema; Retiro de material seco consistentes en ramas secas, así como residuos sólidos en el área a conservar; monitoreo de humedales artificiales.

7. PRONOSTICOS AMBIENTALES

Sin el proyecto se considera que la vegetación puede comenzar un estado de sucesión con especies pioneras, pero el uso del suelo no estaría funcionando para lo que fue designado en el instrumento de planeación POEL Othón P. Blanco 2015.

Por otra parte el escenario ambiental que se espera con las obras y su operación del proyecto, pero sin aplicar medidas de mitigación, se considera adverso, sin la aplicación de medidas de mitigación se considera que el proyecto generará un decremento en el valor de los factores ambientales. Además, no sería viable puesto que no contemplaría acciones de compensación como lo son la conservación de más de 976.13m², la implementación de humedales que prestan entre los principales servicios ambientales la captación de agua dulce para el manto freático y la captura del carbono atmosférico.

El escenario del proyecto con medidas de mitigación, resulta benéfico, ambiental y socialmente, que a su vez redundará en el factor económico de la localidad, mantiene el nivel de conservación de los factores ambientales, así como propicia la regeneración de la flora y también es importante considerar que el tratamiento adicional del humedal artificial reduce la carga de fosfatos y nitratos al medio natural; la conservación del humedal en una extensión de 976.13 m² permite que se mantengan los procesos de captación de agua dulce y captura del carbono atmosférico y la restauración de duna tipo frontal recupera la topografía y funciona como un instrumento de captación de arena y protección de las obras civiles realizadas al interior del terreno.

CONCLUSIONES

Partiendo de la propuesta presentada y en función del sistema ambiental estudiado; se infiere que el área donde se establecerán las obras representa un conjunto de impactos ambientales previos derivados de lotificación y vías de comunicación sobre flora y fauna, por lo cual se valoraron los impactos potenciales y se estimaron los impactos negativos que se generarán en todas las etapas del proyecto, así como la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos generados.

Una vez analizado los escenarios presentados se puede observar que el proyecto presentan varias propuestas para la mitigación de los impactos que serán generados sobre todo por las obras y no solo efectos benéficos en el aspecto, socioeconómico, sino también ambiental, toda vez que con la aplicación de las medidas de mitigación se evitará que las acciones de origen antropogénico sin control, continúen deteriorando el ecosistema del sitio y a su vez propiciará el empleo y un incremento en la derrama económica de la localidad.

Por lo anteriormente expuesto, se infiere que, estrictamente en términos ambientales, el proyecto es viable, toda vez que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico, asimismo, tampoco implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.

CAPÍTULO I

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

1.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

1.1.1.- NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto se denomina: “K'áak'náab naj”

1.1.2.- UBICACIÓN DEL PROYECTO

“K'áak'náab naj” es un proyecto que se pretende construir y operar en el predio conocido como “La Guadalupe”, ubicado en la Costera de Mahahual-Xcalak a la altura del kilometro 8.0 en la Localidad de Mahahual, Municipio de Othón Pompeyo Blanco, Estado de Quintana Roo (Figura 1).

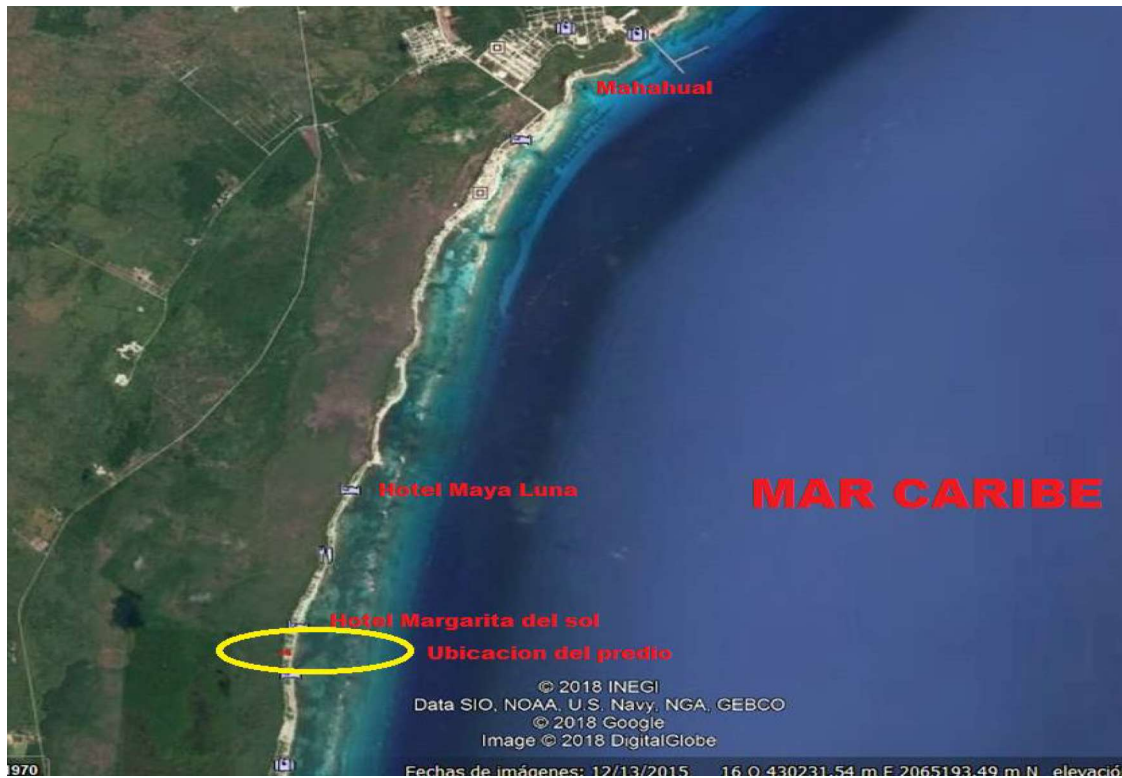


Figura 1.- Mapa de Ubicación del predio de interés

Las colindancias del predio “La Guadalupe” son las siguientes:

AL NORTE: Noventa y nueve punto ochenta metros, con fracción once del mismo lote

AL SUR: Ciento cinco punto quince metros, con fracción trece del mismo lote.

AL ESTE: Treinta y siete punto noventa y dos metros con ZOFEMAT y Mar Caribe.

AL OESTE: Veintiseis punto setenta y tres metros con terreno propiedad del Gobierno del estado.

1.1.3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto requiere la autorización para su inicio y la operación del mismo por al menos 70 años. Duración total (incluye todas las etapas), mismo que puede prolongarse mediante el mantenimiento de las obras.

1.2.- DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1.- NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

C. Javier Cano Sánchez

1.2.2.- REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[REDACTED]

1.2.3.- NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

C. Manuel Santiago Baeza del Valle, Representante legal del C. Javier Cano Sánchez; se anexa copia certificada del poder notarial

1.2.4.- DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[REDACTED]

[REDACTED] El encargado de la oficina es el Sr. Manuel Santiago Baeza del Valle Teléfono: [REDACTED]
[REDACTED] Correo electrónico; [REDACTED]

1.2.5.- NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

MMZC. Alicia del Socorro Coronado Ávila. Cédula profesional: 11080934. Bióloga.

Con la colaboración de:

Biol. Gregorio Poot Mex. Cédula profesional. 6567222. Quien participó en la elaboración de cartografía, así como en la caracterización de flora, medidas de compensación y mitigación de impactos, la elaboración de escenarios ambientales de la presente manifestación de impacto ambiental y sus respectivos programas de reforestación, restauración, conservación y plan de manejo de residuos sólidos y de manejo especial

Biol. Damáris Vega Heredia. Cédula profesional. 9414285. Quien participó en la elaboración del "plan de manejo de residuos sólidos y de manejo especial" y "Programa de reforestación".

Biol. Romeo Alejandro Sánchez Zavalegui. Cédula profesional. 10176027. Quien participó en la elaboración de escenarios ambientales, caracterización de flora y fauna del sistema ambiental y cartografía necesaria.

CAPITULO II

2.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1.1.- NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto “**K'áak'náab naj**” consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar de dos niveles, piscina, una palapa abierta de madera con baños para damas/caballeros y un muelle de madera rústico con una palapa comedor en el extremo.

La vivienda unifamiliar será de dos niveles y se encuentra conformada por sala, comedor, cocina, seis recámaras (dos recámaras en primer nivel y cuatro en segundo nivel) así como cuatro baños (dos en primer nivel y dos en segundo nivel), piscina, área de estacionamiento permeable, palapa abierta para reuniones y un muelle rústico de madera con palapa abierta.

Las obras se ubican sobre la carretera costera Xcalak-Mahahual en el predio “La Guadalupe” s/n a la altura del kilómetro 8.0, partiendo del poblado de Mahahual, Municipio de Othón Pompeyo Blanco estado de Quintana Roo.

El proyecto se encuentra inmerso en el contexto del ecosistema costero, lo cual incrementa la belleza que obtendrá la casa y provee de valiosos recursos escénicos así como de una mayor calidad de ambiente, dado lo anterior el promovente tiene el interés en realizar las obras y actividades, por lo cual se sujeta al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la construcción y operación de las mismas, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y 5 del Reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

De acuerdo al artículo 28 incisos IX y X, 29, 30 de la Ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en donde de forma enunciativa más no limitativa se establece que:

“Para obtener la autorización que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la secretaria una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”

El predio en la parte terrestre se ubica en la Unidad de gestión ambiental número 44 denominada Zona costera Costa Maya (UGA 44) y UGA 49-B denominada Manglares de costa Maya del Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón Pompeyo Blanco (POEL O.P.B.) publicado 7 de octubre del 2015 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe la parte terrestre del proyecto dentro del predio se ubica en la UGA 156 y la parte marina en la UGA 182.

Finalmente la parte marina se encuentra igualmente inmersa dentro de la zona de amortiguamiento del area natural protegida con carácter de reserva de la biosfera Caribe Mexicano.

En el presente proyecto se establecen medidas de mitigación que consisten en:

1. Programa de rescate, reubicación de flora.
2. Acciones para evitar la contaminación durante las obras y/o actividades.
3. Programa de manejo de residuos sólidos y líquidos urbanos y de manejo especial
4. Programa de reforestación, restauración y conservación.

5. Incrementar la resiliencia del ecosistema costero en específico las dunas costeras.

Para realizar la obra se tomaron en consideración los siguientes criterios:

- **Posesión legal del predio y ubicación en el instrumento de ordenamiento territorial**

Se analizo primero la situación de tenencia de la tierra, el predio es de tipo propiedad privada del Sr. Javier Cano Sánchez y se ubica en la UGA 44 zona costera maya entre sus usos compatibles en específico el de construcción Cu-27 donde se permite la vivienda unifamiliar.

- **Presencia de playa y mar continuo al predio**

Asimismo se tomo en cuenta que el promovente planea una vivienda que cuente con la belleza escénica que proporciona el mar Caribe y el ecosistema de playa así como su uso personal del área de ZOFEMAT para su esparcimiento.

- **Realización de obras de muelle**

Por otra parte debido a que el promovente planea la navegación y la normatividad de la UGA 182 del POEMRGM y MC permite la construcción de muelles rústicos de madera.

Debido a que el predio se compro con el objetivo de llevar a cabo el proyecto que permita la vivienda del promovente con las características mencionadas, no se han considerado otras alternativas que no haya sido la construcción de una vivienda con piscina, palapa abierta y muelle rustico de madera.

2.1.2.- UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

Las obras denominadas en conjunto “K'áak'náab naj” se ubican sobre carretera Xcalak-Mahahual en el predio “La Guadalupe” s/n del poblado de Mahahual, Quintana Roo a la altura del kilómetro 8.0.

A continuación, se presenta croquis de macro y micro localización de las obras, así como la poligonal del predio y ZOFEMAT con sus respectivos cuadros de construcción (Figura 2; Tabla 1).

PLANO DE PREDIO, ZOFEMAT Y OBRA DE MUELLE

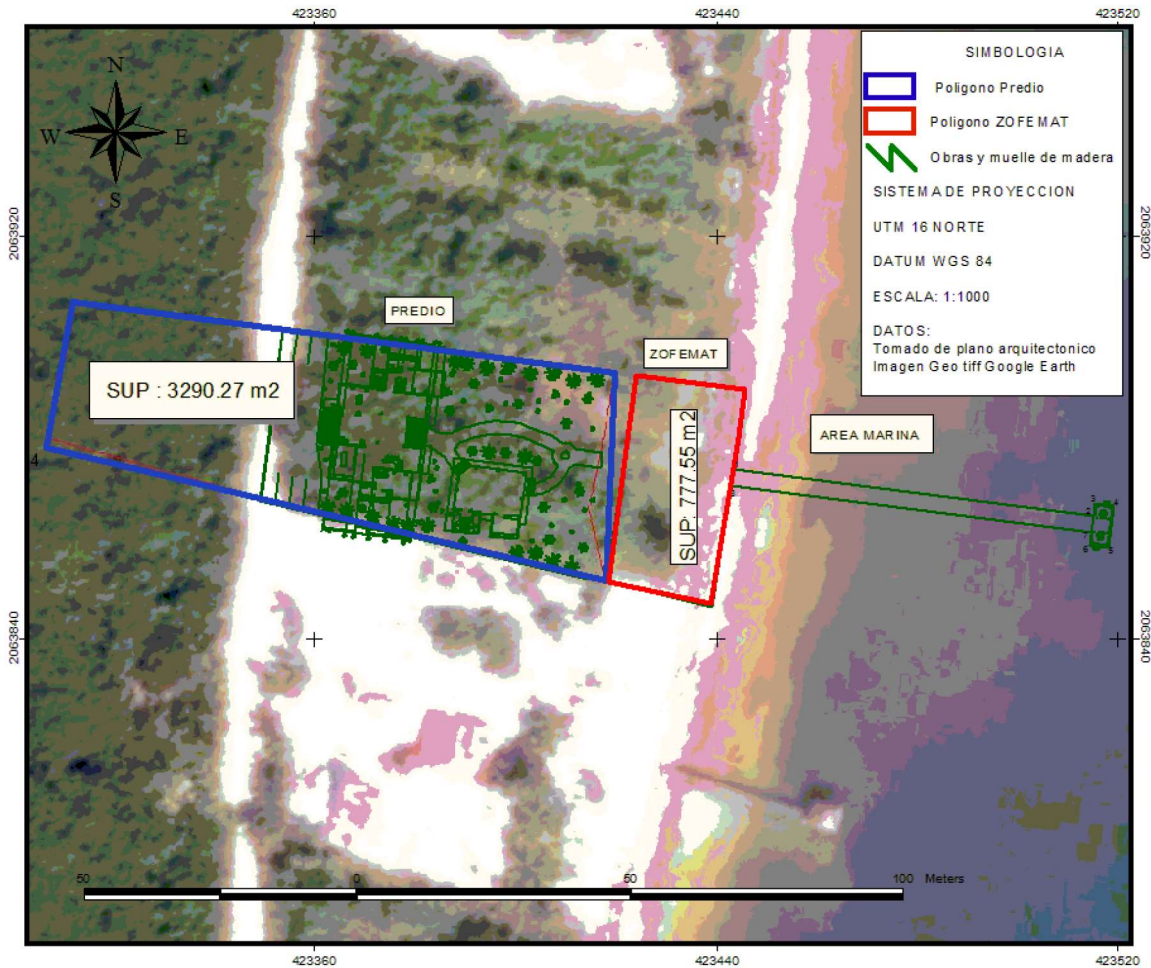


Figura 2.- Planodel predio con superficie total, vértice y área de ZOFEMAT, así como la obra de muelle en el área marina

Cabe señalar que al predio lo atraviesa camino costero que ocupa una superficie de 183.83 m².

Tabla 1.- Polígono del predio con cuadro de construcción se incluyen el área de ZOFEMAT y área de influencia marina; realizadas en formato Universal Transversa de Mercator UTM, Dátum WGS 84 y zona 16 norte

Polígono del Predio (PARTE TERRESTRE)			
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM

			X	Y
Vértice 1	N 02° 41' 19'' E	037.92 m	423413.6750	2063851.7120
Vértice 2	N 82°38' 07'' W	099.80 m	423415.4540	2063889.5950
Vértice 3	S10° 56' 55'' W	026.73 m	423316.4770	2063902.3880
Vértice 4	S76° 33' 55'' E	105.15 m	423311.4000	2063876.1431
Superficie Total		3,290.27 m²		
Polígono zona federal marítima terrestre (ZOFEMAT)				
Vértice 1	S 82°38'07'' E	20.00 m	423419.3248	2063889.0947
Vértice 2	S 07°14'53''W	08.57 m	423439.1598	2063886.5310
Vértice 3	S 08°49'19''W	31.37 m	423438.0789	2063878.0321
Vértice 4	N 76°33'55''W	20.06 m	423433.2677	2063847.0318
Vértice 5	N 08°49'19''E	29.48 m	423413.7517	2063851.6937
Vertice 6	N 07°14'53''E	08.33 m	423418.2734	2063880.8280
Superficie		777.55 m²		
Polígono área de influencia (PARTE MARINA)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y

Vértice 1	N 89°55'47.37'' E	081.65 m	423439.12	2063887.64
Vértice 2	S 02° 07' 9.3'' W	045.97 m	423520.77	2063887.74
Vértice 3	N 90° 0' 0.0'' W	082.25 m	423519.07	2063841.80
Vértice 4	N 02° 52' 20.56'' E	045.90 m	423436.82	2063848.01
Superficie Total		1, 871.52 m²		

Las obras se ubicaran dentro de un ecosistema costero y por ende es aplicable la fracción IX del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el inciso Q) del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Cabe mencionar que en el predio en cuestión tiene una superficie total de de **3,290.27 m²** donde se planea construir la una vivienda unifamiliar de dos niveles y seis recámaras (una de ellas para el servicio), palapa y área de estacionamiento. Con relación al POEL de Othón P. Blanco, el predio se encuentra dividido en dos Unidades de Gestión Ambiental (UGAS), la primera corresponde a la UGA 44 Zona Costera de Costa Mayade **2,314.14 m²** equivalente al **70.33%**, y la segunda UGA es la 49-B Manglares de Costa Maya con una superficie de **976.13 m²** o el **29.66%** respectivamente (Figura 3).

DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO

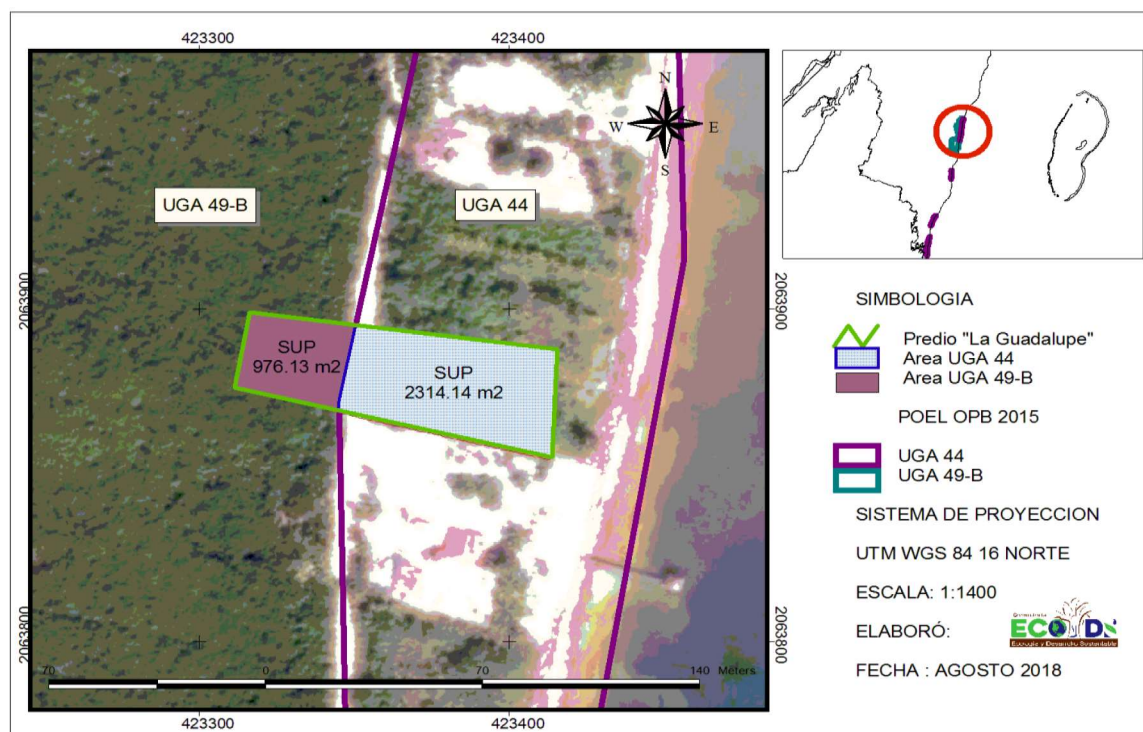


Figura 3.-Mapa de distribución de usos de suelo según las UGA'S 44 y 49-B con respecto al predio de interés donde se llevarán a cabo las obras del proyecto "K'áak'náab naj"

La superficie de desmonte en el predio para las obras que integran la vivienda unifamiliar es de **681.55 m²** que equivalen a un **29.45.00 %** de la parte del predio sobre la UGA 44.

2.1.3.- INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total del proyecto es de \$ 5'400,317.00 (Cinco millones cuatrocientos mil trescientos diecisiete pesos)

Se incurrirá en un costo de mantenimiento y operación variable, toda vez que el propietario llevará a cabo las actividades diarias de limpieza y el mantenimiento se realizarán de manera esporádica según necesidades.

Para la terminación de la obra se requerirá del empleo de **37** personas.

2.1.4.- URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

Al predio se accede tomando la el camino de terracería Mahahual-Xcalak, mismo que atraviesa al predio ocupando una superficie de **183.83 m²**.

Asimismo el proyecto se encuentra en un área relativamente habitada y cercana a la localidad de Mahahual donde se adquirirán mercancías y suministros para la vivienda, así como combustibles para el funcionamiento del vehículo del promovente.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción las obras el agua se abastecerá mediante pipas de 10,000 litros las cuales serán suministradas por una empresa que tomará el agua en el poblado de Mahahual, donde si existe el servicio. En lo que respecta a la etapa de operación este servicio será abastecido mediante la extracción a través de un pozo con una bomba sumergible, para ello se tramitará la concesión y permisos necesarios ante la CONAGUA; asimismo la energía eléctrica del proyecto "**K'áak'náab naj**" será suministrada mediante paneles solares conectados a baterías.

Los tratamientos de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un equipo por cada 3 baños, siendo un total de 3 con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa como sistema complementario para la remoción de Sólidos en suspensión totales (SST), Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO) Fosfatos (PO₃) y nitratos (NO₃), cuyo objetivo es reducirlo por debajo de la normatividad aplicable por la NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996.

Para la limpieza de los biodigestores se utilizarán los servicios externos de empresas de limpieza de biodigestores.

2.2.- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

PREDIO

El proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar con dos niveles formado por:

1. En planta baja contara con sala, cocina-comedor, dos recámaras con baño y vestidor cada una (una de estas es para el servicio) así como escaleras de acceso al segundo piso.
2. En planta alta con cuatro recámaras cada una con vestidor y baño así como un pasillo interno y una terraza exterior.

Las obras de la vivienda unifamiliar se desplantaran en una superficie de desmonte de **681.55 m²**. La superficie de construcción de la casa para planta baja y planta alta será de **800.26 m²**.

A continuación se presentan las obras a realizar en el predio, su superficie en m² (Tabla 2) así como los planos arquitectónicos de la planta baja y alta del proyecto “K'áak'náab naj” (Figura 4).

Tabla 2.- Distribución de áreas de servicio del proyecto “K'áak'náab naj”

Área	Planta baja sup m ²	Planta alta sup m ²
Sala	58.89	
Cocina	41.38	
Comedor-Barra	117.85	
Recamara 1	39.14	
Baño y Vestidor 1	16.59	
Recamara 2	40.59	
Baño y Vestidor 2	16.59	
Recamara 3		39.14
Baño y Vestido 3		16.59
Recamara 4		37.53
Baño y Vestidor 4		15.15
Recamara 5		37.74
Baño y Vestidor 5		15.15
Recamara 6		40.59
Baño y Vestidor 6		16.59
Pasillo		105.2
Terraza		62.6
Escaleras	19.3	
Estacionamiento*	40	
Andadores*	63.76	
Piscina	81.82	
Cocina palapa abierta*	19.64	
Baños palapa abierta	18.49	
Palapa de madera*	107.51	
Total construcción por nivel	470.08	323.68
Total de construcción	793.76 m²	
Superficie de desplante	450.65 m²	
Sup de desmonte por las obras a desarrollar	682.18 m²	

La superficie de desplante del predio será de 450.65 m², dejando como superficie permeable 2839.63 m² equivalente al 86.31% como área permeable.

Cabe señalar que al predio lo atraviesa camino costero que ocupa una superficie de 183.83 m². Las superficies de la vivienda unifamiliar se encuentran distribuidas conforme al siguiente plano en planta baja y planta alta proyecto “K'áak'náab naj”.

Planos arquitectónicos de distribución de áreas de la casa habitación: planta alta y planta baja del proyecto “K'áak'náab naj”

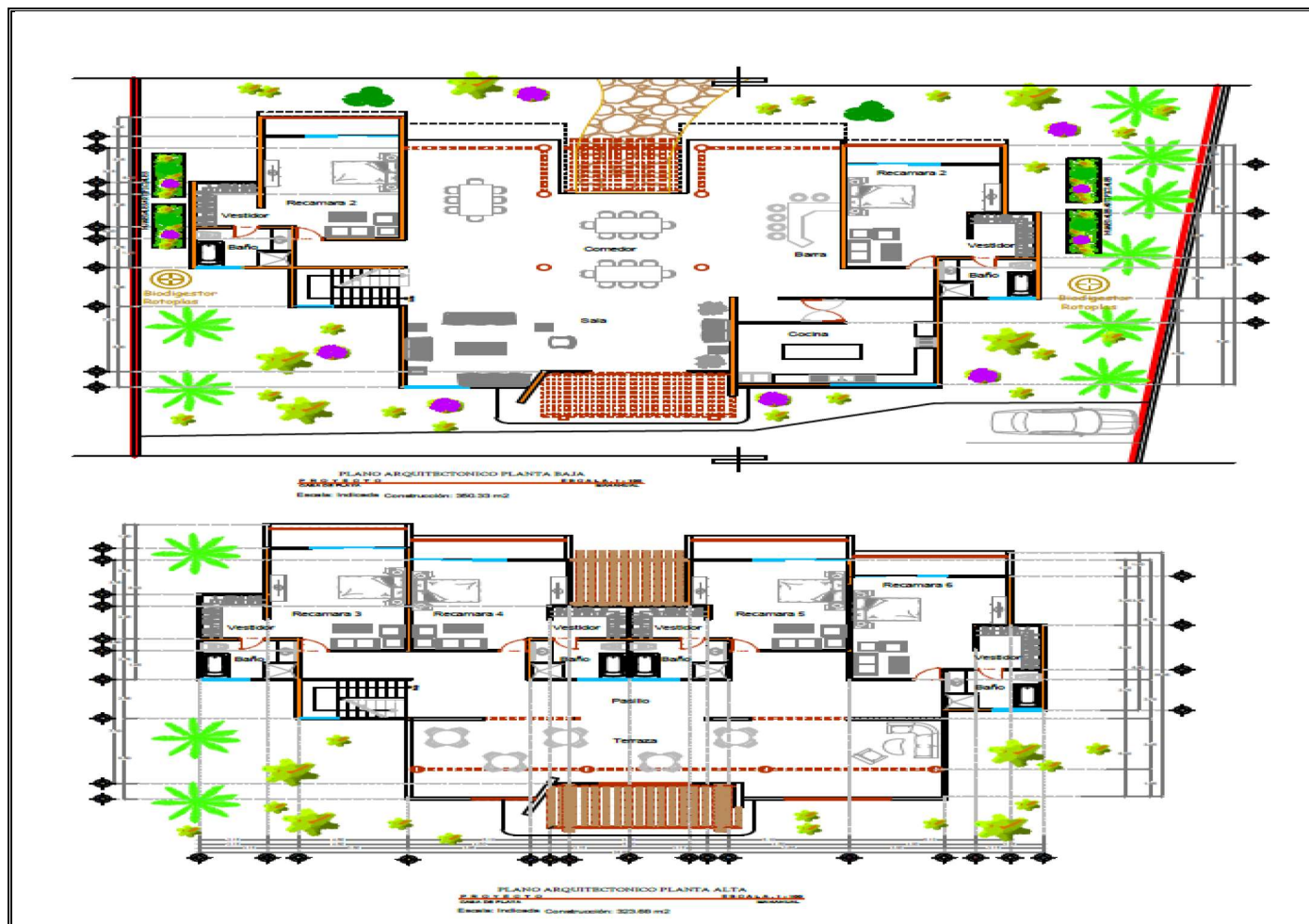


Figura 4.- Planos generales de planta baja y planta alta del proyecto “K'áak'náab naj” y distribución de las superficies

ZOFEMAT

En la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) tiene una superficie de **777.55 m²** de los cuales se realizarán las obras de restauración de las dunas embrionarias y primarias a través de captadores de arena (palizada) dispuesta en forma paralela a la costa en una superficie de **200 m²**, además del arranque del muelle rústico de madera.

AREA MARINA

Se pretende la construcción de un muelle rustico de madera de 70 metros de largo y 3 metros de ancho con palapa abierta en su costado, siendo una superficie de aprovechamiento de **238.7 m²** (Figura 5).

Dicho muelle se ubicara en las siguientes coordenadas proyectadas que se presentan a continuación (Tabla 3):

Tabla 3.- Ubicación planeada de la obra de muelle rústico de madera y palapa-comedor en su extremo

Muelle del proyecto "K'áak'náab naj"								
Vertice	Rumbo					Distancia	Coord. UTM	
							X	Y
1	S	82°	39'	46.15''	E	69.9	423437.18	2063872.12
2	N	13°	29'	44.63''	E	2.31	423502.96	2063863.65
3	S	82°	23'	39.19''	E	3.7	423503.5	2063865.9
4	S	7°	34'	28.84''	W	7.6	423506.87	2063865.45
5	N	82°	8'	28.41''	W	3.66	423505.87	2063857.93
6	N	8°	14'	20.25''	E	2.3	423502.32	2063858.42
7	N	82°	37'	6.2''	W	70.03	423502.64	2063860.63
8	N	8°	51'	46.38''	E	3.01	423436.72	2063869.17

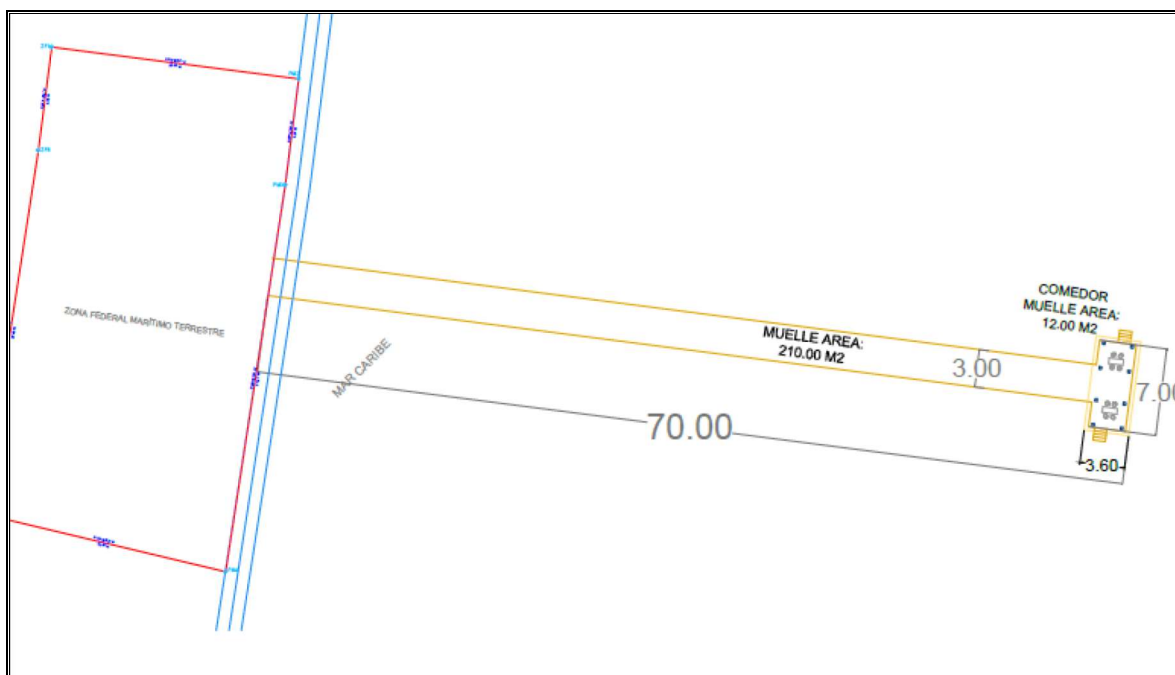


Figura 5.- Obras de muelle del proyecto "K'áak'náab naj".

La operación del proyecto "K'áak'náab naj" consiste básicamente en brindar vivienda, resguardo y protección a los propietarios, así como el espacio adecuado para recibir la visita de familiares y amigos en temporada vacacional.

El suministro de energía como se había mencionado es a base de paneles solares, y el sistema de aire acondicionado de la vivienda es utilizando equipos con eficiencia energética de tipo inverter de 18,000 y 24,000 btus en la vivienda unifamiliar con un total de 7 unidades.

Todas las luminarias de la vivienda son ahorradoras de energía y a base de sistemas led.

El sistema de calentamiento hidráulico es a base de calentadores de gas LP con capacidad de 40 litros que cumplen con la NOM-003-ENER-2011.

2.2.1.- PROGRAMA DE TRABAJO

A continuación, se presenta el programa de trabajo de las obras que se planean realizar para la conclusión de la etapa de construcción y operación de la vivienda unifamiliar "K'áak'náab naj" y obras asociadas (Tabla 4)



la 4.- Programa de la obra

PROGRAMA GENERAL DE OBRA		MESES						
Descripción	Duración	NOV	DIC	ENE(2019)	FEB	MAR	ABR	MAY
Actividades previas a la construcción								
Empieza y despalde de material vegetal en un espesor promedio de 20 cm, por medios mecánicos.								
Trazo y nivelación de terreno con equipo topográfico para desplante de edificio, estableciendo ejes y referencias con estacas, trompos, clavos y pintura.								
Construcción vivienda unifamiliar								
Fundamentación								
Acabado de plantillas, zapatas corridas, cadena de desplante, relleno a nivelación, muros de block, enrase castillos y cadena de nivelación								
Estructura								
Cerramientos, cadenas de cerramientos y losa con cadena perimetral en terraza, altil y chaflán.								
Muros de planta alta, cerramientos, cadena de nivelación y losa.								
Acabados y recubrimientos								
Instalación de tubería								
Instalación eléctrica								

Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto K'áak'náab naj



Instalación hidráulica y sanitaria								
Construcción de acceso principal								
Captadores								
Cocina								
Esterna								
Construcción de la palapa abierta								
Instalaciones eléctricas								
Instalaciones hidráulicas y sanitarias								
Pera de muelle								
Tras de restauración duna costera (captadores de arena)								
Tras de mitigación humedales artificiales para tratamiento de las aguas generadas por el biodigestor.								

2.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

En la continuación, se presentan el conjunto de obras denominado “K'áak'náab naj” dentro del contexto del predio; señalando la construcción de una palapa de madera abierta, muelle de madera y humedales artificiales (Figura 6).



Figura 6.- Obras del proyecto “K'áak'náab naj” vivienda unifamiliar, piscina, palapa abierta y obras de muelle a realizarse en el predio y construcción de un muelle de madera en la parte marina colindante al predio.

2.2.3.- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

A continuación, se describe el proceso de las obras que se realizarán durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto “K'áak'náab naj” y obras asociadas.

C. Preparación del sitio despalde del terreno

Se realizarán los trabajos de limpieza para la instalación de la bodega y campamento utilizando láminas de cartón, polines, barrotes y herramienta menor, la cual será colocada en el predio en una superficie de **24 m²**, sanitarios portátiles **4.65 m²** y áreas para depositar las tolvas de polvo y grava de piedra de banco de **60 m²** siendo una superficie total de **88.65 m²** (Figura 7).

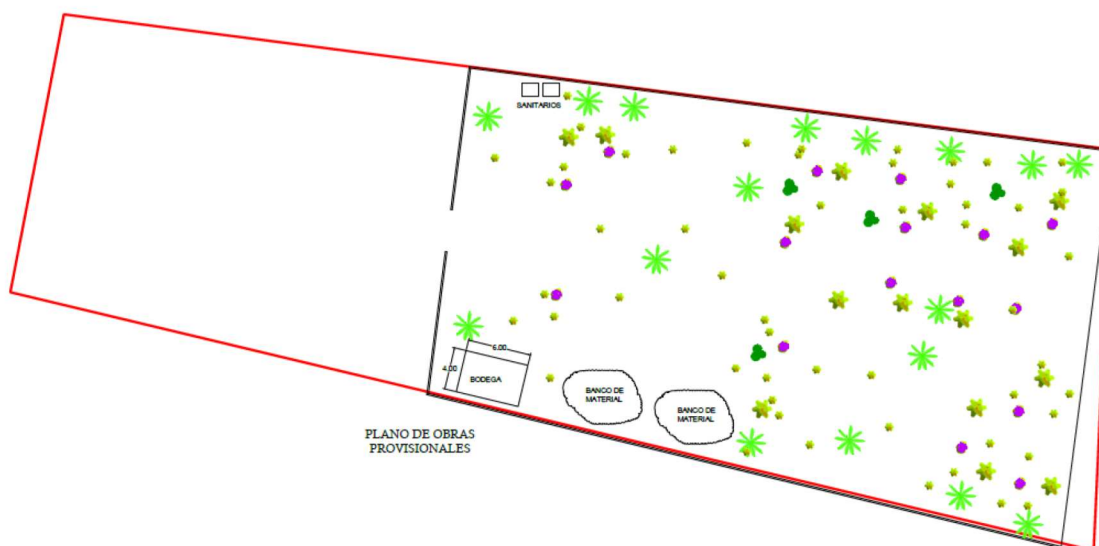


Figura 7.- Plano de obras provisionales a implementar en el sitio de aprovechamiento

D. Etapa de construcción

- Estudios de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos consiste en la localización de posibles cavernas y el reconocimiento de la estratigrafía del terreno con el objeto de identificar cambios de densidad de las capas del suelo que indicarían que no es apto para la construcción de las obras.

Se utilizaron para este estudio un total de 5 sondeos exploratorios de avance controlado con perforadora automática tipo Stenuick con martillo de fondo de broca de 3 y ½ pulgadas de diámetro con insertos de diamante alimentado por un compresor Ingersoll Rand a una profundidad de 5 m(Figura 8).

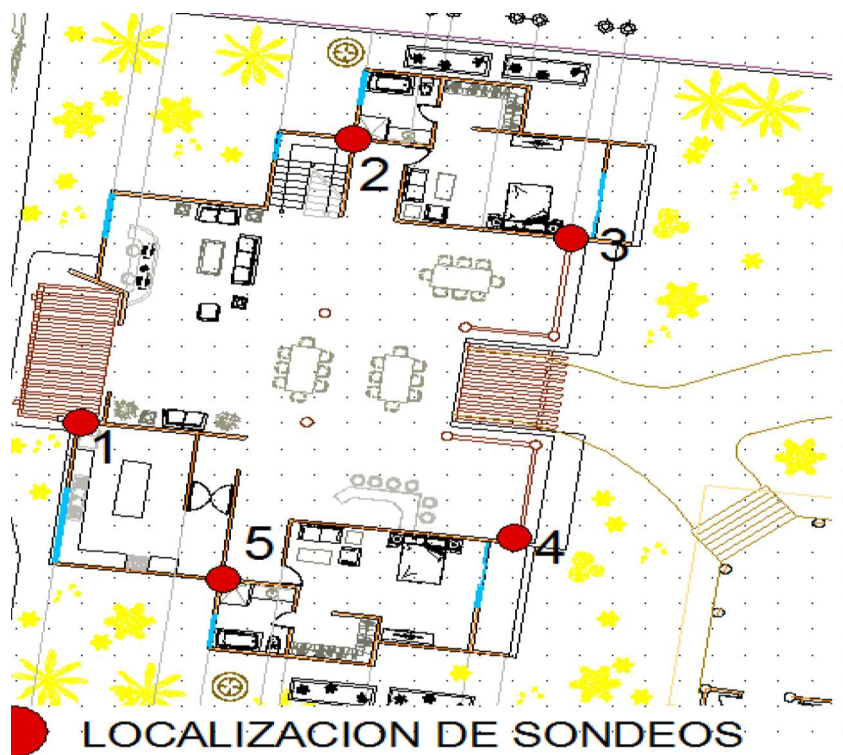


Figura 8.- Plano de puntos de sondeo para la caracterización de la estabilidad del suelo

Entre los principales resultados obtenidos fue que el terreno no presenta el desarrollo de cavernas y se caracteriza por un estrato de arena de mar que va en promedio de 2.75 m de espesor para dar lugar a piedra caliza de textura suave a media (Figura 9).



Figura 9.- Estratificación de los suelos presentes en los puntos explorados durante la caracterización de estabilidad del suelo

La recomendación originada en base a estos estudios estratigráficos es que se proponen dos opciones para la cimentación: Una a base de pilas en cada vértice de carga lo cual es muy costoso y tardado o realizar una excavación buscando la capa de arena con conchuela y desplantarse desde ahí con una zapata corrida de concreto armado para darle estabilidad a la estructura.

Asimismo, el estudio sugiere que debido a su cercanía con el mar debe tener un sistema de duna que pudiese mitigar el embate de las olas del mar ya que es lo que pudiera provocar el lavado de la cimentación y socavarse, así como provocar asentamientos diferenciales por lo cual se deberá tratar de confinar la cimentación lo mejor posible.

Por otro lado, de acuerdo a la estratigrafía encontrada se considera que tiene una roca suave con capacidad de carga de 2kg/cm^2 y que el proyecto requiere una capacidad de carga de 0.6 kg/cm^2 por lo que el ingeniero que realizara los cálculos estructurales considera este rango para la distribución del peso de obra.

De igual manera el material de relleno para alcanzar los niveles del proyecto deberá ser procedente de banco y se deberá compactar en capas no mayores de 20 cm en un 95% según la prueba Proctor estándar.

- **Memoria de cálculo estructural para solucionar el tipo de cimentación y carga de los elementos estructurales**

La cimentación sera solucionada mediante la aplicación de zapatas corridas de concreto armado y cadenas de desplante de concreto reforzado que han sido consideradas para todos los muros, la cimentación será asentada sobre el manto firme de arena a la profundidad necesaria y para los ejes de carga mayor se han considerado la carga neta del subsuelo y la transmitida por el peso de las obras.

Asimismo se han considerado los factores de carga y resistencia de los elementos estructurales que intervienen en la estabilidad de la obra y que se desglosan de manera específica en el apartado memoria de cálculo anexa a esta manifestación de impacto ambiental.

- **Desplante de la cimentación de la vivienda unifamiliar y limpieza**

Se realizará el desplante de la vivienda unifamiliar en una superficie de **450.64 m²** para ello se utilizó, excavadora New Holland E215B la arena que se obtendrá del desplante será colocada en el mismo predio para ser utilizada posteriormente en obras de nivelación.

- **Hincado de los pilotes estructurales**

Se preparan los pilotes estructurales con las siguientes especificaciones: 6 varillas de media de 2.70 m de largo considerando escuadras y traslapes, arillos del número 2 de 15 cm y uno del número 3 en el centro, los cuales serán cimbrados con sonotubo de 0.40 m de diámetro y 1.50 m de alto, colados con revolvedora con concreto de $F'C = 250 \text{ kg/cm}^2$.

- **Trazo y nivelación de las obras**

Se realizará el trazo de las obras y el hincado de los pilotes estructurales en el área de desplante de la vivienda unifamiliar, para ello se preparan los niveles mediante estación total se marcan los puntos clave para el trazo de la casa y palapa abierta.

- **Preparación de la cimentación**

Se instalara el plástico protector y sobre él se colara una plantilla de concreto con $F'C = 100 \text{ kg/cm}^2$, sobre el se instalaran zapatas corridas con una estructura de varillas de número 4 y 3 con un diámetro de 0.30 cm; así como el colado de castillos armados con varilla número 4 y estribos del número 2 con un diámetro de 0.10 cm y alambre de amarre recocido.

Asimismo, la contra trabe de dimensiones de 0.30 por 0.20 m se armará con 4 varillas del número 4 y estribos del número 2 con un diámetro de 15 cm, se utilizara concreto $F'C = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

- **Preparación de los muros planta baja**

Se preparan los muros con bloques de la región de 15x20x40, con mortero preparado en proporción 6:1 se realizaran a una altura de 12 hiladas.

- **Castillos armados**

Los castillos se arman a mano se utilizando 4 varillas del número 4 y estribos con diámetro de 0.10 cm, con $F'C = 250 \text{ kg/cm}^2$, cimbrados con tablas de madera de 2.50 x 0.20 cm.

- **Cadena de nivelación y trabes de planta baja**

Se prepara la estructura de la cadena de nivelación mediante el armado de castillos del número 4 y estribos de 0.10 cm de grosor; se realiza la cimbra con tabla de madera de 2.50 x 0.20 m y se realiza el colado con concreto de especificaciones de $F'C=250 \text{ Kg/cm}^2$.

Asimismo, una vez nivelada la planta baja se dispone el armado de las trabes para colocar la losa usando estructura armada de varilla de 35.6 x 15 cm con varilla del número 4 y alambazón del número 2.

- **Colocación de la losa de planta baja, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias**

Se procede a la cimbra de la losa de vigueta y bovedilla de la región; las viguetas son de tipo reforzadas, con 4 hilos de tipo T-5 y bovedilla de 15x25x63 cm, con un recubrimiento de malla electrosoldada, con cimbrado de contención del concreto lateral, así como concreto con una $F'C=250 \text{ Kg/cm}^2$

Posterior al cimbrado se prepara la red de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como la malla electrosoldada 6-6 x10-10 amarrada con alambre recocido y varilla del número 4 a castillos y después de ello se prepara el área para el colado de la losa de planta baja.

El colado de la losa se realiza usando revolvedora, el concreto preparado con una $F'C=250 \text{ kg/cm}^2$ con mano de obra y uso de carretilla con un grosor de 5 cm sobre nivel de bovedilla, los materiales de construcción se concentran en un área determinada y las bolsas de cemento se disponen dentro de los contenedores señalizados para su traslado a disposición final.

- **Desplante de planta alta**

Una vez terminada la losa de planta baja y fraguada se procede a iniciar el desplante del segundo nivel para ello se utiliza una armadura de fierro para la cadena, se utilizara armada de 35.6 x 15 cm con varilla del número 4 y alambazón del número 2, para posteriormente llevar a cabo la colocación de los muros de block de la región de 15x20x40, con mortero preparado en proporción 6:1 se realizaran a una altura de 12 hiladas.

- **Castillos armados planta alta**

Los castillos se arman a mano se utilizan 4 varillas del número 4 y estribos con diámetro de 0.10 cm, con $F'C=250 \text{ kg/cm}^2$, cimbrados con tablas de madera de 2.50 x 0.20 cm.

- **Cadena de nivelación y trabes de planta alta**

Se prepara la estructura de la cadena de nivelación mediante el armado de castillos del número 4 y estribos de 0.10 cm de grosor; se realiza la cimbra con tabla de madera de 2.50 x 0.20 m y se realiza el colado con concreto de especificaciones de $F'C=250 \text{ Kg/cm}^2$.

Asimismo, una vez nivelada la planta alta se dispone el armado de las trabes para colocar la losa usando estructura armada de varilla de 35.6 x 15 cm con varilla del número 4 y alambra del número 2.

- **Colocación de la losa de planta alta instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias**

Se procede a la cimbra de la losa de vigueta y bovedilla de la región; las viguetas son reforzadas con 4 hilos de tipo T-5 y bovedilla de 15x25x63 cm, con un recubrimiento de malla electrosoldada, con cimbrado de contención del concreto lateral, así como concreto con una $F'C= 250 \text{ Kg/cm}^2$

Posterior al cimbrado se prepara la red de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como la malla electrosoldada 6-6 x10-10 amarrada con alambre recocido y varilla del número 4 a castillos y después de ello se prepara el área para el colado de la losa de planta alta.

El colado de la losa se realiza usando revolvedora, el concreto preparado con una $F'C=250 \text{ kg/cm}^2$ con mano de obra y uso de carretilla con un grosor de 5 cm sobre nivel de bovedilla, los materiales de construcción se concentran en un área determinada y las bolsas de cemento se disponen dentro de los contenedores señalizados para su traslado a disposición final.

- **Construcción de la piscina**

Se realizara mediante excavación hasta el nivel deseado, la cimentación se hara a base de losa de cimentación con contratraveses, de la cual se afirmaran los muros estructurales a base de concreto y varillas del numero 4, con una cadena de nivelación, los acabados serán con revestido las paredes internas de instalaran mosaico de tipo porcelanato y resanes. La obra contara con una superficie de **81.62 m²**.

- **Construcción del muelle de madera**

Para la construcción del muelle se empleara malla geotextil, con lastre, boya y ancla a una distancia de 5 m en el perímetro del área donde serían colocados los pilotes, para el muelle de madera la superficie del puente es de **210 m²** y presenta una palapa comedor abierta de **28.7 m²**, se utilizan 76 pilotes de entre 2 y 3.5 m de largo y con un diámetro de 27 a 30 cm de madera de zapote, jabón, chacteviga y chintok; el sembrado se efectuara de manera manual y a una profundidad de 0.73 m con concreto.

Posteriormente se colocarán los cargueros y largueros de entre 15 cm y 25 cuya función es soportar el entablado de madera de zapote con tablonés de 3 m y entre 20 y 25 cm que son la cubierta del muelle de madera.

- **Palapa de madera**

Sera construida a base de madera y con techo de zacate cercanos a la vivienda unifamiliar contará con una superficie de **145.64 m²** de los cuales **19.64 m²** serán la construcción de una cocina y **18.49 m²** serán para los sanitarios hombres-mujeres. Asimismo contará con instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias con un biodigestor y dos humedales artificiales.

- **Obras de mitigación del impacto ambiental (captadores de arena, humedales artificiales y áreas de reforestación en el predio)**

- **Captadores de arena**

Son estructuras de madera o ramas secas en forma de palizada que se encuentren en el predio, su función es retener pasivamente la arena y facilitar la formación de dunas, estos se colocarán de acuerdo a la dominancia de los vientos y al tipo de duna presente (dunas paralelas a la costa) con una altura de 60 cm en forma de zig-zag que es la más recomendable (Martínez *et al.*, 2014) con una separación entre dichas estructuras de 5 metros estos serán colocados donde la duna se haya perdido.

- **Humedales artificiales de flujo subsuperficial HAFS**

Dispuestos en áreas de ajardinamiento; se trata de seis estructuras de forma rectangular de 1m de ancho por 3 m de largo y 70 cm de profundidad con una pendiente de 1° que son excavadas en la arena, posteriormente se colocara malla geotextil para cubrir la superficie excavada incluida las paredes se colocara la tubería de descarga de las aguas en un extremo y tubería de salida hacia jardín, se rellenara el lecho usando una mezcla de grava fina y arena de calibres ya establecidos, en la superficie se utilizara vegetación nativa consistente en riñonina (*Ipomoea pes-caprae*) para la aireación del área.

- **Áreas de reforestación**

Se tratan de dos áreas donde dos se localizan a los costados de la vivienda unifamiliar con **340.0 m²** y **230.0 m²** que serán reforestadas con la especie nucleadora icaco (*Chrysobalanus icaco*) a una razón de **1111 plantas/ha** quedando **63 plantas** en **570 m²**.

2.2.4.- ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

7. Limpieza diaria

Consiste en la limpieza diaria de la casa, en esta actividad se recuperarán los residuos sólidos y sanitarios generados por los habitantes y se manejarán de acuerdo al programa de manejo de residuos sólidos.

8. Jardinería

Las áreas verdes serán podadas y se mantendrán limpias de residuos sólidos, a través de la intervención del propietario, quien se encargará de estas actividades diariamente.

9. Manejo de residuos sólidos

Los residuos sólidos se recogerán diariamente y se almacenarán temporalmente en el medio baño ubicado bajo la escalera, hasta el servicio contratado por el promovente, pase a recogerlos para llevarlos a disposición final.

10. Mantenimiento instalaciones

Las instalaciones hidráulica, sanitaria y eléctrica, serán revisadas anualmente, para detectar fallas y reparar preventivamente las mismas.

11. Mantenimiento de la vivienda unifamiliar

Las labores del programa de mantenimiento, consistirán en dar nuevos acabados, instalar nuevos pisos, pintar nuevamente los edificios, cabe señalar que estas actividades serán periódicas e inicialmente no se llevarán a cabo, se considera que en un periodo de 5 años se llevarán a cabo dichas actividades.

12. Monitoreo de la obra de restauración de la duna costera

Debido a que el proceso de construcción de la duna costera será natural mediante la retención y la colonización vegetal natural, apoyado por las estructuras de captación de arena, se monitorea a mediano plazo la cobertura vegetal, riqueza de especies y el incremento en la captación de arena usando curvas de nivel en referencia a su estado inicial.

2.2.5.- ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Debido a la naturaleza del proyecto se consideró que es propiedad privada además de ser una obra en la cual el promovente piensa vivir con su familia y al ser objeto de un patrimonio no se tiene contemplado su abandono por lo tanto no se tiene planes de retirar las estructuras y obras sino más bien de darle un mantenimiento preventivo y correctivo.

2.2.6.- UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

No se contempla el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.

2.2.7.- GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

1. Residuos sólidos

En la etapa de construcción se estima una generación total de **6.00 Kg** al día, por los **37** trabajadores de la obra, de los cuáles se prevee que **2.00 Kg** serán residuos orgánicos y **4.00 Kg** residuos inorgánicos. La disposición final de estos residuos será en el basurero municipal. Se considera que por cada jornal que se requerirá para la construcción y operación del proyecto, se generarán **0.16 kg/hab/día** de residuos sólidos, lo anterior se fundamenta en que los trabajadores por el tipo de jornada laboral que realizan consumen más productos envasados y eso ocasiona tener un mayor porcentaje en los residuos sólidos inorgánicos.

2. Residuos líquidos

Durante la construcción, se calcula un total de **0.60 m³** de aguas residuales generadas por día. Estos residuos se generarán por los trabajadores que realizan la construcción de infraestructura del proyecto, estos residuos líquidos corresponden principalmente a las aguas residuales que se producirán por los servicios sanitarios de los trabajadores. Para la etapa de operación se considera que las aguas jabonosas serán generadas en la vivienda, mientras que las aguas negras una tercera parte será generada en la obra, misma que se dispondrá a través de sanitarios portátiles contratados para tal fin.

Durante la etapa de operación; se considera que el máximo de ocupación el proyecto tendrá un total de 6 personas en la casa, considerando que lleguen visitas para los propietarios. Usualmente en la vivienda unifamiliar, solo habrá cuatro personas. Con base en lo anterior y considerando que el diseño del biodigestor propuesto es para una casa pequeña con una dotación de 200 lts/hab/día, se propone la instalación de 3 biodigestores. La instalación de estos biodigestores se realizará en colindancia con las áreas verdes de la vivienda unifamiliar.

El Biodigestor propuesto funciona de la siguiente manera:

Es un producto desarrollado por Grupo ROTOPLAS® que tiene como objetivo mejorar el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Este sistema es suficiente para dar tratamiento a las aguas residuales de la casa, reduciendo la DBO hasta en un 60%, suficiente para poder ser usadas en el riego de pastos y hortalizas. Las aguas residuales tratadas previo paso por un sistema de humedal artificial flujo subsuperficial se usarán en el riego de áreas verdes.

El biodigestor ROTOPLAS R-600 es suficiente para dar tratamiento a las aguas que se generen en la vivienda.

Asimismo este biodigestor cumple con las siguientes normas:

NOM-006-CONAGUA-1997 “Especificaciones para fosas sépticas prefabricadas”

Sin embargo no se encuentra certificado en:

NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003 SEMARNAT-1997

Por ello se propone el sistema de tratamiento complementario a través de humedales artificiales para cumplir con las normas oficiales antes mencionadas y basado en los resultados de su monitoreo continuo.

3. Residuos gaseosos

Existen emisiones de residuos gaseosos principalmente **CO₂** a la atmosfera en la etapa de construcción debido a la existencia de maquinaria operada a base de combustibles como el diésel y la gasolina se ha estimado de manera mensual el consumo de Diesel en **1,040 litros** y **480 litros** de gasolina del uso de retroexcavadoras, camión de volteo, revolvedoras de concreto y generador eléctrico.

Durante la etapa de operación se estima un consumo mensual de **60** litros de Gas LP empleado para el uso doméstico cuando no se cuente con la energía suficiente suministrada por los paneles solares instalados para el funcionamiento de los aparatos eléctricos.

4. Ruido

Durante la etapa de construcción se esperan tener ruido de **70** a **110** db. En la etapa de operación no se espera tener generación de ruido que sobrepase los límites establecidos en la normatividad que fluctúan entre **50 y 70 db**.

2.2.7.1.- GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Identificar por etapa si el proyecto:

2.2.7.1.1.-Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros

Durante la etapa de construcción se ha estimado que producto del uso de camiones de volteo y maquinaria como la revolvedora consumiran alrededor de **1,040** litros de diesel por mes y **480** litros de gasolina mensuales lo cual producto de su combustión generará mensualmente **2.83** ton de CO₂ por concepto de quema de diesel y **1.10** ton CO₂ producto de la gasolina.

Durante la etapa de operación se estima que se utilicen **100** litros de gasolina de forma mensual y **180kg** de gas LP para cocción de los alimentos. Lo cual generaría **0.231** ton de CO₂ para la gasolina y **0.285** ton por quema de gas LP respectivamente

2.2.7.1.2. Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida

Dióxido de carbono: **3.93** ton de CO₂ de forma mensual durante la etapa de construcción.
0.516 ton de CO₂ durante la etapa de operación de forma mensual.

CAPÍTULO III

3.- VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA

LEYES

a) CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución, en su artículo 4 párrafo 5 a la letra dice “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”.

Así mismo el artículo 27 en su párrafo tercero señala que “La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

El artículo 73 fracción XXIX-G señala que el congreso tiene la facultad “Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico”.

Con base a los artículos antes citados la presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto “K'áak'náab naj” consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar con piscina, palapa de madera y muelle rústico, en un área de competencia federal, sin embargo, concurren otros instrumentos de política ambiental en el ámbito estatal como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P. Blanco, mismo que se analizará en el presente capítulo.

b) LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial el 28 de enero de 1998 y es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo primero se establece que este instrumento es competencia de la Federación y, se refieren 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. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto el desarrollo sustentable, y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; Fracción reformada DOF 05-11-2013

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

El artículo 5° fracción II y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), determina que es facultad de la federación la aplicación de los instrumentos de la política ambiental, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, así como la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

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

[...]

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

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

[...]

Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente [...]

El artículo 35 párrafo tres a la letra dice: “Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación”.

Al respecto, para dar cumplimiento a lo señalado en los artículos 28 y 30 de la presente Ley se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental para el proyecto “K'áak'náab naj”

c) **ARTÍCULO 88.-** Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios

II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;

III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y Fracción reformada DOF 13-12-1996 IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

El promovente es consciente de la responsabilidad de proteger y mantener las características hidrológicas del sitio, por lo que el muelle será de madera dura de la

región sin tratamiento a base de hidrocarburos para evitar contaminar el agua, los materiales de construcción serán temporales. El muelle será piloteado, lo que no interrumpirá o modificará las corrientes marinas.

d) REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

“Artículo 4.- Compete a la Secretaría:

l.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento...”

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

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.

El proyecto denominado “K'áak'náab naj” consiste en una vivienda unifamiliar con 6 recámaras (incluida las de servicio), piscina y una palapa abierta así como un muelle de madera situado en el área marina y zona federal marítima terrestre. Para dar cumplimiento con el presente artículo del reglamento, el proyecto se somete a evaluación mediante el ingreso del Manifiesto de impacto ambiental.

e) LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

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

Los residuos sólidos derivados de la construcción serán dispuestos donde lo señale el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, además se implementará un sistema de clasificación de residuos sólidos para los que se generen por los empleados con la finalidad de fomentar el reciclaje, así mismo para el manejo de residuos líquidos instalarán sanitarios portátiles de tipo SANIRENT, a los que se les dará mantenimiento constante. En la etapa de operación los residuos sólidos estarán clasificados para su posterior reciclado (Se anexa el programa de manejo de residuos), en cuanto a los residuos líquidos serán enviados a 3 biodigestores con un sistema de seis humedales artificiales.

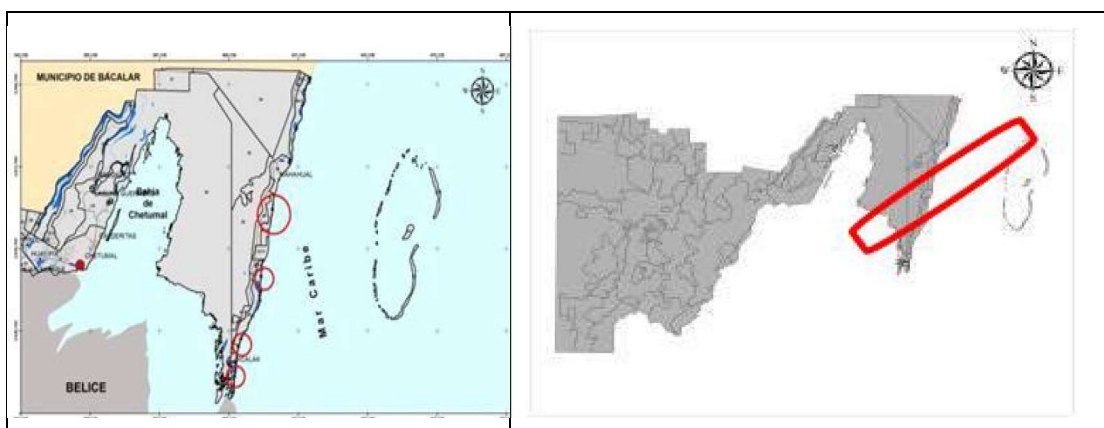
f) PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO

Tomando en consideración lo regulado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de impacto Ambiental en lo conducente al proceso de evaluación del impacto ambiental en las diversas etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se realizará presenta la vinculación con los instrumentos normativos aplicables que es el Programa de Ordenamiento Ecológico de Othón P. Blanco.

El predio donde se desarrollará el proyecto “K'áak'náab naj” se encuentra regulado por dos Unidades de Gestión Ambiental, la primera corresponde a la UGA 44 denominada “Zona Costera Costa Maya”, que es donde se desarrollará el proyecto, la segunda UGA es la 49B que estará destinada a la conservación.

La Unidad de Gestión Ambiental 44 tiene una política ambiental de aprovechamiento sustentable, al que le corresponden los siguientes usos de suelo (Tabla 5):

Tabla 5.- Unidad de Gestión Ambiental 44 y sus usos de suelo



Superficie: 408.78 Hectáreas		Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable	
Criterios de Delimitación: Esta UGA se delimitó mediante 8 polígonos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Costa Maya con una densidad de 15 ctos/Ha, por petición de las autoridades municipales y estatales en materia de turismo, dadas las prospectivas de desarrollo que ya existen y están consideradas en los Planes municipal y estatal de Desarrollo para esta zona en particular.			
Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:			
CLAVE	CONDICIONES DE LA	HECTAREAS	%
MC	Matorral costero	408.78	100.00
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 0.0 %		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 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 0.04% del territorio municipal.			
Descripción Socioeconómica:			
Esta UGA presenta 17 diferentes localidades, siendo todas pequeñas rancherías; El número total de pobladores de esta UGA es de 66 (INEGI, 2010).			
Por otra parte, esta UGA presenta una red carretera de 20.18 km lineales.			

- ☐ 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 35 % de la UGA, en un período de 5 años.
- ☐ Se conserva el 65 % de la cobertura vegetal presente en la UGA.
- ☐ Se privilegia el desarrollo de actividades enfocadas al turismo sustentable en el 35% 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 6,131 unidades.

[illegible]

Usos Compatibles: Servicios Ambientales, Turismo Convencional y Turismo Alternativo.

Usos Incompatibles: Agropecuario, Acuicultura, Desarrollo Suburbano, Transformación, Desarrollo Urbano y Forestal.

Componente	C	Criterios de Regulación Ecológica											
Construcción	CU	01	03	04	05	07	10	12	13	14	16	17	18

		22	27	28	29								
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales	AS	06	32	36	46								
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

Los criterios que aplican al proyecto “K'áak'náab naj” son los siguientes (Tabla 6):

Tabla 6.- Tabla de Criterios Generales que le aplican a ambas Unidades de Gestión Ambiental

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	DEVINCULACIÓN DEL PROYECTO
Recurso prioritario: Agua		

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
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.	De acuerdo con este criterio, los predios cuya superficie total sea mayor de 3,001 m ² deben dejar una superficie permeable equivalente al 40% de la superficie del predio. El predio tiene una superficie de 3290.27 m ² se debe mantener el 40% de la superficie del predio como área permeable, que debe ser 1,316.108 m ² . Sin embargo, el proyecto contempla dejar una superficie como áreas permeables 2,839.63 m² equivalente al 86.31% de la superficie total del predio. Considerando lo anterior, se cumple ampliamente con este criterio.
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.	Se cumple. Las aguas pluviales estarán separadas de las aguas residuales. Las aguas residuales serán enviadas a biodigestores y un humedal. El predio contempla una superficie de 2,839.63 m² como áreas permeables, que corresponde al 86.31 % de la superficie total del predio.
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. En el caso de ecosistemas Marinos, se realizará de conformidad lo establecido por la Ley de Vertimientos	Se cumple. El Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar, no se contempla el vertimiento de hidrocarburos o algún producto químico al agua. En la etapa operación del muelle de madera no se contempla el uso de combustibles. Con relación a la vivienda en caso que se utilice diésel o gasolina para la planta de energía, este

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	en las Zonas Marinas Mexicanas y su reglamentación.	combustible se almacenará temporalmente en un sitio de concreto impermeable con la finalidad evitar la contaminación del suelo que evite algún posible derrame
CG-04	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.	No Aplica, el predio no presente cenotes o cuerpos de agua continentales.
CG-05	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.	No Aplica. No se contempla el uso de agroquímicos en la etapa de operación del Proyecto. Asimismo, el predio no se encuentra en zonas de captación y/o extracción de agua.
CG-06	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	Se cumple. El tratamiento de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	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.	sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada tres recámaras y un biodigestor para los baños de la palapa, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa.
CG-07	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.	No aplica. El Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar que no contempla realizar canalización de drenaje pluvial al mar.
CG-08	No se permite la desecación y/o dragado de cuerpos de agua.	El proyecto no contempla realizar desecación y/o dragados a cuerpos de agua
CG-09	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 naturales.	No aplica. El Proyecto no contempla realizar actividades de acuicultura

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
CG-10	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.	El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, los sanitarios tendrán un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos y llaves ahorradoras. Las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada 3 recámaras, así como uno para la palapa siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa. Evitando con ello la contaminación del manto freático y la reducción de fosfatos y nitratos.
CG-11	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	No aplica, el proyecto no contempla realizar acuacultura.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	DE VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	c) Cuento con una fuente de abastecimiento de agua distinta a rejolladas y dolinas.	
CG-12	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.	El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, los sanitarios tendrán un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos y llaves ahorradoras. Las aguas residuales serán enviadas a 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa. Asimismo el agua de lluvia será captada para su uso en la etapa de operación de la vivienda.
CG-13	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	El Proyecto no interrumpe los flujos subterráneos, previo a la preparación del sitio se realizó una mecánica de suelos asimismo, la cimentación no es profunda y no llega la manto.
	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberá colocar en	No aplica, el Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar con una piscina así como una palapa abierta.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
CG-14	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.	
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.	No aplica, el Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar con palapa abierta.
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.	No aplica, el Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar con palapa abierta.
CG-17	Se deberá documentar en la bitácora ambiental los volúmenes de extracción	En la etapa de construcción el proyecto contempla que el agua será

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	de agua, con el fin de no exceder la capacidad del acuífero.	suministrada por pipas. En la etapa de operación, si se realizará extracción además de que se implementará un Sistema de captación de agua de lluvia mediante el uso de cisterna.
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.	El Proyecto contempla el comprar los materiales en lugares autorizados por la autoridad competente.
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.	Los residuos sólidos serán clasificados y los susceptibles a reciclaje serán enviados a empresas que se dediquen a esta labor, que son principalmente PET y Cartón. Los demás residuos serán dispuestos donde lo señale el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.
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.	No aplica. En el predio no existen vestigios arqueológicos.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
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.	Se planea contratar un promedio de 30 trabajadores (jardineros, albañiles, arquitectos, etc.) e instalar al menos 3 baños portátiles para su uso (SANIRENT), mismos que se les dará servicio constante. La mayor parte de los trabajadores después de su jornada laboral se hospedarán en Mahahual. Los que se quedaran (veladores) tendrán áreas destinadas para pernocta y consumo de alimentos. Los residuos sólidos serán clasificados para reciclar pet y cartón, los demás serán dispuestos en basurero de Mahahual (se tendrán recibos de cobro por este servicio por parte de H. Ayuntamiento). La maquinaria que estará operando no recibirá mantenimiento en el predio, este servicio se da en la Ciudad de Chetumal o en la localidad de Mahahual. El Diésel que se emplea en las maquinarias se almacenará en un sitio impermeable para evitar la contaminación del Suelo. Estas medidas serán implementadas y fortalecidas en la etapa final de construcción.
	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no	El predio tiene una superficie total de 3,290.27 m² dividido en por dos Unidades de Gestión ambiental (UGAS)

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
CG-22	deberá exceder el porcentaje establecido en el umbral máximo de aprovechamiento de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	denominadas UGA 44 Zona Costera de Costa Maya que en el predio ocupa una superficie de 2,314.14 m² y la UGA 49-B Manglares de Costa Maya con una superficie de 976.13 m² (zona destinada a conservación) La totalidad de las obras se realizarán en la Unidad de Gestión Ambiental 44, ismas que ocuparan de 681.55 m² que equivalen a un 29.45 % de la parte del predio sobre la UGA 44. El presente Proyecto contemplan la implementación de captadores de arena para la formación de dunas.
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.	El predio tiene una superficie total de 3,290.27 m² dividido por dos Unidades de Gestión ambiental (UGAS) denominadas UGA 44 Zona Costera de Costa Maya que en el predio ocupa una superficie de 2,314.14 m² El uso de suelo que se le dará es para una vivienda unifamiliar que no será para renta. En la UGA 49-B Manglares de Costa Maya con una superficie de 976.13 m² (zona destinada a conservación).
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	Las obras del Proyecto colindan con la UGA 49-B Manglares de Costa Maya con una superficie de 976.13 m² (zona destinada a conservación), misma que no será modificada por el Proyecto actual, incluso se contemplan realizar

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	que propicien el incremento en la erosión del suelo.	acciones de limpieza toda vez que en los márgenes del manglar se presenta acumulación de basura.
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.	No aplica, en el Proyecto no hay líneas de alta tensión.
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.	Los materiales que se derivaran del inicio de obra se dispondrán según la autoridad competente. Los productos generados por la construcción serán enviados donde lo señale el municipio. Asimismo, al realizar la preparación del sitio se generara arena, misma que será destinada para reacondicionar el relieve alterado y la formación de dunas artificiales.
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.	El proyecto sometido a evaluación corresponde a una vivienda unifamiliar que no implica actividades productivas. El Proyecto se ajusta a la superficie de desmonte asignada a la para la UGA denominadas UGA 44 Zona Costera de Costa Maya. La parte del predio que se ubica en la UGA 49-B será destinada a la conservación.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
CG-28	No se permite la transferencia de densidades ni porcentajes de desmonte entre predios ubicados en UGA's distintas.	No aplica, no se contempla la transferencia de densidades ni porcentaje de desmonte entre predios.
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 desmontadas, sin vegetación aparente o con vegetación secundaria herbácea y arbustiva u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.	El Proyecto se realizó en una zona cuya vegetación principal es la de cocoteros debido a que en el pasado esta área eran ranchos copreros, además que se registraron presencia de palma chilit y ciricote de playa los cuales serán rescatados de las áreas del desplante para ser reubicados en el mismo predio.
CG-30	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 catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En caso de presentarse alguna plaga en las áreas a reforestar se aplicaran productos que afecten específicamente la plaga, se emplearan fertilizantes orgánicos y que estén publicados en el catálogo CICOPLAFEST.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
CG-31	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 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	Se pretende implementar reforestación con especies nativas principalmente de dunas costeras (se anexa el programa), además de realizar restauración de duna con captadores de arena.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	que sólo se permitirá la acuicultura en estanques, al Poniente de la carretera estatal pavimentada.	
CG-32	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.	El Proyecto contará con un programa de rescate de flora y reubicación mismo que se anexa así como del material vegetativo que se planea incluir para las obras de reforestación. Se pretende implementar reforestación con especies nativas principalmente de matorral costero (se anexa el programa). Se contará con un vivero con plantas nativas que serán empleadas en la reforestación.
CG-33	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.	Durante la caracterización del predio encontró fauna de lento desplazamiento que sea susceptible a reubicación, solo iguanas y aves mismas que serán ahuyendadas en la etapa de construcción a predios aledaños. Cabe señalar que la superficie del predio que cae en la UGA 49-B Manglares de Costa Maya será destinada como zona de conservación.
CG-34	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	No aplica, el Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar.

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	DE VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	de dichos recursos en cualquier otro lugar que no esté debidamente autorizado por las autoridades competentes.	
CG-35	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 sitio de composteo deberán considerar mecanismos para evitar la proliferación de fauna nociva.	Se han planeado obras de reforestación con especie nucleadora de matorral costero, así como la restauración de la duna costera con captadores de arena.
CG-36	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.	Durante la caracterización del predio encontró fauna de lento desplazamiento que sea susceptible a reubicación, solo iguanas mismas que serán ahuyendadas en la etapa de construcción a predios aledaños. Cabe señalar que la superficie del predio que cae en la UGA 49-B Manglares de Costa Maya será destinada como zona de conservación.
CG-36	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	Se realizará una cerca con madera que permite la conectividad de fauna (contará con pasos inferiores), asimismo, el área de manglares que corresponde a 976.13 m² será

CRITERIO GENERAL	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 500 m, con excepción de áreas urbanas.	mantenida como zona de conservación (sin cerca)
CG-38	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.	Se cumple. Las palapas que contempla el Proyecto se construirá con madera de la región certificada y el techo con zacate.
CG-39	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.	Se pretende implementar reforestación con especies nativas principalmente de matorral costero (se anexa el programa). Se implementará un vivero con plantas nativas que serán empleadas en la reforestación.

En la Unidad de Gestión Ambiental 44 se desarrollarán las obras que comprende la vivienda unifamiliar, piscina y palapa abierta de madera con baños; la superficie del predio dentro de esta UGA es de 2,314.14 m², que corresponde al 70.33% de la superficie del predio. La vinculación con los criterios que aplican es la siguiente (Tabla 7):

Tabla 7.- Criterios Específicos que le aplican a la Unidad de Gestión Ambiental 44

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.		
CRITERIO DESCRIPCIÓN		VINCULACION
CONSTRUCCIÓN		
CU-01	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 ajardinadas 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.	Aunque la naturaleza del Proyecto es de una vivienda unifamiliar, se está consciente de la importancia de establecer áreas verdes con vegetación nativa, proponiendo la reforestación de áreas verdes con vegetación propia de matorral costero consistente en icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>) Se anexa programa de reforestación.
CU-03	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promovente 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	El tratamiento de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada 3 recámara y 1 para la palapa, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo

	particulares de descarga establecidas por la autoridad correspondiente.	subsuperficial con vegetación nativa.
CU-04	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.	La arena fértil que se genera en la excavación de obras será empleada para la reforestación y el crecimiento de plantulas. Asimismo se planea el rescate y reubicación de las palmas chiiit y árboles de ciricote de playa y su siembra en un sitio dentro del predio. Se anexa programa de reubicación de flora.
CU-05	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.	No aplica, el Proyecto no contempla el uso de fuego para el despalme.
CU-07	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.	Actualmente se pretende implementar un programa de reforestación, principalmente con icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>). Se anexa programa de reforestación.
CU-10	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.	No aplica, el Proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar.

CU-12	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.	De acuerdo con este criterio, los predios cuya superficie total sea mayor de 3,001 m² deben dejar una superficie permeable equivalente al 40% de la superficie del predio. El predio tiene una superficie de 3290.27 m² se debe mantener el 40% de la superficie del predio como área permeable, que debe ser 1,316.108 m². Sin embargo, el proyecto contempla dejar una superficie como áreas permeables 2,839.63 m² equivalente al 86.31% de la superficie total del predio. Considerando lo anterior, se cumple ampliamente con este criteriocabalmente con este criterio.
CU-13	Para efectos de este ordenamiento, los cuartos hoteleros podrán realizar las siguientes conversiones y/o equivalencias: f) Una villa turística equivale a 3 cuartos de hotel; g) Una Suite o junior suite equivale a 2 cuartos hoteleros; h) Un cuarto de clínica de hotel equivale a 2 cuartos de hotel. i) Un cuarto de motel equivale a 1 cuarto hotelero; j) Una cabaña ecoturística equivale a 1 cuarto hotelero.	No aplica, ya que el Proyecto no es turístico, se trata de una vivienda unifamiliar ajustandose a lo establecido en el criterio CU 27. Sin embargo, aun tomando la vivienda como villa turística con equivalencia a 3 cuartos hoteleros de acuerdo a este criterio CU-13, en la superficie del predio dentro de esta UGA se podría construir una villa turística tomando en consideración en esta UGA hay 2,314.14 m² al que al aplicar la densidad de 15 cuartos por

		hectarea (CU-22) se permite la construcción de 3.4 cuartos equivalente a una villa.
CU-14	Para los desarrollos turísticos se permiten hasta 5 niveles o 16 m 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.	El proyecto no se trata de un desarrollo turístico, sin embargo, se ajusta a la altura toda vez que la vivienda unifamiliar será de dos niveles y la palapa abierta tendrá una altura que no excede los 12 m y cuenta con estudio de mecánica de suelos.
CU-16	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 m 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.	Se cumple con este criterio. Previo al inicio de la preparación del sitio se realizó estudios geohidrológicos con la finalidad de determinar el sitio ideal para la construcción de la vivienda unifamiliar. La vivienda estará desplantada a más de 2.5 m por arriba de la altitud máxima sobre el nivel medio del mar. Asimismo no se llega al nivel freático y la carga del suelo es mayor a la suministrada por la obra 0.2 kg/cm ² contra el suelo de 0.6 kg/cm ² .
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	Los accesos a la playa serán sin rellenos ni pavimentos, la anchura de los pasos solo estará delimitada por rocas.

	establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	
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).	No aplica para el Proyecto.
CU-22	Se podrá intervenir el territorio con una densidad de hasta 15 cuartos hoteleros por hectárea, debiendo descontar el número autorizado de cada proyecto del umbral de aprovechamiento, establecido en el lineamiento de esta UGA.	No aplica, ya que el Proyecto no es turístico, se trata de una vivienda unifamiliar ajustándose a lo establecido en el criterio CU 27. Sin embargo, aun tomando la vivienda como villa turística con equivalencia a 3 cuartos hoteleros de acuerdo a este criterio CU-13, en la superficie del predio dentro de esta UGA se podría construir una villa turística tomando en consideración en esta UGA hay 2,314.14 m² al que al aplicar la densidad de 15 cuartos por hectarea (CU-22) se permite la construcción de 3.4 cuartos equivalente a una villa.
	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	Se cumple, el Proyecto se trata de la construcción de una vivienda unifamilair donde el promovente se hará cargo del suministro de servicio de agua potable mediante la captación

CU-27	todas las etapas del proyecto, por cuenta de cada promovente y/o propietario.	de agua lluvia y compra de pipas de agua provenientes de Mahahual. Las aguas residuales serán enviadas a biodigestores conectados a humedales artificiales. Los residuos que se generen serán separados para su reciclaje (principalmente pet y cartón), lo restante será enviado al basurero municipal de Mahahual. La energía eléctrica será suministrada mediante paneles solares y plantas generadoras de energía eléctrica.
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 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: 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.	Los tratamientos de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada 3 recámaras y 1 biodigestor por la palapa, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa. Para la limpieza de los biodigestores se utilizarán los servicios externos de empresas de limpieza de biodigestores.

	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. No se permite la construcción y/o uso de fosas sépticas simples.	
CU-29	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.	El Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar, cuyo diseño tomó en consideración eficiente el uso y consumo de energía y la arquitectura bioclimática.
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES		
AS-06	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.	No aplica. El Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar que no contempla actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo).

AS-32	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.	No aplica, ya que el Proyecto no es turístico, se trata de una vivienda unifamiliar ajustándose a lo establecido en el criterio CU 27 que a la letra dice “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”. Sin embargo, aun tomando la vivienda unifamiliar como villa turística con equivalencia a 3 cuartos hoteleros de acuerdo a este criterio CU-13, en la superficie del predio dentro de esta UGA se podría construir una villa turística tomando en consideración en esta UGA hay 2314.14 m² al que al aplicar la densidad de 15 cuartos por hectarea (CU-22) se permite la construcción de 3.4 cuartos equivalente a una villa.
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.	No aplica, el Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar que no contempla actividades de UMA's

AS-46	Sólo se permite el desmonte del 35% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas	Se cumple. La superficie del predio en esta UGA es de 2,314.14 m ² , donde para las obras que implican la construcción de una vivienda unifamiliar se desmontarán 682.55 m ² que equivalen a un 29.45 % del predio en la UGA 44.
PREVENCIÓN DE 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.	Se cumple. El área de construcción de la vivienda unifamiliar y palapa no colinda con cuerpos de agua naturales. La zona inundable del predio corresponde a la UGA 49 B, misma que será designada como zona de conservación.
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.	No aplica. El Proyecto se corresponde a vivienda unifamiliar y no al desarrollo de 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.	No aplica. Aunque la construcción del muelle se realizará fuera de esta UGA, en él no se realizará mantenimiento de embarcaciones.

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.	No aplica. El Proyecto se corresponde a una vivienda unifamiliar y no al desarrollo de actividades ecoturísticas.
PC-11	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.	Los tratamientos de las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada 3 recámaras y uno por la palapa abierta, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa. Para la limpieza de los biodigestores se utilizarán los servicios externos de empresas de limpieza de biodigestores. Se presentará el reporte de limpieza ante las autoridad correspondiente
	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.	En el sitio del Proyecto no existen plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. Sin embargo, para cumplir con este criterio las aguas grises producidas en la cocina contarán con un sistema de

PC-14		retención de grasas, las aguas jabonosas y aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante el sistema de biodigestores a razón de un biodigestor por cada 3 recamaras y uno por la palapa, siendo un total de 3 biodigestores con capacidad de 600 litros que estarán conectados a 6 humedales artificiales de tipo subsuperficial con vegetación nativa. Para la limpieza de los biodigestores se utilizaran los servicios externos de empresas de limpieza de biodigestores.
PC-18	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: ☐ 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.	No aplica. El Proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar que no contempla la instalación de plantas desalinizadoras.

	☐ 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. 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): ☐ 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. ☐ 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. 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	
PC-19	Queda prohibida la instalación de almacenes de hidrocarburos, gasolineras, oleoductos, almacenes químicos o cualquier otra posible fuente contaminante en un radio de 500 m 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 m de los ríos subterráneos.	No aplica. El Proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar.
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		
CB-03	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	La superficie total de desmonte en el predio para las obras de vivienda unifamiliar, piscina y palapa abierta es de 682 m² que equivalen a un 20.72 % del predio. Las franjas laterales del predio se reforestarán con vegetación nativa. Asimismo, la superficie del predio de 976.13

	se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.	m ² que se encuentra en la UGA 49-B será destinada como zona de conservación
CB-04	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 señalización y reductores de velocidad correspondientes.	No aplica. El Proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar y no a la construcción de caminos o carreteras.
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.	El Proyecto contempla implementar un programa de reforestación además de la creación de dunas mediante captadores de arena. Se dará cumplimiento a este criterio al considerar la reforestación con plantas nativas.
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.	No aplica. El Proyecto corresponde a una vivienda donde no se realizarán actividades con cuadrúpedos y no se tendrán mascotas.
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.	Se cumple. No se realizará el uso de vehículos de ningún tipo en la zona de playas.

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.	Se cumple. Las obras se instalarán a 12.90 m contados del límite de la ZOFEMAT al predio
PREVENCIÓN, RESTAURACIÓN Y MANEJO DEL AMBIENTE		
PRM-02	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.	Se utilizarán captadores de arena para la creación de un sistema de cordón de dunas. No existe vegetación abundante pues el predio presenta un arenal con cocoteros dispersos. Sin embargo, con los captadores de arena se planea que se reforeste de manera natural por la siguiente vegetación misma que será monitoreada; se espera el crecimiento de lirio de playa (<i>Himeno callis litoralis</i>), riñonina (<i>Ipomoea pes-caprae</i>) y verdolaga de mar (<i>Sesuvium portulacastrum</i>).
PRM-03	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 m y se podrá establecer	Se cumple. Se establecerán un andador de acceso a la playa que una anchura máxima de dos m, que se ubicarán cerca del muelle.

	uno por cada 100 m de frente de playa de cada predio.	
PRM-04	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.	Se cumple. Previo al diseño de obras evaluaron los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. La zona con inundación temporal corresponde a la de conservación que se ubica en la UGA 49 B.
PRM-10	El aprovechamiento de vida silvestre a través de UMA's debe considerar en compensación, la repoblación de especies nativas cuyas poblaciones naturales se hayan visto afectadas por fenómenos meteorológicos, incendios o actividades humanas.	No aplica. El Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar y no de la creación de UMA's.
PRM-12	Para mitigar afectaciones al paisaje y compensar la pérdida de vegetación en los desarrollos y/o equipamientos turísticos se deberá atender lo siguiente: 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 estado y sujetos a cuidados fitosanitarios. 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. c) Se debe realizar un rescate de los ejemplares de las especies vegetales	En el predio se planea reforestar con una especie nucleadora el icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>) esta especie es nativa, crece en climas soleados y genera una amplia fronda que permite el establecimiento de otras plantas en la duna costera, además de que forma núcleos pues atrae animales que forrajeen sus frutos y los dispersan. En el área de aprovechamiento se encontraron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, fuera de esta UGA, en la zona destinada a conservación se encontró vegetación de manglar de las especies mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) mangle botoncillo (<i>Conocarpus</i>

	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 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.	<i>erectus</i>) y mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), mismos que se encuentran como Amenazadas en esta Norma Oficial Mexicana. Las plantas sujetas a reubicación cumplan con dicha cuarentena en la cual se estimulara al añadir suelo vegetal fértil de matorral costero la propagación de las micorrizas.
PRM-13	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.	El Proyecto actual no contempla la afectación del manglar, al contrario, se implementarán acciones de saneamiento consistente en el retiro de basura (plásticos y vidrios principalmente) en la zona de manglar que colinda con el camino costero existente.
PRM-14	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.	Se cumple con este criterio. Las obras que se realizarán son obras de captadores de arena de material biodegradable que se colocarán espaciados cada 5 metros en forma de zig-zag y que promoverá la formación de dunas costeras de forma natural así como su reforestación. Se anexa programa de reforestación.

PRM-15	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.	Se cumple con este criterio, se establecerá un andador de acceso a la playa con una anchura máxima de 2 m, que estarán delimitados por rocas y/o elementos no contaminantes.
PRM-16	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.	Se cumple con este criterio. Entre la acciones se contemplan la restauración por medio de captadores de arena para la creación de un cordón de dunas misma qe será reforestada con vegetación nativa, principalmente con las especies nativas lirio de playa (<i>Himenoallis litoralis</i>), riñonina (<i>Ipomoea pes-caprae</i>) y verdolaga de mar (<i>Sesuvium portulacastrum</i>). Se anexa programa de reforestación.
PRM-17	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).	Se cumple con este criterio, el área de dunas sera restaurada para ello se planea utilizar captadores de arena asimismo, se plantea la reforestación con especies de matorral costero como el icaco(<i>Chrysobalanus icaco</i>)
PRM-18	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.	No aplica, el Proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar, la energía eléctrica se obtendrá de paneles solares y de plantas generadoras de

		energía a base de gasolina o diésel.
PRM-19	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.	Se cumple. En la casa no se pretenden tener animales como mascotas.
PRM-20	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.	No aplica. En la zona de playas no se ocupará ningún tipo de vehículos. Así mismo, no se tienen registro de anidación de tortugas en el frente del predio.
PRM-21	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.	No aplica. El Proyecto no es un desarrollo turístico, corresponde a una vivienda unifamiliar.
PRM-22	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuviumportulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratumlittorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> yarbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana maritime</i> , <i>Coccoloba uvifera</i> , <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readii</i> y <i>Cocos nucifera</i> .	Se cumple con este criterio, el área de dunas será restaurada y se planea su monitoreo para ver su reforestación natural con vegetación nativa, principalmente con las especies nativas lirio de playa (<i>Himenocallis litoralis</i>), riñonina (<i>Ipomoea pes-caprae</i>) y verdolaga de mar (<i>Sesuvium portulacastrum</i>). De igual manera, se plantea la reforestación con especies de matorral costero como el icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>).
	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	Se cumple. No se tienen registros de anidación de tortugas en el predio, sin embargo, se tomarán las

PRM-23	• 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 mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • 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: 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 m. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de	medidas necesarias en caso que se presente alguna anidación. Se contempla la creación de un cordón de dunas, lo que sería favorable para la anidación de los quelonios. No se instalarán estructuras en la ZOFEMAT que eviten el paso de las tortugas. Se pondrá especial cuidado en las luminarias en la época de anidación de tortugas como focos de 40 watts con luz ámbar. En caso que se detecte alguna nidada de Tortuga se dará aviso a la PROFEPA para que dictamine lo procedente.

	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.	
PRM-24	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.	Se cumple. El Proyecto pretende la restauración de un sistema de duna embrionarias y primarias con material biodegradable que se obtendrá en la etapa de preparación del sitio de la vivienda unifamiliar. Las construcciones se encuentran detrás del sitio de restauración de las dunas.
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.	Se cumple. Actualmente el Proyecto no tiene dunas definidas, sin embargo, en predios aledaños de observaron dunas embrionarias con alturas no mayores a un metro. Con el material que se obtendrá de la preparación del sitio (restos de madera y otros biodegradables) se restaurara la duna. Asimismo, se pretende implementar un programa de reforestación con especies nativas, dando prioridad a especies de duna costera.
	Los desarrollos turísticos deberán cumplir con los requisitos y especificaciones de edificación	El Proyecto se trata de una vivienda unifamiliar y no de un

PRM-26	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.	desarrollo turístico, sin embargo el promovenes esta conciente de la importancia de medio ambiente instalará paneles solares. Además de que el Proyecto pueda resistir eventos meteorológicos presentes en la zona.
PRM-27	Los proyectos que se realicen en la franja costera deberán adoptar prácticas y medidas de mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Climático.	Se cumple con este criterio. El diseño del Proyecto tomo en consideración que la infraestructura sea resistente ante posibles afectaciones de eventos meteorológicos
PRM-28	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.	Se cumple. El predio actualmente no presenta una duna definida, sin embargo, se pretende implementar una duna similar al de los predios aledaños mediante captadores de arena. Las obras se encuentran detrás de este cordón propuesto.
	En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, los promovente deberán coordinarse con las autoridades competentes en la materia para coadyuvar en el <i>Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación</i>	El predio presenta una zona de manglar que será desinada como zona de conservación de forma íntegra, incluso se platean medidas de saneamiento como la colecta de residuos dentro de este

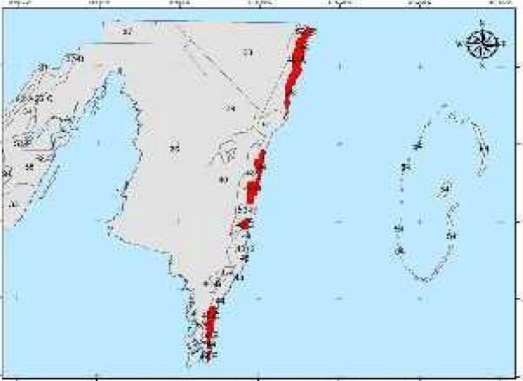
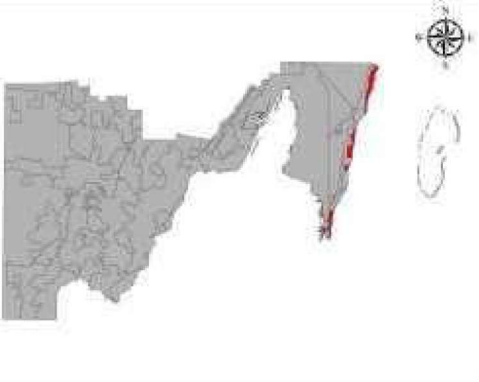
PRM-29	<i>del Manglar de Costa Maya.</i> El programa habrá de contener como mínimo: a) un estudio de línea base del humedal; b) la delimitación georreferenciada del manglar; c) en su caso, las estrategias de conservación a aplicar; d) en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; 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. Este programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.	ecosistema (PET y vidrio principalmente). Se tomará en consideración coadyuvar en el <i>Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya.</i>
PRM-30	Para mitigar el efecto de las inundaciones derivadas del Cambio Climático: - 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 deposición 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 dará cumplimiento a lo establecido en este criterio, enfocándose a mantener los sistemas naturales de protección costera

	- 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	
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.	No aplica. La zona de manglares no recibirá ningún tipo de descargas, se mantendrá en condiciones naturales que garanticen su permanencia.

g) Unidad de Gestión Ambiental 49 – Manglares de Costa Maya

En esta Unidad de Gestión Ambiental se encuentra aproximadamente **976.13 m²** de la superficie del predio, misma que será conservada en su totalidad. Los usos de suelo que le aplican son los siguientes (Tabla 8).

Tabla 8.- Unidad de Gestión Ambiental 49 y sus usos de suelo

	
Superficie:	Política Ambiental:
Criterios de Delimitación:	

Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:

POLIGONO 49-A			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	2,941.16	76.06
H2O	Cuerpo de agua	452.29	11.70
SBQ	Selva baja subperennifolia	104.18	2.69

VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	12.28	0.32	
	TOTAL	3,866.84	100.00	

POLIGONO 49-B			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	2,230.38	94.40
SBS	Selva baja subcaducifolia	123.20	5.21
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	6.78	0.29
H2O	Cuerpo de agua	1.41	0.06
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1.00	0.04
	TOTAL	2,362.77	100.00

POLIGONO 49-C			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	424.32	96.01
SBS	Selva baja subcaducifolia	16.64	3.77
H2O	Cuerpo de agua	0.98	0.22
	TOTAL	441.93	100.00

POLIGONO 49-D			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAR EAS	%
VM	Manglar	698.89	84.26
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	60.92	7.34
H2O	Cuerpo de agua	53.56	6.46
SBS	Selva baja subcaducifolia	12.04	1.45
AH	Asentamiento humano	4.00	0.48
	TOTAL	829.42	100.00

POLIGONO 49-E			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTARE AS	%
VM	Manglar	492.77	79.96
H2O	Cuerpo de agua	115.96	18.82
VSA/SMQ	Asentamiento humano	2.67	0.43
VT	Tular	2.52	0.41
SBS	Selva baja subcaducifolia	1.74	0.28
DV	Área sin Vegetación aparente	0.60	0.10
	TOTAL	616.26	100.00

POLIGONO 49-F			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	109.65	76.96
H2O	Cuerpo de agua	32.83	23.04
	TOTAL	142.47	100.00

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:88.12%	Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 7.63 %
Objetivo de la UGA: Las áreas buscan preservar, conservar y restaurar los ambientes naturales representativos de los diferentes ecosistemas de la unidad así como de su diversidad presente; son modelos óptimos de funcionamiento con programas consolidados enfocados a la investigación, educación ambiental y conservación, su población local participa en las diferentes actividades dentro de las ANPs de acuerdo a la normatividad vigente reconociéndoles sus derechos y obligaciones para una mejor calidad de vida y del medio.	
Descripción Biofísica: Esta unidad ocupa 0.70% del territorio municipal, tiene forma irregular alargada y se ubica en la zona costera de Costa Maya. En esta unidad los suelos son arenosos, poco desarrollados y relativamente recientes. De acuerdo con el mapa de hidrología subterránea en la mayor parte de su superficie se presenta un acuífero con material consolidado con posibilidades bajas. En orden de importancia por su cobertura vegetal, el manglar es el más extenso y le siguen la selva baja subcaducifolia y la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia. Por sus atributos ambientales tiene aptitud de uso del suelo para el turismo y servicios ambientales.	
Descripción Socioeconómica:Esta UGA presenta 5 localidades pequeñas con 10 habitantes en total (INEGI, 2010).Por otra parte, la red carretera existente es de 19.22 km.	

- ☐ Se mejora la salud del ecosistema de manglar, a través de la elaboración e implementación de un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal por parte de los 3 órdenes de gobierno en forma coordinada, considerando la participación obligatoria de los propietarios de los terrenos con presencia de dicho ecosistema para garantizar la continuidad de los procesos de interacción entre el manglar y el arrecife.
- ☐ Se fomenta el ecoturismo como actividad de bajo impacto compatible con la presencia de manglar en al menos un 5% de la superficie total, como alternativa económica productiva para la zona.

[illegible]

Usos Incompatibles:Agropecuario, Acuicultura, Desarrollo Suburbano, Desarrollo Urbano, Forestal, Transformación y Turismo Convencional

Componente	Clave	Criterios de Regulación Ecológica		
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales	AS	06	36	49
Prevención de Contaminación en Suelo, Aire y Agua	C	04	07	
Conservación de la Biodiversidad	CB	04		
Prevención, Restauración y Manejo del Ambiente	PRM	04	10	29

147

CRITERIOS		VINCULACIÓN
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES		
AS-6	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	No aplica. El proyecto no contempla la realización de actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo). La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.
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.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de UMAS's.
AS-49	Sólo se permite el desmonte del 1 % de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de actividades de desmonte. La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.
PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
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.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de actividades ecoturísticas. La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.
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.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de actividades de turismo alternativo y/o forestal. La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		
CB-04	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 señalización y reductores de velocidad correspondientes.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de caminos o carreteras. La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.
PREVENCIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE		
PRM-04	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.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de infraestructura. La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.
PRM-10	El aprovechamiento de vida silvestre a través de UMA's debe considerar en compensación, la repoblación de especies nativas cuyas poblaciones naturales se hayan visto afectadas por fenómenos meteorológicos, incendios o actividades humanas.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de vida silvestre. La totalidad del predio dentro de esta UGA será establecida como zona de conservación.
PRM-29	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: a) un estudio de línea base del humedal; b) la delimitación georreferenciada del manglar; c) en su caso, las estrategias de conservación a aplicar;	El predio presenta una zona de manglar que será desinada como zona de conservación de forma íntegra, incluso se plantean medidas de saneamiento como la colecta de residuos dentro de este ecosistema (PET y vidrio principalmente). Se tomará en consideración coadyuvar en el <i>Programa Integral de Conservación, Restauración o</i>

	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. Este programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.	<i>Rehabilitación del Manglar de Costa Maya.</i>

h) AREA NATURAL PROTEGIDA CON CARÁCTER DE RESERVA DE LA BIOSFERA REGION CARIBE MEXICANO PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE DICIEMBRE DEL 2016

De acuerdo a este instrumento, la zona en la que se ubica el proyecto “K'áak'náab naj ” le corresponde la aplicación de los artículos sobre las actividades permitidas y prohibidas en la zona de amortiguamiento de la reserva (Figura 10) que se citan a continuación así como su vinculación con el proyecto (Tabla 9).

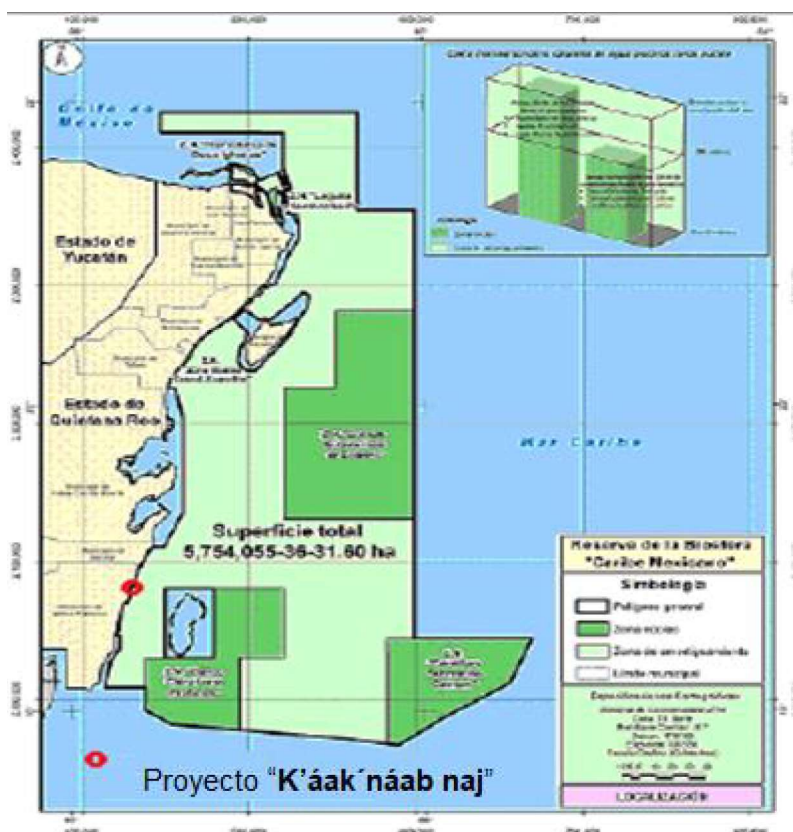


Figura 10.- Zonificación de la superficie de la reserva de la biósfera Caribe Mexicano

Tabla 9.- Vinculación del proyecto con los artículos descritos en el decreto de la región con carácter de reserva de la biósfera Caribe Mexicano

ARTICULO	DESCRIPCION DEL CRITERIO DEL ARTICULO	VINCULACION CON EL PROYECTO

ARTICULO SEGUNDO	Las zonas núcleo y de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se subzonificarán en el programa de manejo, conforme a lo previsto en los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	El proyecto se ubica en zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano sin embargo aun no se publica el programa de manejo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.
ARTICULO TERCERO	La Secretaría, por conducto de la Comisión, será la encargada de administrar, manejar y preservar los ecosistemas y sus elementos en la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, así como de vigilar que las acciones que se realicen dentro de esta se ajusten a los propósitos del presente Decreto. La Secretaría de Marina, será la encargada de inspeccionar, patrullar y llevar a cabo labores de reconocimiento y vigilancia para preservar dicha área, en coordinación con las autoridades competentes y de conformidad con las disposiciones aplicables. La Secretaría, a través de la Comisión, se coordinará con las secretarías de Marina y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en materia de preservación, protección y conservación del medio ambiente, atendiendo a sus respectivas competencias, así como, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, para la inspección y vigilancia dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano. Las medidas o programas de preservación, protección y conservación que se desarrollen en la reserva de la biosfera Caribe Mexicano se diseñarán y ejecutarán con la intervención de la Secretaría, por conducto de la Comisión, así como de la Secretaría de Marina, quienes podrán coordinarse con otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, o instituciones nacionales o extranjeras.	No aplica dichas medidas de administración, manejo y preservación de los elementos en la reserva de la biosfera Caribe mexicano le competen a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
ARTICULO CUARTO	Dentro de las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades:	No aplica el proyecto se localiza en una zona de amortiguamiento de la

	I. Preservación de los ecosistemas terrestres y marinos y sus elementos; II. Monitoreo ambiental; III. Investigación científica; IV. Colecta científica; V. Educación ambiental; VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre; VII. Turísticas; VIII. Turismo náutico; IX. Restauración de ecosistemas y reintroducción de especies; X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales; XI. Instalación de señalización marítima; XII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente; XIII. Construcción de infraestructura exclusivamente cuando, conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, se requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia; XIV. La navegación de embarcaciones en tránsito, y XV. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente. Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.	reserva de la biosfera Caribe Mexicano.
ARTICULO QUINTO	El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de las zonas núcleo de la reserva de biosfera Caribe Mexicano se sujetará a las siguientes modalidades: I. La investigación y colecta científicas, el monitoreo ambiental y la educación ambiental se llevarán a cabo de tal forma que no impliquen modificaciones de las características o condiciones naturales originales y no alteren los hábitats o la viabilidad de las especies marinas y terrestres de la vida silvestre y sus poblaciones;	No aplica el proyecto se ubica en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.

	II. Las actividades de educación ambiental que se realicen no implicarán la instalación de infraestructura permanente o temporal que modifique las condiciones físicas y biológicas de la zona; III. El aprovechamiento no extractivo se realizará sólo con fines de monitoreo ambiental, investigación científica, educación ambiental, turismo, turismo náutico y observación de la vida silvestre; IV. El turismo y turismo náutico se podrán realizar siempre que no impliquen modificaciones de las características o condiciones naturales originales, ni la instalación de construcciones de apoyo; V. La restauración de ecosistemas se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos; VI. La erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos; VII. La reintroducción y repoblación de vida silvestre se realizarán con especies nativas, con ejemplares de la misma especie o subespecie según sea el caso, siempre que no se afecte a otras especies nativas existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo; VIII. El mantenimiento de infraestructura existente y la instalación de señalización marítima se realizarán de forma que no implique la remoción de las poblaciones naturales ni la fragmentación de los ecosistemas, y IX. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	
ARTICULO SEXTO	En las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano queda prohibido: I. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero, aguas marinas interiores o en el medio marino, así como desarrollar cualquier actividad contaminante; II. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos;	No aplica, el proyecto se ubica en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.

	III. Perseguir o dañar a las especies de tortuga marina, así como extraer, poseer y comercializar sus huevos o productos; IV. Realizar actividades pesqueras, acuícolas o de aprovechamiento extractivo de especies de flora y fauna silvestre, así como extracción de pastos marinos; V. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados; VI. Destruir o dañar por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres; VII. Emplear métodos de arrastre y otras técnicas invasivas en los fondos marinos; VIII. Cambiar el uso del suelo; IX. Remover, rellenar, trasplantar, podar, o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad de los flujos hidrológicos, la productividad y capacidad de carga natural de los ecosistemas; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies nativas; o bien de las interacciones entre manglares, dunas, la zona marítima adyacente y los bosques de sargazo, o que provoque cambios en las características naturales y los servicios ecológicos; X. Construir confinamientos de residuos sólidos, así como de materiales y sustancias peligrosas; XI. Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente; XII. Hacer uso de explosivos; XIII. La apertura de bancos de material, así como la extracción de arena; XIV. Realizar exploración, explotación minera y extracción de material pétreo; XV. Realizar cualquier actividad de limpieza de embarcaciones, verter aguas de lastre y achicar sentinas, y XVI. Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de Vida Silvestre.	

ARTICULO SEPTIMO	Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades: I. Investigación y colecta científicas; II. Monitoreo ambiental; III. Educación ambiental; IV. Turísticas; V. Turismo náutico; VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre; VII. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre; VIII. Pesca y acuicultura; IX. Restauración de ecosistemas, reintroducción y repoblación de especies; X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales; XI. Construcción de instalaciones de apoyo a la investigación, monitoreo y educación ambientales; así como para el turismo, el turismo náutico y para la administración y vigilancia del área natural protegida; XII. Instalación de señalización marítima; XIII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente; XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria; XV. Construcción de infraestructura exclusivamente cuando conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia; XVI. Mantenimiento y dragado de los canales de navegación; XVII. Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental; - XVIII. Navegación de embarcaciones; XIX. Regatas o competencias deportivas náuticas; XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, y XXI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente. Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la	El proyecto contempla: II. Monitoreo ambiental como parte de las condicionantes ambientales a las cuales se sujeta la manifestación de impacto ambiental. IX. Restauración de ecosistemas mediante captadores de arena se planea restaurar las dunas embrionarias y la recolonización vegetal natural. XIII. Mantenimiento de infraestructura fija existente en lo que respecta al mantenimiento de la obra de muelle rústico de madera. XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria, en lo concerniente a la construcción y operación del muelle de madera de 70 metros de largo con 3 metros de ancho y palapa comedor en su extremo.

	opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.	
ARTICULO OCTAVO	El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se realizará de conformidad con la subzonificación correspondiente y se sujetará a las siguientes modalidades: I. Las actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental, se llevarán a cabo de tal forma que no alteren los ecosistemas, los hábitats o la viabilidad de las especies de vida silvestre; II. El desarrollo de actividades de turismo terrestre o turismo náutico pueden llevarse a cabo respetando la capacidad de carga o límite de cambio aceptable de los ecosistemas, evitando en todo momento la fragmentación o la alteración de los elementos naturales que lo conforman; III. Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica; IV. La pesca y acuacultura en todas sus modalidades se realizarán manteniendo el equilibrio ecológico de la subzona en la que, conforme al programa de manejo, dicha actividad esté permitida y siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente, conforme a la legislación aplicable, respetando las épocas y zonas de veda; V. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador; VI. Las actividades pesqueras se realizarán sujetándose a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM064SAG/PESC/SEMARNAT2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya; VII. La agricultura y ganadería se realizarán únicamente en las subzonas en que, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al	I. El proyecto contempla el monitoreo ambiental sin alteración del ecosistema y sin realizar actividades extractivas de flora y fauna. VII. El proyecto planea la restauración de las dunas embrionarias usando captadores de arena y su posterior revegetación natural. X. Se planea la introducción de una especie vegetal propia del ecosistema el icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>), nativa y que no presenta competencia con otras especies sino que, al contrario promueve la formación de núcleos permitiendo la existencia de especies nativas menos resistentes a las condiciones ambientales adversas así como permite la alimentación de la fauna local. XI. Para la navegación marítima por parte del propietario se respetará las señalizaciones y rutas marítimas en concordancia con las autoridades competentes. XII. El proyecto contempla la construcción y mantenimiento de un muelle de madera en la zona de amortiguamiento

	Ambiente, se permitan el desarrollo de tales actividades, procurando en todo momento la conservación de los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área; VIII. La restauración de ecosistemas se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos; IX. La erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos; X. La reintroducción de vida silvestre se realizará con fines de repoblación de las especies nativas de ejemplares de la misma especie o subespecie, según sea el caso, para reforzar una población silvestre disminuida; o restituir una población desaparecida o en recuperación, siempre que con dicha reintroducción no se afecte a otras especies existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo; XI. Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentes y por el programa de manejo; XII. El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el programa de manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea; XIII. La construcción de instalaciones de apoyo para las actividades permitidas dentro de la zona de amortiguamiento se ejecutarán de acuerdo a lo previsto en las reglas específicas para cada una de esas actividades, y XIV. Las demás modalidades que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece para las subzonas correspondientes.	que es congruente con los instrumentos normativos como lo es el POEMRGM y MC.
ARTICULO NOVENO	Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:	El proyecto no contempla:

	I. Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicoinfecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen; II. Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas; III. Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes; IV. Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería decamarón en la zona Noroeste de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch; V. Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM064SAG/PESC/SEMARNAT2013 o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya; VI. Introducir especies exóticas invasoras; VII. Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente; VIII. Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente; IX. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorización correspondiente; X. Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina;	I. No se contempla el Uso, almacenamiento, descarga o vertimiento de sustancias CRETIB en el ambiente marino ni terrestre. II. No se va almacenar ni confinar sustancias peligrosas. III. No se va construir sitios de disposición final o relleno sanitario, los residuos serán transportados por el propietario al relleno sanitario ubicado en el poblado de Mahahual. VII. No se instalará iluminación dirigida hacia el mar y las playas la iluminación en el caso de usarse en el muelle será a base de luces ámbar dirigido hacia arriba con el objetivo de no generar confusión en las tortugas marinas que pudiesen desplazarse por el área marina. El proyecto contempla IX. Durante la construcción del muelle prevee usar medidas de contención a fin de evitar la deposición de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre el ecosistema marino para ello se utilizaran mallas geotextiles con anclaje y boyado en el sitio donde se realizaran la excavación para el

	XI. Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo; XII. Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales; XIII. Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y XIV. Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuicultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	hincado de los pilotes de madera del muelle.
ARTICULO DECIMO	Quienes realicen actividades dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, estarán obligados a conservar el área de acuerdo con lo dispuesto en el presente Decreto, el programa de manejo a que se refiere el Artículo Décimo Quinto del presente instrumento y las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto contempla realizar actividades de reforestación con especies nativas, restauración de las dunas embrionarias y la conservación del área de manglar en congruencia con la normatividad aplicable.
ARTICULO DECIMO PRIMERO	El aprovechamiento de los recursos pesqueros dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se realizará atendiendo a lo previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos, a la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su Reglamento, el presente Decreto, el programa de manejo a que se refiere el Artículo Décimo Quinto del presente instrumento y demás disposiciones jurídicas aplicables, así como a los lineamientos, criterios, estrategias y demás previsiones que para la conservación, protección y aprovechamiento sustentable establezcan conjuntamente la Secretaría y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.	No aplica el proyecto no pretende hacer aprovechamientos pesqueros comerciales.
ARTICULO DECIMO SEGUNDO	Cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano deberá sujetarse a las modalidades y lineamientos establecidos en este Decreto, en el programa de manejo del área y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto se sujeta a las disposiciones aplicables dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, para las obras o actividades planeadas

	Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.	se somete a autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental
ARTICULO DECIMO TERCERO	La Secretaría; así como las secretarías de Marina, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Comunicaciones y Transportes, y de Turismo, en el ámbito de sus respectivas competencias, emitirán las medidas necesarias para fomentar el desarrollo sustentable y la mejoría de la calidad de vida de las comunidades locales y evitar la contaminación de los recursos naturales y el desequilibrio ecológico de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.	El proyecto se sujetara a las disposiciones legales y normativas para la construcción, operación y actividades tanto terrestres como marinas.
ARTICULO DECIMO CUARTO	La Secretaría podrá suscribir bases de colaboración con otras dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades se encuentren relacionadas con la administración y manejo de las áreas naturales protegidas. Los convenios, acuerdos y bases de colaboración que se suscriban deberán sujetarse a las previsiones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, lo establecido en el presente Decreto y en el programa de manejo respectivo, así como a lo establecido en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	No aplica las bases de colaboración con dependencias o entidades de la administración pública federal son competencia de la Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.
ARTICULO DECIMO QUINTO	La Secretaría, por conducto de la Comisión, formulará el programa de manejo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, con la participación que corresponda, en el ámbito de sus respectivas competencias, de las secretarías de Marina, de Turismo, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Comunicaciones y Transportes, de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y de las demás dependencias y entidades de	No aplica es competencia de la Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.

	la Administración Pública Federal competentes, así como a los habitantes, organizaciones sociales, públicas o privadas y demás personas interesadas. El contenido de dicho programa deberá ajustarse a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, el presente Decreto y demás disposiciones jurídicas aplicables; además deberá contener el conjunto de políticas y medidas de protección y manejo, incluyendo el uso sustentable y restauración, así como procesos de conocimiento, cultura y gestión que se aplicarán para la conservación de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.	
ARTICULO DECIMO SEXTO	La Secretaría, por conducto de la Comisión, delimitará en el programa de manejo la zona de influencia de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, con el propósito de generar nuevos patrones de desarrollo regional sustentable acordes con la presente declaratoria y promover que las autoridades, que regulen o autoricen el desarrollo de actividades en dicha zona, consideren la congruencia entre éstas y la categoría de manejo asignada a la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.	No aplica es competencia de la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales.
ARTICULO DECIMO SEPTIMO	La inspección y vigilancia en la reserva de la biosfera Caribe Mexicano queda a cargo de las secretarías de Marina, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en el ámbito de sus respectivas competencias, con la participación que corresponda a las demás dependencias de la Administración Pública Federal competentes.	No aplica es competencia de la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales.

i) PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 24 DE NOVIEMBRE DE 2012

De conformidad con éste instrumento, a la zona en que se ubica el proyecto “K'áak'náab naj” le corresponde la aplicación de los Criterios Ambientales específicos descritos para la UGA 156 y UGA 182, además de los Criterios de aplicación General y los Criterios de

Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas mismos que son listados a continuación (Figura 11):

Tipo de UGA	Regional	Mapa
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:		

Figura 11.- Mapa de ubicación de la UGA 156

La parte terrestre se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 156, al que le aplican los siguientes usos de suelo (Tabla 10):

Tabla 10.- Acciones específicas para la UGA-156

ACCIONES ESPECÍFICAS PARA LA UGA- 156							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-075	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-076	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-077	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-078	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-079	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-080	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-081	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-082	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-083	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-084	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-085	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-086	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-087	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-088	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-089	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-090	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-091	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-092	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-093	NA
A-020	NA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-094	NA
A-021	NA	A-047	NA	A-073	APLICA	A-095	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-096	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA	A-097	NA
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA	A-098	NA
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA	A-099	NA
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA	A-100	NA

NA = NO APLICA

En tanto que a la Unidad de Gestión Ambiental 182 de tipo marina le aplican los siguientes usos de suelo (Figura 12):

Tipo de UGA	Marina	Mapa
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	12 Habitantes	
Superficie:	151,251.068 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:		

Figura 12.- Mapa de ubicación de la UGA 182 marina

Asimismo la UGA 182 se encuentra condicionada a las siguientes acciones específicas que se enumeran a continuación (Tabla 11):

Tabla 11.- Acciones Específicas para la UGA-182

Acciones Específicas para la UGA 182							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	NA	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	A-031	NA	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	NA	A-042	APLICA	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	APLICA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	APLICA	A-071	NA	A-097	NA

A-020	NA	A-046	APLICA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

Finalmente se presenta la vinculación del proyecto en relación a las acciones generales que debe cumplir con base al POEMRGMyMC (Tabla 12).

Tabla 12.- Vinculación del proyecto con los Criterios Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, los sanitarios tendrán un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos y llaves ahorradoras.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No aplica, esta es una acción gubernamental, en este caso de la CONAGUA
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, y los Estados, pues tienen las atribuciones, principalmente la SEMARNAT, para el establecimiento de UMAS.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	No aplica, esta es una acción gubernamental, en este caso es competencia de la PROFEPA, SEMAR y Estados.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica, esta es una acción gubernamental, aplicada principalmente de SAGARPA y particulares interesados en la reproducción de especies de flora, que no es el caso.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La energía para abastecer el proyecto se basan en tecnologías de última generación que pueden operar con gasolina o gas LP, este último es una aplicación de bajas emisiones considerada limpia, asimismo se plantea instalar paneles solares.
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.	No aplica, esta es una acción gubernamental, que compete a la SEMARNAT y Hacienda

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	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.	No aplica, esta es una acción gubernamental aplicable a proyectos relacionados con la SCT, TELMEX, CAPA, CONAGUA, CFE entre otros, el proyecto en cuestión no implica la edificación de infraestructura básica y/o
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica, para este proyecto, esta es una acción gubernamental, que corresponde a instancias como la 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.	El proyecto contempla obras de restauración de dunas costeras artificiales e implementación de un programa de reforestación, así mismo, la zona de manglar será conservada en su totalidad. Por lo que se cumple con esta acción.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	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.	El proyecto contempla la reforestación con al menos una especie proveniente del rescate de las zonas ya impactadas en el predio, que son propias de duna costera y matorral costero. No se emplearán ejemplares exóticos.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto colinda con Mar Caribe, y no con márgenes de ríos.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto colinda con Mar Caribe, y no con márgenes de ríos
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	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%.	No aplica, el proyecto no contempla realizar actividades agrícolas
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas	No aplica, Dentro del predio no hay cauces naturales por lo que no se requiere su consolidación
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica, esta es una acción del gobierno Municipal. El proyecto no se encuentra dentro de algún Plan de Desarrollo Urbano
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Dentro del predio no se cuenta con riberas de ríos, mientras que la zona inundable detectada queda sujeta a conservación estricta y por lo tanto mantendrá la vegetación natural presente actualmente, que corresponde a manglar mixto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica, en el proyecto no se basa en tecnologías productivas ni se extraen alimentos, productos y/o bienes del ambiente. Así mismo el proyecto no plantea en ninguna etapa procesos

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica, en el proyecto consiste en una vivienda unifamiliar, no se basa en tecnologías productivas 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.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Actualmente en el predio no se han detectado especies que pudiesen convertirse como plaga.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto contempla la implementación de un programa de reforestación de duna costera con especies nativas, por lo tanto, se cumple con esta acción general
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En el proyecto se privilegiará la jardinería y conservación con especies de ornato y propias de matorral y duna costera como son la <i>Thrinax radiatta</i> , <i>Scaveola sericea</i> , <i>Hymenocallis littoralis</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> , entre otras, que son las propias de esta franja costera. Así mismo, la duna se reforestará por sucesión natural con especies como Lirio de playa (<i>Hymenocallis littoralis</i>), riñonina (<i>Ipomoea pes-caprae</i>) y Verdolaga de mar (<i>Sesuvium portulacastrum</i>). El predio se reforestará de manera activa usando plantas de icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>)

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplica, el proyecto no implica acciones de monitoreo ambiental de la región, 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.	Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
G028	Promover el uso de energías renovables.	Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. Sin embargo, durante la etapa de operación se instalarán paneles solares.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
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.	Se cumple. Durante la etapa de operación se instalarán paneles solares
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
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.	En la operación del Proyecto se fomentará un consumo reducido de energía mediante el empleo de aparatos y tecnologías de bajo consumo
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. El proyecto aún no se construye, y no se trata de una instalación doméstica existente.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	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.	No aplica, el proyecto se trata de una vivienda.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	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.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No aplica, el proyecto no es industrial
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No aplica, el proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica, el proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios, el cumplimiento de esta acción.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios, el cumplimiento de esta acción.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	La vivienda unifamiliar se apegara a los reglamentos de construcción, aplicables en el municipio de Othón P. Blanco.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios. Por su parte, el proyecto impartirá pláticas ambientales a los trabajadores responsables de la ejecución en sus distintas etapas, en las que se considera la concientización de los mismos sobre el manejo adecuado que se debe tener sobre los residuos sólidos; así mismo, se ejecutará un plan de manejo de residuos donde se promueva la separación de la basura a través de la instalación de contenedores.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SSA y el Municipio.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto es una vivienda unifamiliar, las aguas residuales serán enviadas a biodigestores y posteriormente a un sistema de humedales artificiales.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No aplica, en el sitio del proyecto no se llevarán a cabo actividades industriales
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios. El terreno ya era ocupado desde antes de 1985, una zona que presentaba cocoteros y algunas zonas áreas de cultivo.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SSA y los Estados.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	No aplica, en el proyecto no se gestionan, manejan o acopian residuos peligrosos.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El area marina de desarrollo del Proyecto se encuentra contenido en dentro de un Decreto de ANP en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano en su zonificación de amortiguamiento, se adecua a la normatividad aplicable.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Previo al hincado de pilotes se determinó que zonas presentaban áreas de blanquiazal, cumpliendo con este criterio
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	En el sitio del proyecto no se prevé la edificación de infraestructura costera que pueda contaminar el ambiente marino.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica, en el sitio del proyecto no se prevé la práctica de actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la INAPESCA y la SAGARPA.
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	No aplica, el proyecto no contempla la construcción de carreteras, caminos o puentes.
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.	El area de influencia marina de interés se localiza dentro de la ANP Caribe Mexicano y se solicitará su opinión respecto a la obra de muelle de madera.

Se presentan los criterios de aplicación específica para la UGA 156 terrestre (Tabla 13).

Tabla 13.- Criterio de Aplicación Específica a la UGA-156

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	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.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	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. El proyecto no contempla realizar agroquímicos o pesticidas.
	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica. El proyecto no contempla la realización de actividades agropecuarias o forestales.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Se cumple. En la vivienda se emplea la captación de agua pluvial, la cual se almacena en una cisterna, en caso de ser necesario se comparan pipas de agua. La vivienda usara wc y llaves ahorradoras. Las aguas residuales serán enviadas a biodigestores y posteriormente a un humedal artificial., es un ciclo abierto en el que la pérdida se da por evaporación en el humedal, no obstante el agua no proviene del acuífero por lo que no induce pérdidas; al interior de la distribución se da un mantenimiento continuo por lo que no hay fugas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se cumple. En el proyecto se captará y almacena el agua pluvial, para posteriormente enviarlas a biodigestores y humedales artificiales
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Se cumple. El proyecto con destinar una superficie de 976.13 m² a zonas de conservación mas no se registrará como ANP voluntaria

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	En el área del proyecto no se cuenta con registros de arribazón de tortugas marinas, sin embargo, en caso de presentarse un avistamiento de quelonios desovando se dará parte a la SEMARNAT.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	En el área del proyecto no se cuenta con registros de arribazón de tortugas marinas, sin embargo, en caso de presentarse un avistamiento de quelonios desovando se dará parte a la SEMARNAT.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMAR, SEMARNAT, Estados y Municipios.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No aplica. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios. El predio no se ubica en una zona agropecuaria.
A012	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.	El proyecto contempla actividades de restauración de dunas con la arena que se generó en el desplante de la vivienda. La duna será reforestada con especies de la región. La casa está detrás de este cordón propuesto.
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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, SCT y Estados. No se contemplan plantas invasoras.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados, Municipios. El proyecto no será desplantado dentro de humedales o zonas con presencia de manglar. Asimismo, el promovente coopera en la conservación y mantenimiento de la porción con vegetación de manglar que se localiza dentro 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.	Actualmente no existen instalaciones sobre las dunas arenosas que requieran ser reubicadas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	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).	Estas acciones corresponden a la Autoridad, particularmente a la CONABIO y la SEMARNAT.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA y los Estados. Sin embargo, 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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMAR, SEMARNAT, PEMEX y los Estados. El sitio del proyecto no se ubica en zonas o aguas afectadas por hidrocarburos.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	En el área del proyecto no se realizarán 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.	No aplica, el proyecto se trata de una casa que no constituye una actividad industrial o relacionada a los automotores.
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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto no se relaciona con industrias.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	No aplica, el proyecto no es industrial.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	Se cumple. En el proyecto no se cuenta ni se prevén obras de infraestructura en la playa permanente, únicamente el arranque de un muelle. No se contemplan otras obras en la playa.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto contempla la restauración de la duna ocupando captadores de arena, así como implementar un programa de reforestación con especies nativas.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	Se cumple. En el área del proyecto no se prevé obras y/o estructuras de ningún tipo en la playa o zona marina que puedan generar la modificación del perfil de costa o afectar los patrones naturales de circulación. El muelle es piloteado lo que garantiza la circulación de corrientes alineadas a la costa.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	En la zona marina se construirá un muelle piloteado de madera, de carácter temporal-rústico que por la geometría cilíndrica de sus pilotes no implica la afectación al perfil costero ni a los patrones de circulación.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Se cumple. En el predio no hay cordón de duna evidente o estratificada, sin embargo, considerando el uso de captadores de arena biodegradables se planea la restauración del cordón de duna misma que será reforestada por sucesión ecológica y con las características similares a las reportadas en el sistema ambiental.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Se cumple. En la etapa de operación del predio se realizará captación de energía solar.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El proyecto hace uso de energía solar para todas sus actividades primarias.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Se cumple. En las áreas verdes y de conservación del proyecto no se empleará ningún tipo de agroquímicos, sean sintéticos u orgánicos.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR e INAPESCA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR e INAPESCA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR e INAPESCA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR e INAPESCA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y el Estado.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y el Estado.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y municipios
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A-054	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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR y los Estados
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR y los Estados
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, SEMARNAT, SEDESOL, SE, y los Estados
A-057	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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto contempla la ejecución de un plan de manejo de residuos, en cuyo contenido se incluyen acciones para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y líquidos.
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	La zona donde se ubica el proyecto no se cuenta con planta de tratamiento de aguas, se propone instalar biodigestores autolimpiante de donde los lodos se extraerán periódicamente y se trasladarán a tratamiento a la Ciudad de Chetumal en donde la CAPA sí cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales.
A-066	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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto contempla la captación pluvial para emplearla en la vivienda.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto contará con un programa de manejo de residuos que se generen en el sitio, el cual se anexa en el apartado correspondiente de medidas de prevención, control y manejo de los impactos ambientales.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	El proyecto contará con un programa de manejo de residuos que se generen en el sitio, el cual se anexa en el apartado correspondiente de medidas de prevención, control y manejo de los impactos ambientales.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción, compete a SEDESOL y los Municipios. Sin embargo. Se realizará el retiro de los residuos que recalcan por las corrientes marinas.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SECTUR, SEMARNAT y los Estados
A-072	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.	El proyecto se trata de una vivienda unifamiliar, por lo tanto, este criterio no aplica.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A-073	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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SCT, SECTUR, SEMARNAT y los Estados.
A-074	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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SCT, SECTUR, SEMARNAT y los Estados.

Se presenta a continuación las acciones de aplicación específica a la UGA 182 marina en el contexto del POEMRGMyMC (Tabla 14).

Tabla 14.- Acciones de Aplicación Específica a la UGA-182

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios. Sin embargo el promovente pretende dejar como conservación el manglar que se ubica en el predio por lo que implementará acciones de limpieza y vigilancia para privilegiar su conservación; no se pretende la creación de un ANP voluntaria en el sitio.
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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados. Sin embargo, en el proyecto no se contempla la introducción de especies exóticas y/o invasoras.
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-	En el proyecto se usan letreros informativos que fomenten la conservación; se promueven acciones de protección y conservación en beneficio del manglar mediante la conservación estricta en esa zona, entre otras acciones que juntas forman un programa de conservación en beneficio del manglar y del ecosistema del sitio.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMAR, SEMARNAT, PEMEX, Estados. Sin embargo, No hay evidencias de contaminación por hidrocarburos en esta zona, en el proyecto no se emplearán hidrocarburos sobre suelo natural o en exteriores que pudieran afectar suelos o aguas de la región.

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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y Estados
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No se prevé el empleo de energía eólica pero si instalar paneles solares, misma que será complementado con una planta dual de generación de energía para satisfacer los requerimientos energéticos en la vivienda.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y SAGARPA.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y SAGARPA.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA y SEMAR.
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT e INAPESCA.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, e INAPESCA.

A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, INAPESCA y la SE.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, INAPESCA y SEMAR.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA y SEMAR. Asimismo, no se realizan actividades de pesca.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA y SEMAR
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SCT, SAGARPA, INAPESCA, Estados.
A073	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.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SCT, SECTUR, SEMARNAT, Estados.

De manera adicional a los criterios particulares a las UGA's y 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

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 (Tabla 15).

Tabla 15.- Criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe

ACCION	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
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.	Se cumple. Durante los muestreos no se encontraron comunidades arrecifales en la zona del muelle, el bentos estaba formado por blanquiales y algunos pastos marinos.
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	El muelle se construirá en zona de blanquial, sin embargo, existen manchones de pastos marinos cercanos a los pilotes, por lo que se contempla poner una geomembrana en las etapas de preparación y construcción del muelle, para evitar la dispersión del sedimento y dañar el entorno. No se pretende la remoción de pastos marinos-
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	Se contempla la captura de fauna solo para acciones de rescate y reubicación antes del inicio del proyecto.

	dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables	
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.	No aplica. No se requieren puntos de anclaje en zonas de corales
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.	No se pretende en ninguna etapa intervenir el sistema arrecifal o algún otro sistema representativo dentro de la zona marina.
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.	No se contempla la construcción de estructuras promotoras de playa
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.	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 físicos 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,	En el predio de interés no se ofertan ni promueven actividades recreativas marinas; además no se ha registrado arribazón de tortugas en el área

	principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	
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.	Como resultado de las actividades de construcción y operación del proyecto no se afectarán las comunidades arrecifales, pues no se contemplan actividades en la barrera arrecifal. El Proyecto es una vivienda unifamiliar.
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.	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.	El proyecto no implica ni requiere obras de canalización y/o dragado en ninguna etapa. Sin embargo, en la etapa de hincado de los pilotes para los muelles se utilizara malla geotextil para evitar deposición de sedimentos.
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.	En el desarrollo del proyecto no se requiere de muelles de gran tamaño. El muelle planteado es de madera.
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	El proyecto no contempla realizar actividades de pesca comercial o deportiva.

	Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	
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 Ecológico locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	El área de influencia marina donde se construirá el muelle se encuentra dentro del ANP Caribe Mexicano en su zona de mortiguamiento,asimismo, se cumple con los criterios establecidos en el POEL de Othón P. Blanco

Del análisis del presente ordenamiento se concluye que el proyecto “**K'áak'náab naj**” cumple ambientalmente con las acciones aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 156 y 182 del Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Región del Golfo de México y Mar Caribe.

j) **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

Las Normas Oficiales tienen la función de cuidar los bienes ya sean bosques, aguas, selvas, fauna, ruido, etc. Su principal objetivo es prevenir los riesgos a la salud, la vida y el patrimonio y por lo tanto son de observancia obligatoria. En ellas se establecen regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales

establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente (Tabla 16).

Tabla 16.- Al proyecto le aplican Normas Oficiales Mexicanas, que serán tomadas en consideración en las diversas etapas del proyecto

NORMA	TÍTULO
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
NOM-021-SEMARNAT-2000	Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
NOM-080-SEMARNAT-1994	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
NOM-146-SEMARNAT-2005	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
NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997	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.
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

De estas Normas Oficiales, es necesario profundizar en la **Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003**, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en

zonas de manglar, toda vez que en el predio, específicamente en la zona destinada a conservación se encuentra vegetación de manglar de las especies mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

La NOM-022-SEMARNAT 2010 establece en su numeral 4.16 “Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo”.

Asimismo, le aplica el numeral 4.43 que señala “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”.

El Manglar se encuentra protegido por el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre que señala:

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

Al respecto, la zona de manglar del proyecto “**K'áak'náab naj**” se dejará como zona de conservación una superficie de **976.13 m²** que se ubica en la UGA 49 B. Como medidas de compensación se propone el saneamiento mediante el retiro de los plásticos y vidrios que se encuentran en los bordes del mangle. Asimismo, se instalarán letreros en el predio donde se señale la importancia del manglar. Como medida adicional se instalarán letreros donde informativos instalados a un costado del camino costero donde se señale la importancia del manglar.

Asimismo, en el predio se encontraron ejemplares registrados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo vigente. Que corresponden a especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*, mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo

(*Conocarpus erectus*), se encuentran considerados en la Norma Oficial Mexicana como Amenazada. Las especies Amenazadas son aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

CAPITULO IV

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

A continuación, se presenta una delimitación y diagnóstico del sistema ambiental; para ello se han tomado en cuenta; el tipo de obra, sus dimensiones, las características terrestres y marinas; para ello se ha ubicado el predio denominado **“La Guadalupe”** el cual se ubica sobre **carretera Xcalak-Mahahual s/n poblado de Mahahual, Quintana Roo**. Donde se construirán las obras denominadas **“K'áak'náab naj”**, así como con base a la zonificación propuesta por el Ordenamiento ecológico local del municipio de Othón P. Blanco 2015 (POEL O.P.B) que identifica a las unidades de gestión ambiental (UGAS), de competencia, así como sus usos de suelo en concordancia a la compatibilidad de los ecosistemas que se desarrollan.

4.1.- DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia de las obras realizadas denominadas **“K'áak'náab naj”** se identificó a partir de la ubicación geográfica del predio, por lo tanto se encuentra dentro de los límites del predio antes mencionado, puesto que fuera de los mismos es difícil establecerlo debido a otros usos de suelos existentes en el área; asimismo el proyecto incluye la realización de un muelle de madera rústico en la región de las playas arenosas también denominada: zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) la cual es limitada al área concesionada que también incluye una porción marina, donde se realizarán las obras de desplante del muelle de madera de 70 m de largo (Tabla 17).

Tabla 17.- Delimitación del área de influencia de las obras **“K'áak'náab naj”**

Polígono del Predio (PARTE TERRESTRE)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y
Vértice 1	N 02° 41' 19" E	037.92 m	423413.6750	2063851.7120

Vértice 2	N 82°38' 07'' W	099.80 m	423415.4540	2063889.5950
Vértice 3	S10° 56' 55'' W	026.73 m	423316.4770	2063902.3880
Vértice 4	S76° 33' 55'' E	105.15 m	423311.4000	2063876.1431
Superficie Total		3,290.27 m²		
Poligono zona federal marítima terrestre (ZOFEMAT)				
Vértice 1	N 82° 38' 07'' E	20.00 m	423419.3248	2063889.0947
Vértice 2	S07° 14' 53'' W	08.57 m	423439.1598	2063886.5310
Vértice 3	S08° 49' 19'' W	31.37 m	423438.0789	2063878.0321
Vértice 4	S76° 33' 55'' W	20.06 m	423433.2677	2063847.0318
Vértice 5	S08° 49' 19'' E	29.48 m	423413.7517	2063851.6937
Vértice 6	S07° 14' 53'' E	08.33 m	423418.2734	2063880.8280
Superficie Total		777.55 m²		
Poligono (ÁREA DE INFLUENCIA MARINA)				
Punto	Rumbo	Distancia	Coordenadas UTM	
			X	Y
Vértice 1	N 89°55'47.37''E	081.65 m	423439.12	2063887.64

Vértice 2	S 02° 07' 9.3'' W	045.97 m	423520.77	2063887.74
Vértice 3	N 90° 0' 0.0'' W	082.25 m	423519.07	2063841.80
Vértice 4	N 02° 52' 20.56'' E	045.90 m	423436.82	2063848.01
Superficie Total		1, 871.52 m2		

De esta forma el predio tiene una extensión total de **3,290.27m²** y se encuentra dividido por dos usos de suelo, siendo el primero la UGA 44 o Zona Costera Costa Maya con **2,314.14m²** y la UGA 49-B o también llamada Manglares de Costa Maya con **976.13 m²** según los archivos vectoriales del POEL Othón P. Blanco 2005 aún vigente.

Por otra parte la parte la ZOFEMAT sujeta a influencia tiene una extensión de **777.55 m²** y el área marina donde se realizaran la obra de muelle presenta **1871.52 m²**, esta se ha caracterizado en el Programa de Ordenamiento Ecológico y regional del golfo de México y mar Caribe dentro de la UGA 182 denominada Zona marina de competencia federal, la cual pertenece a la región mar Caribe y se caracteriza por estar ubicada entre los límites de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an y el parque Nacional Arrecifes de Xcalak (POEMRGMyMC, 2012).

De igual manera el area marina se encuentra regulada como zona de amortiguamiento del Area natural protegida con carácter de reserva de la biosfera Caribe Mexicano.

Por lo tanto, el área de influencia total de las obras y actividades propuestas es de **5,939.35 m²** (que incluye el predio en su totalidad, la ZOFEMAT y el area de influencia marina) a continuación se presenta un plano geográfico en el cual se delimita el área de influencia de la obra "**K'áak'náab naj**" que servirá para posteriormente delimitar el Sistema ambiental (Figura 13).

Area de influencia de la obra Casa de veraneo

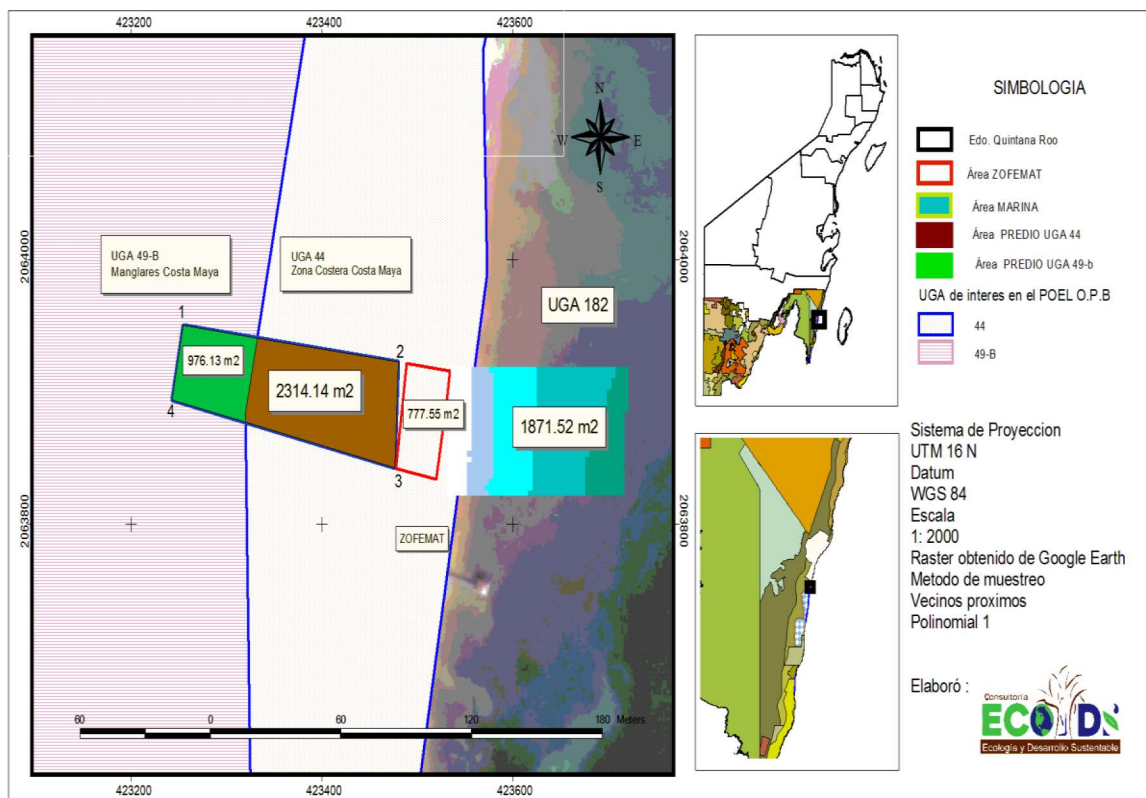


Figura 13.- Delimitación del área de influencia de las obras “K’áak’náab naj” con 5,939.35 m² en el contexto del instrumento de Ordenamiento Local del Municipio de Othón P. Blanco

4.2.- DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para realizar la delimitación del sistema ambiental se emplearon los siguientes criterios:

- e) Tipo de proyecto y el conjunto de obras y actividades que se llevan a cabo.
- f) La dimensión de la obra.
- g) La dimensión del área de influencia donde se encuentran el conjunto de obras y actividades.
- h) El instrumento de planeación del ordenamiento ecológico local del municipio de Othón P. blanco vigente expedido en 2005 que a su vez contempla: La homogeneidad de los ecosistemas presentes en el predio, otros predios cercanos que caracterizan a la región como Unidad de Gestión ambiental, tales como las áreas de manglares, matorral costero, dunas costeras, el matorral costero y la laguna arrecifal.

Para realizar la descripción de sistema ambiental se utilizaron los siguientes instrumentos:

- d) Las UGAS existentes (Tabla 18), así como en estudios previos realizados para la zonificación propuesta en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Othón Pompeyo Blanco 2005 y el Programa de Ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar Caribe 2012, El decreto del area natural protegida con carácter de biosfera Caribe Mexicano y por parte de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2017) que han generado cartografía de zonificación en vegetación y cobertura de los principales ecosistemas.
- e) La interacción que este tiene las UGAS con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos de la zona.
- f) Uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG) de línea base empleando el software ESRI Arcview versión 3.3, proyectado en coordenadas de la Universal Transversa de Mercator (UTM) con el huso 16 Norte, conteniendo los conjuntos vectoriales de levantamiento en campo, y tomados de la Secretaria de medio ambiente en Quintana Roo (SEMA) correspondientes al predio y a las unidades de gestión ambiental, así como material cartográfico del INEGI escala 1: 50,000.

Tabla 18.- Uso de suelo para la UGA 44 y UGA 49-B

UGA 44 ZONA COSTERA COSTA MAYA, EN LA QUE SE LOCALIZA EL PREDIO DE INTERÉS				
Política Ecológica	Uso del suelo			
	Predominante	Compatible	Condicional	Incompatible
Aprovechamiento sustentable	Turismo hotelero intensivo	Servicios Ambientales, Turismo Convencional y Turismo Alternativo.		Agropecuario, Desarrollo Suburbano, Transformación, Desarrollo Urbano y Forestal.

UGA 49-B MANGLARES DE COSTA MAYA EN LA QUE SE LOCALIZA EL PREDIO DE INTERÉS				
CONSERVACION		Servicios Ambientales y Turismo Alternativo.		Agropecuaria, Acuicultura, Desarrollo Suburbano, Desarrollo Urbano, Forestal, Transformación y Turismo Convencional

A partir del análisis cartográfico se generó el siguiente mapa base del sistema ambiental que incluye:

Delimitación física del sistema ambiental siendo:

Al Norte, con la UGA CP-17 denominada centro de población Mahahual **al sur**, con la UGA 53-H denominada Xahuaxol, **Oeste** con la UGA 48 Equipamiento turístico Costa Maya **y al Este** con el Mar Caribe.

Superficies de las UGA siendo UGA 44 tiene una superficie de **84.53 Ha**, mientras que la UGA 49-B tiene **2,362.75 Ha**.

La zonificación de las UGAS, así como los ecosistemas presentes y el contexto del predio donde se realizan los impactos ambientales (Figura 14).

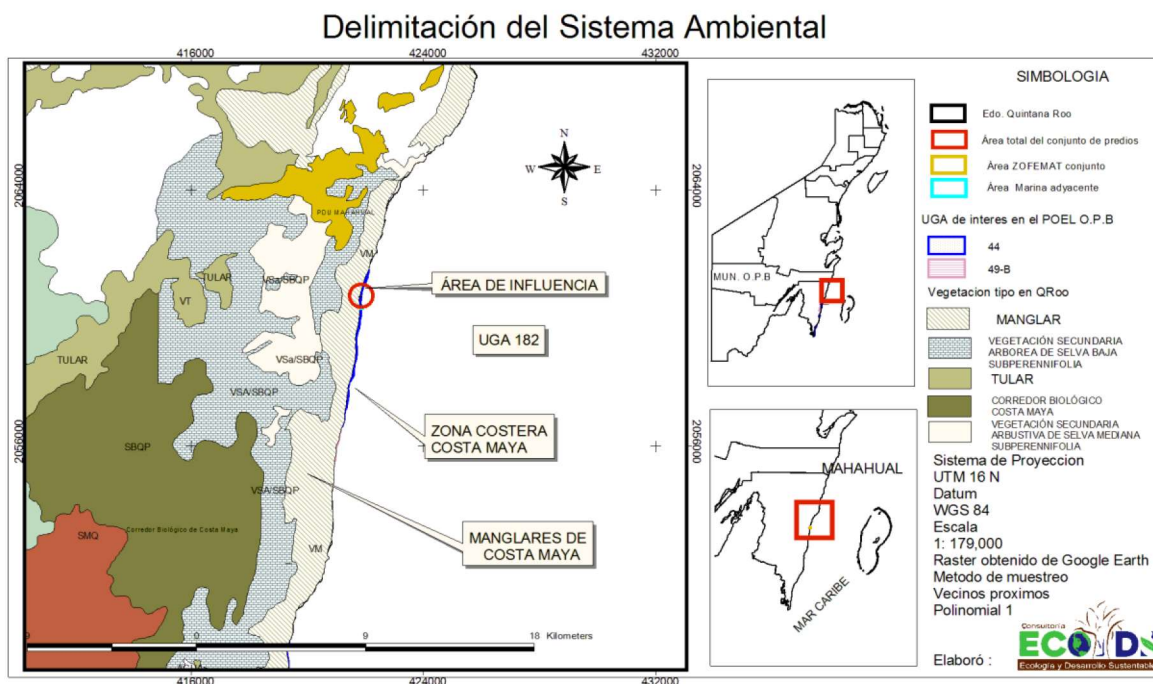


Figura 14.- Delimitación del sistema ambiental predominante que contiene el área de influencia

4.3.- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Características del sistema ambiental

De acuerdo con el estudio realizado durante la zonificación del Programa de ordenamiento ecológico local de Othón P. Blanco del año 2005 y el Programa de ordenamiento ecológico marino y regional del Golfo de México y el mar Caribe, el sistema ambiental se describe en términos de las Unidades de Gestión ambiental (UGAS) para ser integradas en la realidad paisajística en el predio sujeto a las obras de construcción, de esta manera podemos ver la concordancia del proyecto con el aspecto biótico y físico así como económico y social.

La UGA 44 denominada Zona costera Costa Maya, presenta entre sus características ecológicas, vegetación halófila con manglares de franja, vegetación secundaria y arbustiva, así como la presencia de áreas perturbadas, vegetación de duna costera, selva baja espinosa y selva media subperennifolia. Se caracteriza por ser una estrecha franja conformada por dunas y matorral costero, es una región de alto dinamismo sujeta a riesgos por inundaciones, huracanes y cambios estacionales, asimismo su extensión está sujeta a cambios en la amplitud de sus playas, presenta una red carretera sin asfaltar a base de arena de 20.18 kilómetros lineales que comunican a las localidades de Mahahual-Xcalak (POEL O.P.B, 2015).

Debido a la presencia de una alta conectividad entre los ecosistemas costeros y su alta diversidad biológica; esta región está catalogada como área prioritaria de la región VII dentro del programa de regiones marinas prioritarias de México.

El clima de esta región se caracteriza por ser de tipo sub-húmedo y muy cálido (A w 2) con temporada de lluvias en verano y humedad relativa del Mar Caribe, entre 80.9 y 93% con una temperatura anual de 28 °C y una precipitación anual de 1249 mm (Cahum-Chan, 2012).

La hidrología se caracteriza por la desembocadura del río Huach siendo el más caudaloso y genera aporte de nutrientes, a lo largo del área del parque nacional arrecifes de Xcalak; otro aporte es el Río bermejo situado en Mahahual el cual solamente corre superficialmente durante la época de lluvias (Cahum-Chan, 2012) y cuyo caudal es en la actualidad sujeto a relleno con arenas que no son de origen natural (Obs. Pers)

En cuanto a su situación socioeconómica, existen alrededor de 17 localidades de tipo rancherías, con un número de pobladores en 2010 de alrededor de 60 (INEGI, 2010), debido a la existencia de red de comunicaciones y a su potencial para el desarrollo turístico de hasta 15 cuartos hoteleros existe en la actualidad inversión privada para el desarrollo del turismo y turismo alternativo.

Las características del relieve de la costa se caracterizan por playas de tipo rocoso y hacia el sur de la UGA es de tipo arenoso, plano con áreas de piedras con una pendiente aproximada de 15° y con una anchura de playa de alrededor de 15 m.

Por otra parte la UGA 49 B denominada Manglares de Costa Maya, se caracteriza por tener forma alargada, adyacente a las UGA 44 de la Zona costera de costa maya, siendo divididas en gran parte por la carretera costera Mahahual-Xcalak no asfaltada, presenta una vegetación extensa de manglar que ocupa un 94.40% de la superficie de la UGA, seguido de selva baja subcaducifolia con un 5.21%, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con un 0.29%, cuerpos de agua con un 0.06 %, y vegetación secundaria arbórea de selva mediana sub-perennifolia en 0.04% la predominancia de manglar permite la continuidad de los procesos como lo son la captura y entierro del dióxido de carbono, el brindar nutrientes a la zona costera y marina adyacentes y mantener los procesos de interacción entre el manglar y el arrecife (POEL O.P.B, 2015).

En cuanto a su situación socioeconómica, se encuentran 5 localidades pequeñas con 10 habitantes en total (INEGI, 2010) , la presencia de ecosistemas de alto valor productivo y enlistado dentro de categoría de protección como lo es el manglar ha frenado el desarrollo para dar paso a los servicios ambientales y el turismo alternativo más aptos y redituables a largo plazo aunque en la vecina UGA 44 si existe una gran modificación debido a la existencia de predios de propiedad privada y uso habitacional.

En la zona marina, enmarcada dentro de la UGA 182 denominada Zona marina de competencia federal, pertenece a la región mar Caribe y se caracteriza por estar ubicada

entre los límites de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an y el parque Nacional Arrecifes de Xcalak, con una superficie de 151,251.068 Ha. Esta región se caracteriza por presentar un complejo relieve submarino constituido principalmente de lagunas arrecifales someras de baja profundidad de 1 a 11 m así como frentes y pendientes arrecifales caracterizados por quebrados y escalones que van desde los 11 hasta los 60 m, en dicho relieve se encuentran comunidades biológicas como praderas de pastos marinos, camas de esponjas y macro algas así como el desarrollo de corales que constituyen los arrecifes coralinos (POEMyRGMMyMC, 2012).

4.3.1.- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo a la descripción antes mencionada de las UGAS 44, 49-b y 182; así como los instrumentos de planeación se puede inferir que el sistema ambiental está; en la actualidad sometido a varios usos de suelo en su parte terrestre y marina delimitados por el instrumento de planeación POEL O.P.B. 2015 vigente que se aborda a continuación.

Región terrestre

La región terrestre se caracteriza por dos UGAS bien definidas:

Manglares de costa Maya ó también denominada 49-B, en la actualidad es considerada como un área de manglar con predominancia del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) "sin cambios aparentes" es decir su estado de cobertura vegetal según estudios telemétricos realizados en 2010 (CONABIO, 2010) se mantiene debido a la protección brindada por la normatividad vigente, en específico el 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, por lo cual aún se conservan los procesos de captura del carbono atmosférico, área de inundación temporal, recarga del manto freático costero y refugio para diversas especies de fauna local.

Sin embargo, también se encuentra sometido a fenómenos climatológicos como los huracanes durante la mayor parte del año que generan impactos en la cobertura vegetal, mediante derribo del arbolado.

Sin embargo, son las actividades antropogénicas las que han ocasionado la fragmentación en su continuidad con los demás ecosistemas, ello derivado de la apertura de la carretera costera antigua Mahahual-Xcalak y desviaciones de la misma que fueron realizadas hace más de 20 años (Figura 15) y que generan efectos de borde a lo largo de su trayecto entre los ecosistemas de matorral costero y manglar. Asimismo, a pesar de tener lotificaciones de predios, dentro de su contexto es usada como zona de conservación y para amortiguar el impacto de las obras realizadas en las UGAS adyacentes por lo cual necesita realizar de

manera más efectiva las obras de vigilancia, preservación y compensación de los proyectos para llevar a cabo su protección integral.



Figura 15.- El principal impacto que ha generado fragmentación de la continuidad de los ecosistemas costeros es la presencia de la antigua carretera costera Mahahual-Xcalak, definiendo predios costeros

Por otra parte la UGA 44 Zona costera de Costa Maya se ha caracterizado por una pérdida de la vegetación natural de duna y matorral costero, debido a su potencial de desarrollo turístico, en la actualidad es un área de modificaciones intensas en cuanto al relieve, cobertura vegetal y de las etapas de sucesión ecológica, su situación de lotificación a nivel predial permite generar un mosaico de ecosistema en parches con la consecuente fragmentación del hábitat y también cabe mención que la carretera Mahahual-Xcalak ha generado efecto de borde en su vegetación original (Figura 16).



Figura 16.- A la izquierda se puede apreciar la presión ejercida sobre la UGA 44 a lo largo del sistema ambiental, con pérdida de su vegetación original, derecha predio (polígono rojo) y predios aledaños impactados por presencia de camino costero

En esta región podemos encontrar: dunas embrionarias en formación las cuales se caracterizan por la presencia de plantas pioneras como: la riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), lirio de mar (*Hymenocallis litoralis*), pantsil (*Suriana marítima*), verdolaga de mar (*Portulaca olearacea*) y palma de coco (*Cocos nucifera*), que van estableciendo las condiciones óptimas para el desarrollo del matorral costero caracterizado por especies como: Palma Chit (*Thrinax radiata*), Uva de mar (*Coccoloba uvifera*), palma nacaax (*Coccothrinax readii*), ciricote de playa (*Cordia sebestana*), Icaco (*Chrysobalanus icaco*) y entre otras; que mantienen la arena de las playas y sirven como hábitat y alimentación a la fauna local (POEL O.P.B, 2015).

Región marina

La UGA 182 Zona marina de competencia Federal, en su porción somera y hasta los 600 m de la línea de costa, se caracteriza por su poca profundidad y por la presencia de obras temporales como lo son los muelles de madera piloteados en el fondo marino que no sobrepasan los 100 m de largo, para su construcción se utilizan medios manuales y para la zona; en la legislación vigente se exige la utilización de medios de contención físicos que eviten la dispersión del fondo marino durante la realización de dichas actividades.

La vegetación marina de esta región se caracteriza por tener predominancia de pastos marinos y algas compuesta principalmente por *Thalassia testudinum* y *Siringodium filiformis*, los cuales se encuentran asociados a comunidades de pequeñas algas como *Penicillus capitatus*, *P. dumetosus*, *Avrainvillea rawsonii*, *Halimeda incrassata*, *H. opuntia*, *Rhipocephalus Phoenix* y *Udotea flavellum* (Figura 17).

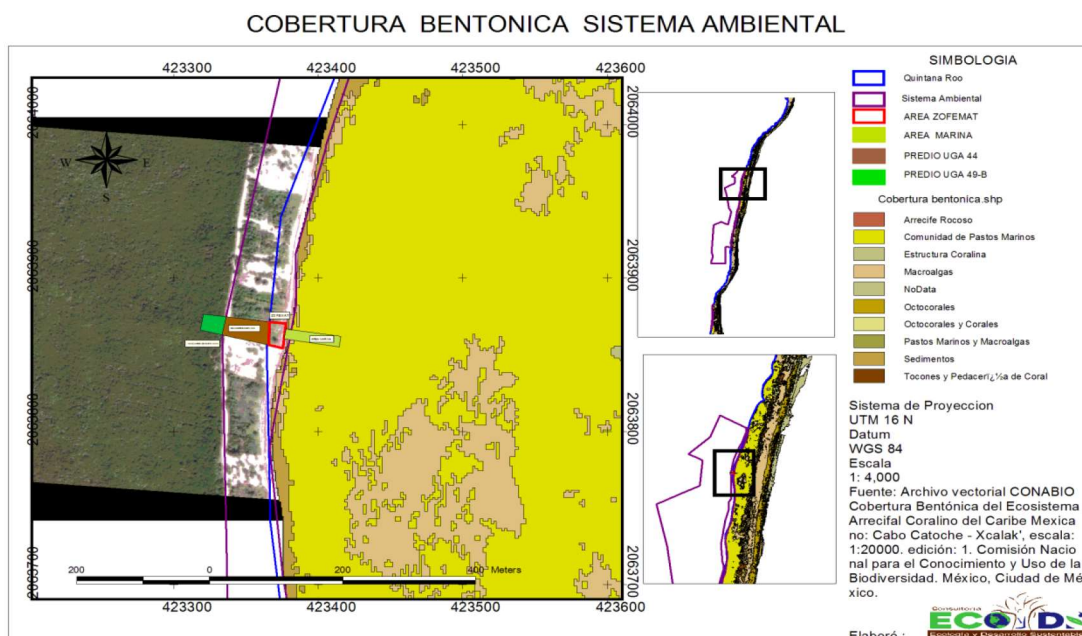


Figura 17.- Cobertura bentónica registrada en la literatura en el sistema ambiental. Datos tomados de (CONABIO, 2010)

La comunidad coralina se caracteriza por especies como el coral cuerno de alce *Acropora palmata* y numerosas colonias de corales blandos entre las que dominan los abanicos de mar (*Gorgonia*) así como escleractineos como *Diploria strigosa*, *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides*, *Porites porites*, *Agaricia agaricites*, *Agaricia tenuifolia*, *Diploria labyrinthiformis*, los cuales se encuentran en formaciones de quebrados con una laguna arrecifal que va desde 1 m de profundidad hasta el frente arrecifal con un promedio de 11.1 m de profundidad (López-Adame, 2011).

El ecosistema arrecifal presenta una cobertura promedio del 8.5 %, en laguna arrecifal 6.42% y para el frente arrecifal 10.57 %. De manera general en la zona norte (hacia Mahahual la cobertura coralina es 4.82 al 14.46% mientras en la parte sur esta se encuentra entre el 10% y el 12%. Las formaciones que se desarrollan en la parte sur consisten de macizos de coral de 2 m a 7 m de altura en las partes someras del arrecife posterior y de un sistema de macizos de coral perpendiculares a la costa de 3 m a 10 m de altura en las partes más profundas que se encuentran en la pendiente este (López-Adame, 2011) (Figura 18).

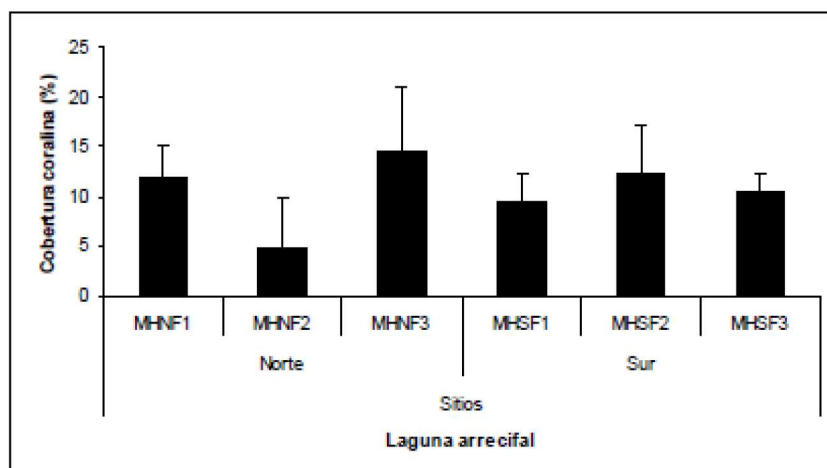


Figura 18.- Porcentaje de cobertura coralina en diferentes sitios a lo largo de la laguna arrecifal en Mahahual (López-Adame, 2011)

Por otra parte la cobertura de macro algas es mayor a la cobertura coralina siendo el grupo de las algas de tapete con un 40-70% de cobertura, seguido de algas coralinas costrosas de entre 10-20%, Macro-algas de 8-19%, macro algas calcáreas ramificadas 3-8 % y algas costrosas no coralinas con un 1-4%; siendo el área sujeta a un fenómeno denominado cambio de fase sobre el cual se han realizado varios estudios donde se señala que los residuos de nitrógeno y fosforo producto del desarrollo hotelero y descargas asociados han acelerado dicho proceso biológico (Figura 19) (López-Adame, 2011).

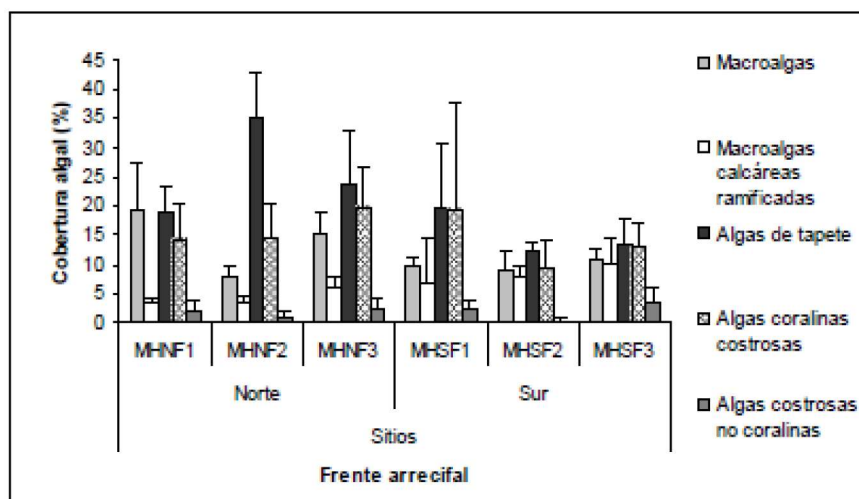


Figura 19.- Porcentaje de cobertura de cinco grupos de algas identificadas en el frente arrecifal de Mahahual (López-Adame, 2011)

Derivado de la descripción actual de los ecosistemas que integran el sistema ambiental se consideran tanto la región terrestre y marina como una serie de ecosistemas relacionados en los cuales la presencia de la vegetación predominante de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), permite la retención de partículas de sedimentos provenientes de las inundaciones a las que se encuentra sujeta el área además que consolida el sustrato y permite la absorción del nitrógeno para realizar los procesos biológicos de óxido-reducción del mismo a nitratos y nitritos, disponibles para la biota asociada al sedimento, contribuyendo a mantener las aguas de la laguna costera en condiciones oligotróficas necesarias para mantener el ecosistema coralino arrecifal y la alta diversidad asociada así como la captura del carbono atmosférico presente depositándolo en su forma orgánica en un proceso por el cual es sepultado e integrado al suelo (Molina *et al.*, 1998).

Cabe mencionar que a partir de la línea de costa se presentan una serie de ecosistemas asociados comenzando con las dunas costeras que se caracterizan como embrionarias y primarias así como la formación del cordón de dunas que pueden alcanzar de 3 a 4 m, Detrás de ellos se establecen planicies de inundación hacia los manglares donde la especie dominante en la región es el mangle rojo *Rhizophora mangle*, en menor medida el mangle botoncillo *Conocarpus erectus* y mangle blanco *Laguncularia racemosa*.

Finalmente, el ecosistema marino obtiene una concentración de nutrientes moderada y esta característica oligotrófica es la que permite el desarrollo de los ecosistemas arrecifales que brindan protección a la zona costera además de sostener las pesquerías artesanales en su litoral (Silva *et al.*, 2014).

En el sistema ambiental en la actualidad se presumen que existen aportes de nutrientes derivados de un ineficiente tratamiento de las aguas negras producidas por los asentamientos humanos de la localidad de Mahahual, exceso de carga por parte de grandes desarrollos hoteleros y cambio de uso del suelo, por lotificación de predios, realización de obras y rellenos, así como pérdida de los manglares (López-Adame, 2011; Silva *et al.*, 2014).

4.3.1.1.-MEDIO ABIÓTICO

a) Clima y fenómenos meteorológicos:

El clima presente se caracteriza por ser de tipo tropical Aw2(x'), que corresponde a cálido sub húmedo con lluvias en verano y parte del invierno, presenta temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.

La precipitación del mes más seco es entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual esto debido a su localización entre los 18°

y 20° de latitud al norte del Ecuador y la influencia húmeda del Mar Caribe; con el mes de enero menos cálido y los meses de abril a mayo como los más calurosos. Se presentan de igual manera vientos dominantes del este, durante los meses de junio a octubre y los vientos del sureste de enero a mayo. La velocidad media es de 3 a 3.5 m/s de marzo a junio y 2m/s durante septiembre a diciembre (Figura 20) (CENAPRED, 2012; CONABIO, 2016).

TIPO DE CLIMA PREDOMINANTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

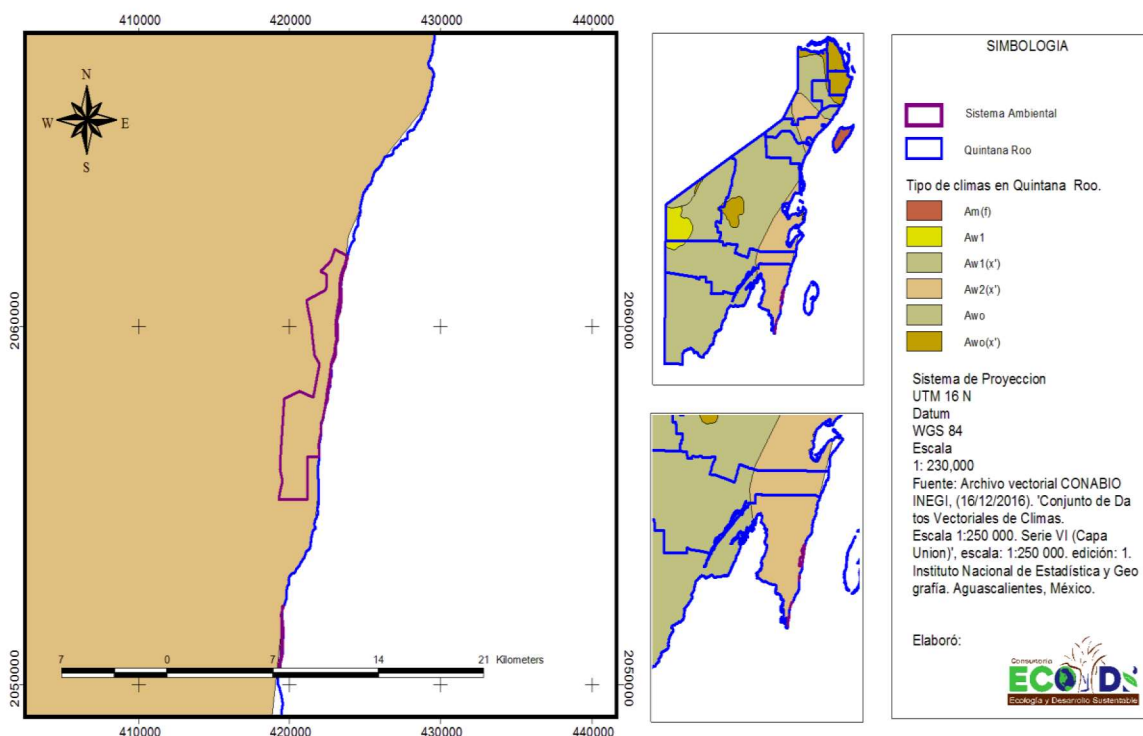


Figura 20.- Clima predominante en el sistema ambiental

Aunque el clima presente pocas variaciones en cuanto a temperatura y humedad relativa, la costa presenta una alta vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos como los huracanes. Siendo la temporada con la mayor incidencia de estos de junio a septiembre.

El atlas nacional de riesgos calificó los municipios costeros con grado de peligro y de riesgo alto y medio ante huracanes (Figura 21). Quintana Roo se ubica en una zona muy vulnerable al paso de los huracanes del Caribe.

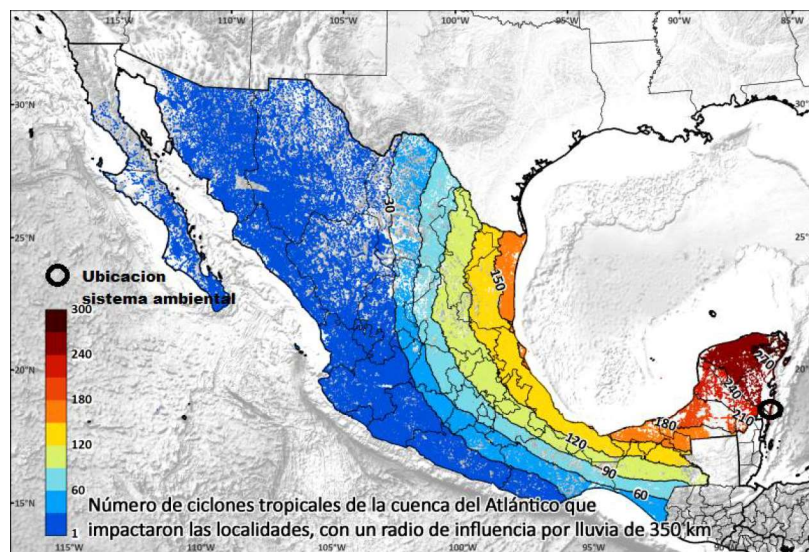


Figura 21.- Mapa de riesgos a impactos de ciclones tropicales en el atlántico para las costas de Quintana Roo, existe un alto riesgo asociado al impacto de ciclones tropicales (CENAPRED, 2012)

Dichos sistemas meteorológicos, han aumentado su intensidad desde el año 1974 según datos de la NOAA (USAID, 2012). Del año 2000 al 2010 el estado sufrió el embate de diez huracanes de diferentes magnitudes que generaron pérdidas económicas por 22,091.4 millones de pesos, destacando por su destrucción Isidoro (2002), Wilma (2005) y Dean (2007), y Ernesto (2012) que catalogan el área del sistema ambiental como de media probabilidad de recibir huracanes (Figura 22); (NOAA, 2014).

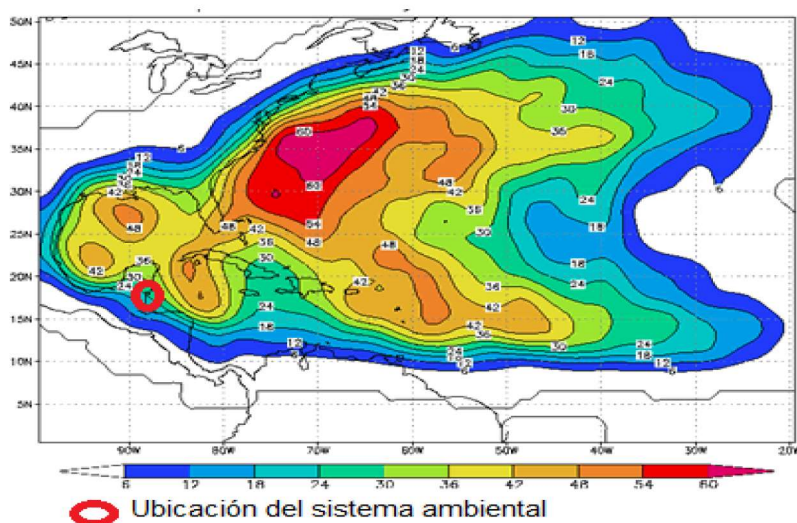


Figura 22.- Probabilidad de presentar un ciclón tropical en el sistema ambiental se clasifica entre 24 y 30, por lo cual se denomina media y por ende de interés particular para las obras, servicios y asentamientos humanos localizados (NOAA, 2014)

Además de los huracanes, la costa está expuesta al aumento del nivel del mar, lo que incrementa el impacto de las mareas y el oleaje, contribuye a la erosión de playas y ocasiona un mayor daño por inundaciones. El aumento del nivel del mar es una afectación seria en el sistema ambiental, la cual pertenece al Caribe mexicano, donde se ha comprobado un crecimiento de hasta un centímetro por año desde 1974. El daño causado por las lluvias y los vientos también es relevante, paulatino y constante. Año con año, muchos caminos de acceso y viviendas en la costa son anegados y dañados; playas enteras se erosionan; estructuras colapsan; como consecuencia los medios de vida de las personas y la economía del estado se ven afectados.

Dentro del Sistema ambiental, en la actualidad las autoridades federales, estatales y municipales, así como los desarrolladores inmobiliarios y hoteleros, y la población, están buscando prácticas y estrategias que les ayuden a reducir el impacto de estos fenómenos climáticos en las vidas y la salud de las personas, en sus actividades económicas, como turismo y pesca, así como sobre la infraestructura y las edificaciones mediante prácticas de construcción y manejo de ecosistemas que pueden reducir la vulnerabilidad de las edificaciones, de la infraestructura y de los ecosistemas costeros en el sur de Quintana Roo ante los fenómenos climáticos (Silva *et al.*, 2014).

b) Geología y geomorfología:

El sistema Ambiental comparte la plataforma cárstica con la Península de Yucatán, sin embargo, pertenece a la región denominada “Costa baja”, está formada por rocas sedimentarias marinas de carbonato auto génico y anhidritas, dolomitas, salicificadas y recrystalizadas, cuyo origen corresponde al Mioceno y Plioceno.

La alteración de estas calizas por el intemperismo origina arcillas lateríticas. En los estratos superiores presenta calizas blancas, duras y masivas.

El subsuelo de la zona costera está formado por rocas carbonatadas solubles de origen marino, con abundantes conductos de disolución y fracturas, pero también en la planicie costera se forman regosoles (suelos inmaduros resultado de la acumulación de materiales calcáreos, conchas, recientes sin consolidación y escasos en nutrientes).

En la región costera también afloran las calizas compactadas recrystalizadas, de ambiente marino en facies blanco y litoral de textura fina a media dispuestas en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como de miliólidos indeterminados (Figura 23).

En los límites de la línea de costa se pueden observar tres unidades litológicas, sin consideración hidrogeológica, que se encuentran recubriendo parcialmente las calizas de moluscos.

- a) Suelos residuales constituidos por arcillas de color café gris o rojizo que resultan del intemperismo químicos de las calizas.
- b) Arcillas y turbas localizadas en zonas de esteros y manglares a consecuencia de los cordones litorales.
- c) Arenas de playa (cordones litorales) constituidas de arenas calcáreas y fragmentos de conchas, con la presencia de un elemento denominado acuitardo costero, o caliche, es producto de las precipitaciones de carbonato de calcio.

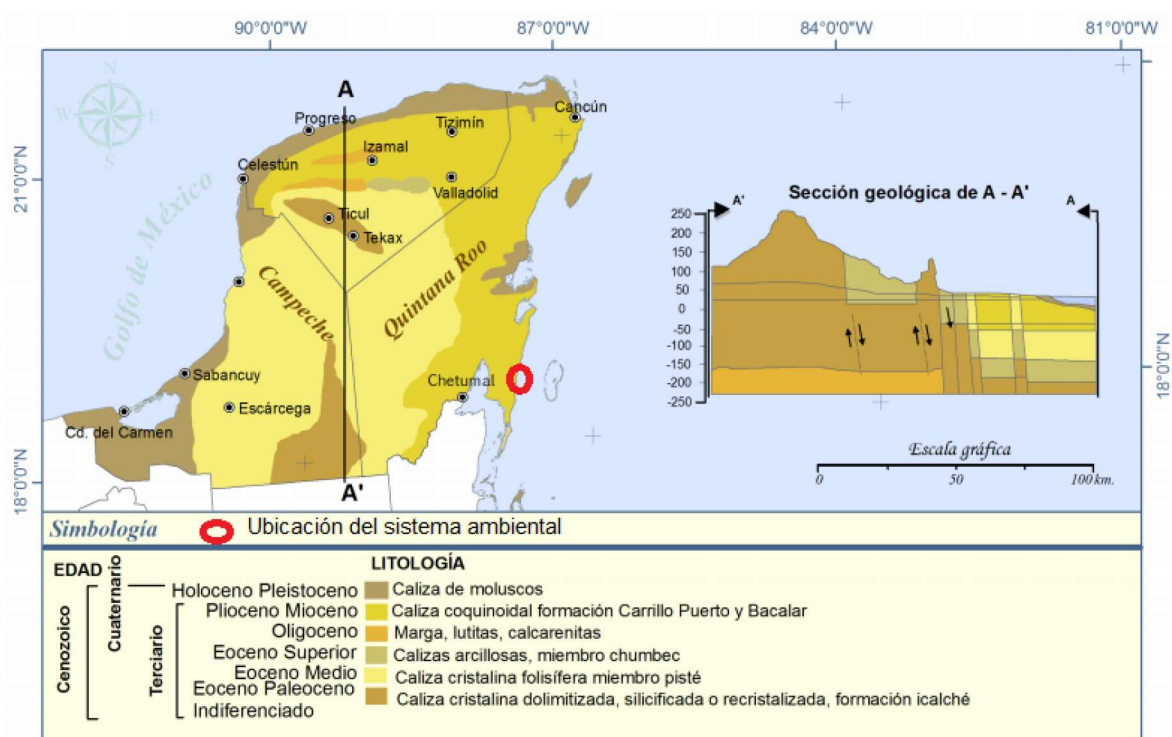


Figura 23.- La costa baja conformada de caliza que difícilmente sobrepasa los 50 msnm como sustrato principal del sistema ambiental

En su parte marina se caracteriza por la presencia de una barrera arrecifal coralina que se extienden a lo largo de 1,000 km de longitud y que corre paralela a la línea de costa de todo el estado. Esta barrera en su flanco hacia mar abierto absorbe parte de la energía física del oleaje, permitiendo que hacia tierra se formen playas que reciben un oleaje muy suave.

La arena se genera a partir de la deriva de las corrientes de playa que provienen de las costas de Centroamérica, flanqueando a la barrera. Sin embargo, la topografía, la configuración de la línea de costa y la batimetría también ejercen un control definitivo en la

circulación local resultando en patrones locales de acumulación compleja. En la parte terrestre se caracteriza por un limitado relieve geológico, pues presenta elevaciones de hasta 10 msnm, lo cual lo convierte en una placa cárstica, con cordones de playa litificados o consolidados lo cual le confiere a sus costas y a la vegetación que se establece en ellas, características particulares (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

La costa de la región presenta gran dinamismo y génesis, por lo cual se le clasifica como costa de tipo acumulativa (marismas), donde los sedimentos parten de la fuente interior de los ríos y humedales, así como del transporte litoral de las lagunas costeras; el depósito de los sedimentos se realiza a través de estuarios y deltas. Asimismo, en la región de los humedales se localizan llanuras de intermarea, de inundación temporal, de pantano o manglar que se caracterizan por una baja sinergia física del medio subacuático.

Las arenas son fundamentalmente calcáreas y hay zonas en que afloran las costas rocosas, como en el litoral de donde se intercalan las zonas arenosas con zonas rocosas que comparten algunas especies de pioneras. En las zonas rocosas muchas de estas especies crecen de forma achaparrada en pequeñas oquedades. En gran parte del litoral, detrás de un delgado cordón de dunas se establecen los humedales.

Con base a la geodinámica costera antes descrita, el SA se clasifica como un subtipo de costas que se caracterizan por un retroceso de la línea de costa hacia el continente, debido a sumersión o inactividad deltaica o por la elevación del nivel del mar.

En conclusión, el sistema ambiental, mantiene sus procesos ecológicos debido a la ubicación de los ecosistemas costeros, la cual está dada por la presencia de cuatro unidades topográficas paralelas a la costa, lo que determina el cambio en la elevación del suelo y como consecuencia el tipo de ecosistema presente. De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas es el siguiente: arrecifes de coral, playas, humedales y lagunas costeras y selva (Figura 24) (Molina *et al.*, 1998).

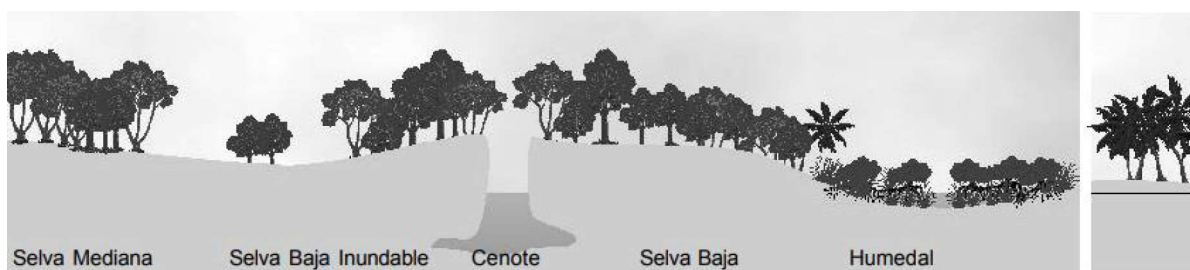


Figura 24.- Perfil general del sistema ambiental para la zona costera terrestre y la disposición de los ecosistemas terrestres en función de la altura del relieve y características geológicas (Molina *et al.*, 1988)

Asimismo, en su parte marina el sistema ambiental parte de una línea de costa dinámica hacia una laguna arrecifal somera de arenal, con profundidades de 1 a 11 m hasta llegar a

la rompiente arrecifal y arrecife profundo con profundidades entre 11 y 27 m situándose entre 200 y 600 m del nivel máximo de la pleamar (Figura 25).

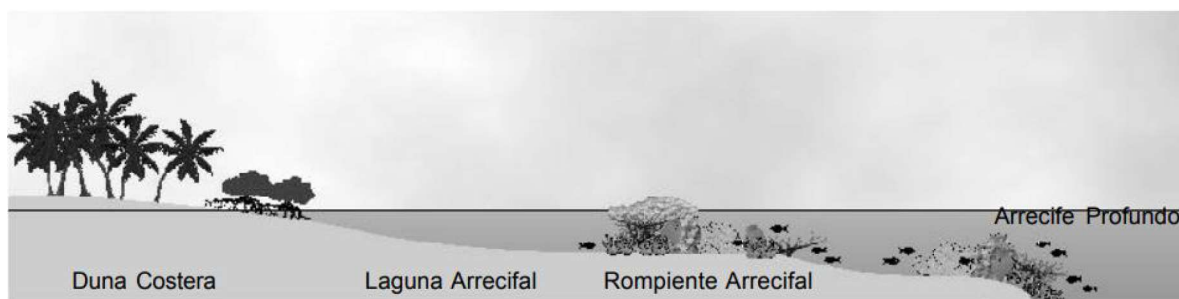


Figura 25.- Geomorfología de la zona marina en el sistema ambiental en las profundidades de los ecosistemas presentes de la laguna y arrecife profundo (Molina et al., 1998)

c) Suelos:

El sistema ambiental de la región y del sitio donde pretenden desarrollar las actividades se caracterizan por estar constituido de playas arenosas casi sin pendiente y de gran amplitud en áreas donde el arrecife se localiza a más o menos a 500 m de la costa, actuando como una barrera rompeolas, la costa es de tipo acumulativo (de playas bajas y marismas), está conformada por una serie de ensenadas arenosas limitadas por puntas rocosas. Los únicos afloramientos del lecho rocoso se localizan en las puntas rocosas, donde está expuesto el arrecife antiguo que data de hace 125,000 años.

Las playas en esta zona están compuestas por guijarros. El tamaño de grano va de fino a medio, lo que nos indica que este tipo de sedimento está “retrabajado” por el oleaje y las condiciones climáticas características de esa zona como huracanes y tormentas tropicales; es decir los granos de arena están muy erosionados. Existen dos tipos de arena; la de tamaño fino es de color blanca, lo que nos indica que es una arena de tamaño homogéneo, contiene menores cantidades de cuarzo, feldespato y muy pocos minerales densos.

El color de la arena en general es blanco, sin presencia de limos y arcillas ni materia orgánica. Las playas y dunas juegan un papel crítico en la protección contra los efectos de las tormentas e inundaciones tanto de los recursos terrestres como del desarrollo costero (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

En la parte continental el suelo se caracteriza por presentar roca caliza por lo cual se genera infiltración, pero a la vez presenta una capa de suelo arcilloso poco permeable denominado solonchak y akalches que le da características de baja cársticidad. En la zona continental el desarrollo de un suelo de tipo rendzina de espesor variable producto de los procesos de captura de carbono y transporte de sedimentos por procesos intermareales que ocurre en los manglares (Moreno- Casasola *et al.*, 2014) (Figura 26).

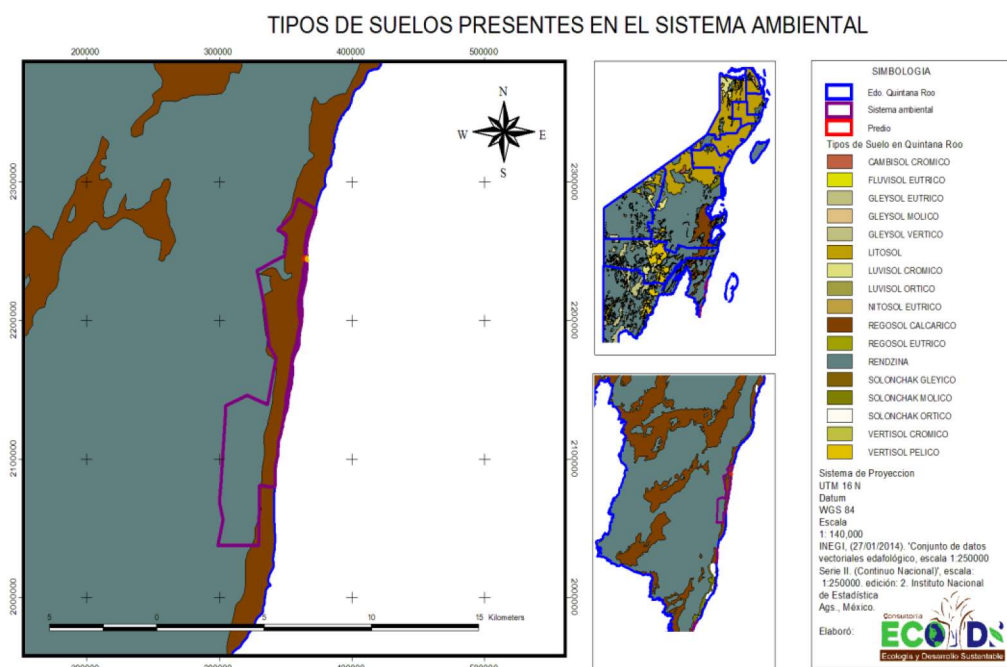


Figura 26.- Tipos de suelos presentes en Quintana Roo

Derivado de lo anterior se tiene que los suelos presentan una vulnerabilidad alta a procesos de erosión derivados de la pérdida de la cobertura vegetal existente.

Para el sitio del proyecto se trata de un área con una limitada cobertura vegetal siendo en su mayoría palmas de coco (*C. nucifera*), Chit (*T. radiata*) y ciricote de playa (*C. sebestena*) que mantiene la arena de las dunas, siendo de manera general para la zona costera un mosaico de predios con pérdida de la cobertura vegetal natural. Asimismo, se mantiene el perfil de la playa ancha con un promedio de 40-80 m con presencia de matorrales costeros en algún grado de antropización (Figura 27).



Figura 27.- Tipo de vegetación presente en el predio

Considerando lo anterior el espacio disponible para el establecimiento de nueva infraestructura es muy estrecho, lo que para los desarrolladores representa un reto el determinar los lugares apropiados para la construcción que sean atractivos para el turismo y al mismo tiempo elegir un método para proteger su inversión mientras se permite que los procesos naturales ocurran. Para lograr la sustentabilidad de los desarrollos costeros a largo plazo, se debe considerar en su diseño y construcción los cambios naturales en la línea de costa, la fuerza de los vientos y el oleaje durante una tormenta, y el impacto resultante de ellos en las playas.

d) Agua:

Debido a que el sistema ambiental se caracteriza como una planicie ligeramente inclinada desde el interior hacia la costa constituida por roca caliza. Debido a lo plano del relieve, el agua de lluvia no puede fluir y presenta pequeños ríos superficiales como Río Bermejo y más al sur Río Huach. Asimismo, por su media porosidad presenta un flujo de aguas subterráneas.

El flujo subterráneo debido al desnivel de la planicie, el agua del manto freático queda cada vez más cerca de la superficie a medida que se aproxima a la costa, donde coinciden el nivel del acuífero, la superficie del terreno y el nivel del mar formando la característica franja de humedales a lo largo del sistema ambiental (Silva *et al.*, 2014; Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

En los lugares expuestos al embate de las olas, la franja de terrenos inundados se encuentra separada del mar por una serie de dunas arenosas. En esta zona se presenta un pequeño acuífero secundario localizado en la berma de la playa a lo largo de toda la costa; la porosidad de la arena permite la recarga en época de lluvias, el agua de lluvia se filtra y se colecta por encima del agua salada debido a la diferencia de densidad. Este acuífero es usado a lo largo de la costa y es la única fuente de agua dulce para los residentes de la zona. Algunos esteros y lagunas costeras se encuentran directamente comunicados con el mar subterráneamente; aparentemente esta agua de baja salinidad descarga mar adentro en la región arrecifal (Figura 28).

Por las características del flujo de aguas subterráneas, las amenazas de contaminación por aguas residuales podrían repercutir en la fuente principal de agua potable, en la calidad del agua en las zonas inundables, en los arrecifes coralinos y en las pesquerías. Es fundamental que para el establecimiento de nueva infraestructura se tomen en cuenta las características geológicas e hidrológicas de la región, así como los procesos costeros a fin de evitar los impactos adversos al ambiente mediante el uso de sistemas de tratamiento de las descargas (Molina *et al.*, 1998)

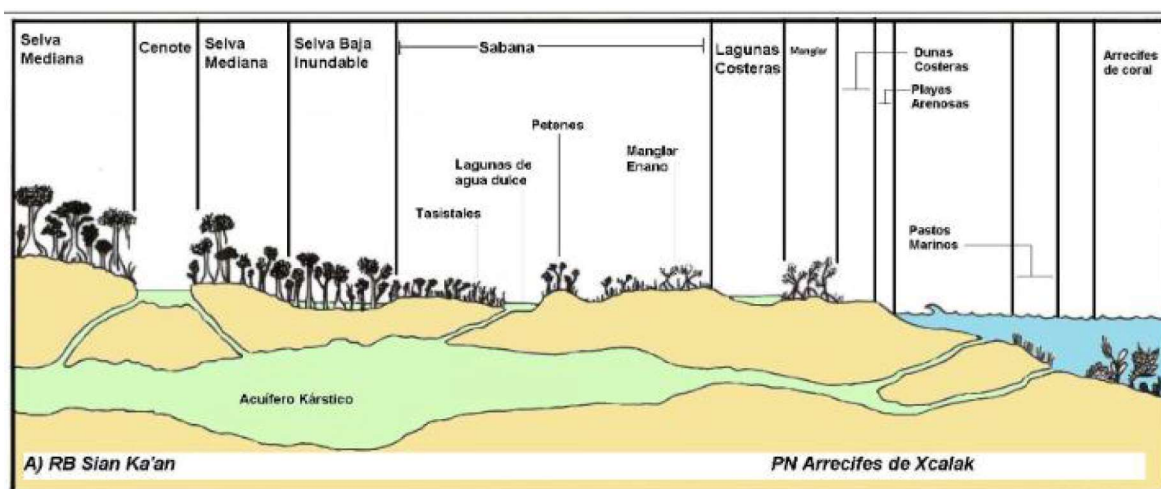


Figura 28.- Descripción general del sistema hidrológico de tipo cárstico presente en el sistema ambiental desde la región norte hasta la región sur, donde laguna costera, duna, matorral costero y manglar son predominantes en el sistema ambiental

e) Zona marina

Las costas arenosas del sistema ambiental se caracterizan por tener poca pendiente menor al 5° y presentan una berma bien definida, el relieve en general es con elevaciones menores a 10 msnm y presentar generación de playas mediante procesos de acumulación, se trata de playas anchas de 40 a 400 m de ancho.

Una característica del sistema ambiental es la presencia de un cordón de dunas. Sobre él se desarrolla vegetación de duna costera, así como matorral de dunas, palmas y aún selvas bajas. Detrás de ellos se establecen planicies de inundación hacia los manglares o con vegetación palustre de popal-tular y cuerpos de agua aislados.

Las dunas costeras están entre los ecosistemas con mayor peligro a desaparecer en la región, primeramente, porque han sido eliminadas a costa de la expansión de la infraestructura turística y en segundo término por que los procesos de erosión costera constituyen una grave amenaza (Thomassiny- Acosta, 2010).

f) Batimetría del sistema ambiental

En la parte marina el sistema ambiental se caracteriza por presentar un fondo arenoso con presencia de laja calcárea y en algunas partes pedacera de coral muerto. El perfil del arrecife consta de: una laguna somera de 0.5 m a 27.5 m de profundidad y mide de 150 a 400 m de ancho aproximadamente, hasta la cresta arrecifal con un fondo de arena y parches de pastos marinos, con algas ocasionales y gorgonias, la cresta del arrecife, frente y la pendiente, cuentan con una cobertura de coral que va en aumento de la cresta a la pendiente. Por otra parte, los frentes arrecifales presentan entre 11 a 60 m de profundidad y una distancia de 600 a 1200 m de la línea de costa (Figura 29).

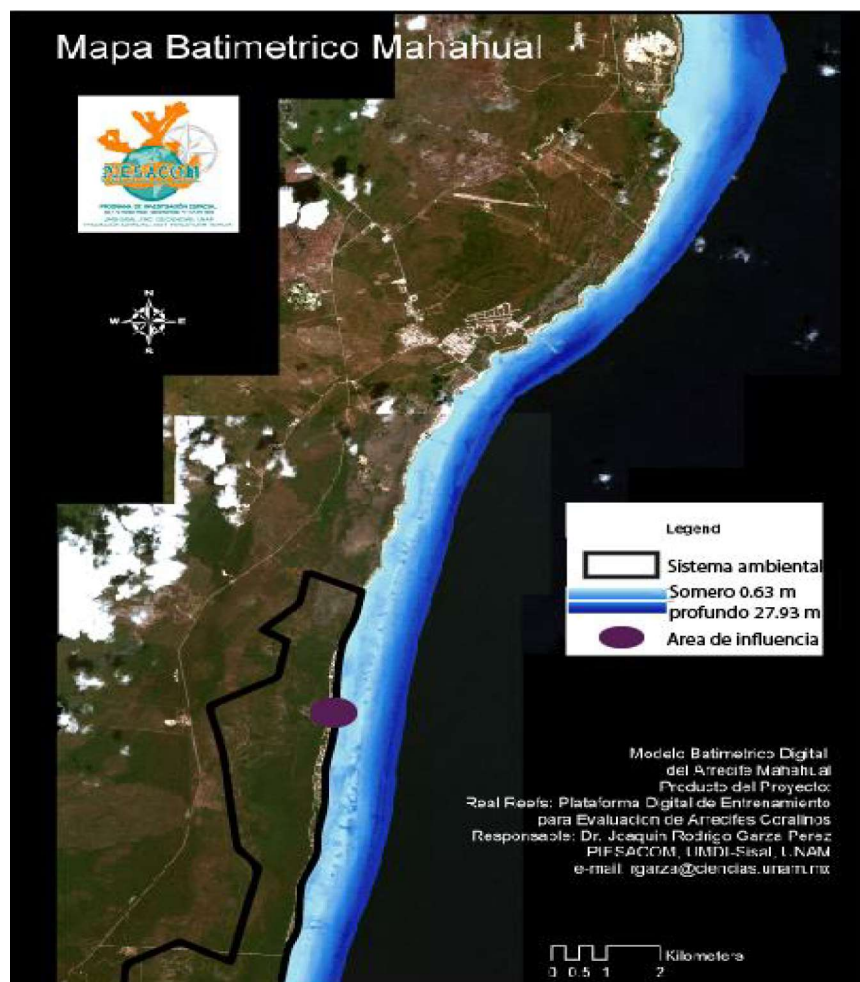


Figura 29.-Modelo batimétrico que describe las profundidades del sistema ambiental que incluye el área de influencia. Modificado de (Garza-Pérez, 2009)

Entre las características del sustrato bentónico se tienen que la laguna arrecifal está conformada por arenales en sus primeros 40 a 60 m con parches de pastizales marinos a 70 a 100 m se encuentran formaciones coralinas en forma de quebrados y parches, junto a el desarrollo arrecifal frontal inferior, a 700 m de la línea de costa comienza el desarrollo de dos cordilleras coralinas que terminan en una área de canales y macizos de hasta 200 m de profundidad Figura 30 (Garza- Pérez, 2009; Merediz- Alonso, 2012).

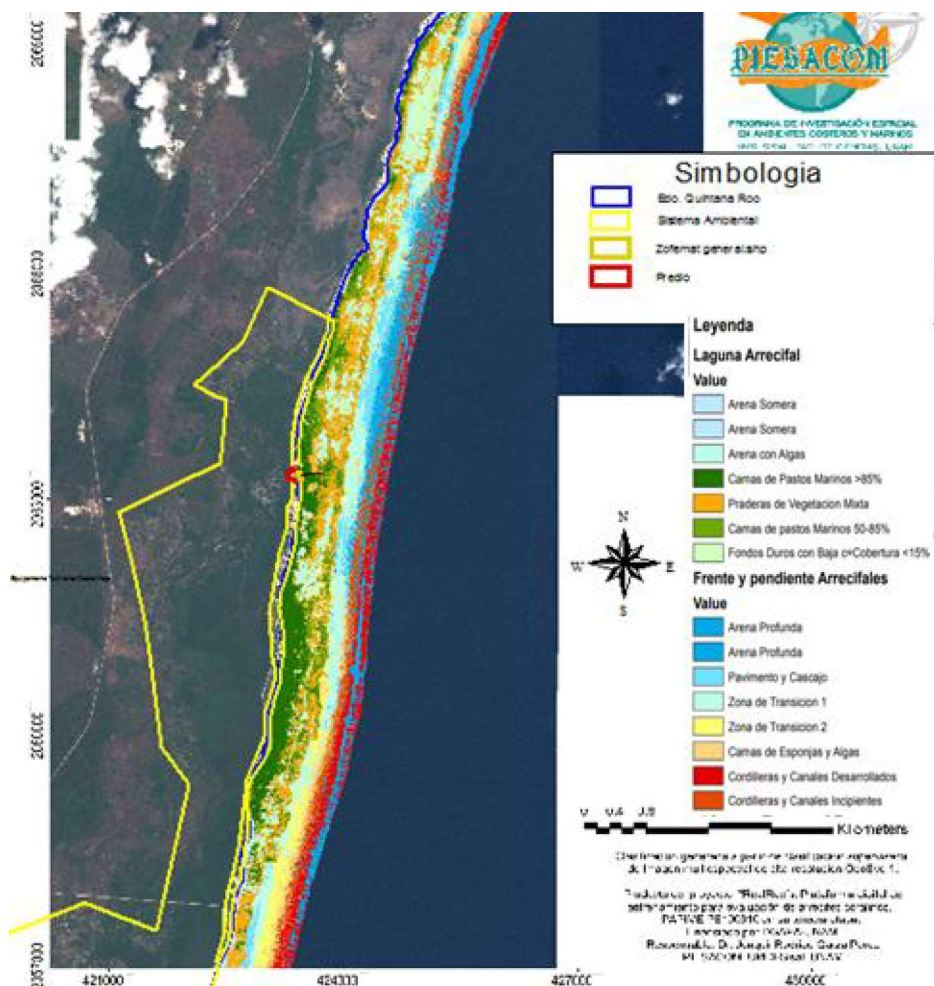


Figura 30.- Características del sustrato bentónico presente en el sistema ambiental en la zona marina. Modificado de (Garza-Pérez, 2009)

g) Sistema de transporte litoral

El transporte a lo largo de la costa es originado por el rompimiento de las olas, y depende del ángulo de aproximación, de la duración y la energía del oleaje. Esto está directamente influenciado por la acción del viento, en el Caribe los vientos predominantes en verano son del sureste y en invierno del norte. La energía con la que las olas se aproximan a la costa depende de la presencia o ausencia de estructuras arrecifales frente a ella, ya que estas estructuras amortiguan la energía del oleaje. Al llegar a la costa las olas rompen y disipan su energía, en la zona de rompiente producen un transporte de masas de agua generando una corriente paralela a la línea de costa que transporta la arena, llamada corriente litoral.

El patrón general de la circulación costera superficial del Caribe mexicano es de sur a norte, invirtiéndose entre las puntas rocosas más prominentes, debido al choque de la corriente

con estas estructuras formando pequeños giros. Se ha observado que la intensidad, extensión y aún la existencia de estos varían fuertemente con el tiempo debido probablemente a los efectos del viento y las mareas sobre la circulación. El transporte neto de los sedimentos a lo largo del litoral parece ocurrir de sur a norte, basado en la dirección que tiene la curvatura de las salientes arenosas que limitan las caletas y a lo largo de pequeñas puntas rocosas antiguas

Así, la circulación costera podría estar caracterizada por giros seccionales (de amplitud e intensidad variables) en la porción sur de las puntas, regenerando la contracorriente hacia el sur; la forma y disposición de los arrecifes hace variar el patrón de circulación, así en el caso de arrecifes con macizos y canales dispuestos en sentido perpendicular a la costa, el flujo general a mesoescala puede no tener una representación hidrodinámica muy evidente; sin embargo, a menor escala las zonas de canales pudieran tener flujos particularmente turbulentos. En sentido transversal, la zona de influencia inmediata de la contracorriente es la zona arrecifal interna y la laguna arrecifal (Figura 31) (Suárez-Morales, 1998).

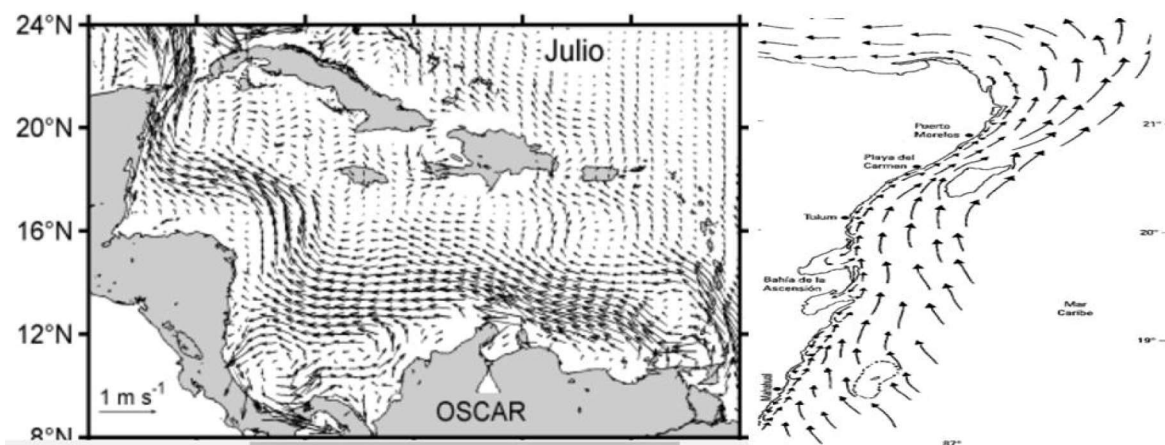


Figura 31.- Sistema de corrientes superficiales que predominan como el sistema de transporte obsérvese que el flujo sur a norte es general, sin embargo debido a las puntas rocosas se crea una contracorriente que es la responsable del transporte de arena en las playas (Suarez-Morales, 1998)

h) Tasa de sedimentación, temperatura, fosforo total y nitrógeno total en el sistema ambiental

A continuación se presentan datos de un estudio realizado en 3 arrecifes del Caribe con los valores de sedimentación en la columna de agua ($\text{mg cm}^2 / \text{mes}$), coeficiente de extinción de luz solar (k_d), temperatura($^{\circ}\text{C}$), fosforo y nitrógeno total (μM); derivado de ello se puede observar que en Mahahual donde se toman los valores para el SA presenta una temperatura similar (28.0°C), sin embargo presenta en la tasa de sedimentación valores más elevados (422.2) lo cual indica una enorme cantidad de sedimentos en la columna de agua a comparación de Banco Chinchorro, que a su vez interfiere en los coeficientes de extinción de la luz (0.36) pues las partículas impiden la penetración de la luz solar a mayores

profundidades, sin embargo en este estudio realizado no se detectó un aporte mayor de nitrógeno total ni fósforo por lo cual se infiere que si bien existen descargas de plantas de tratamiento y drenajes estos aún no se ven reflejados en la columna de agua (Figura 32) (Piñón, *et al.*, 2005).

Locality	Temperature (°C)	Extinction coefficient (k_d)	Sedimentation rate ($\text{mg cm}^{-2} \text{ month}^{-1}$)	Total nitrogen (μM)	Total phosphorous (μM)
Mahahual	28.0 ± 14.3 (83,933)	0.36 ± 0.20 (7)	422.2 ± 306.2 (48)	5.76 ± 3.34 (36)	1.11 ± 1.31 (36)
Chinchorro Bank	27.8 ± 1.3 (97,430)	0.37 ± 0.20 (8)	103.9 ± 86.9 (48)	4.73 ± 2.65 (36)	1.69 ± 1.18 (36)
La Blanquilla	28.1 ± 0.8 (14,470)	0.50 (1)	–	14.65 ± 0.96 (3)	2.80 ± 0.84 (3)

Figura 32.- Valores de parámetros físico-químicos determinados en un estudio de calidad del agua en el crecimiento de corales escleractineos, cuyos valores nos indican la calidad del agua en el sistema ambiental con referencia en la localidad de Mahahual (Piñón *et al.*, 2005)

i) Perfil batimétrico en el área marina de influencia al predio de interés

Asimismo, en el predio de interés se realizó el levantamiento batimétrico del área de influencia de la obra proyectada, para ello se zonificó a una distancia de 84 m de la línea de costa usando medición directa cada 5 m. Posteriormente los datos fueron procesados mediante el método de red triangular TIN para generar un modelo de profundidades DMT a partir del cual se extrajeron las curvas de nivel cada 10 m del fondo marino que se presentan a continuación en forma cartográfica (Figura 33).

Se infiere del modelo resultante que presenta características someras con profundidades de la línea de costa de 0.20 m hasta 2.30 m a una distancia de 84 m por lo cual se considera que esta dentro del área de laguna arrecifal en su porción más continental.

BATIMETRIA DEL AREA MARINA EN EL PREDIO DE INTERES

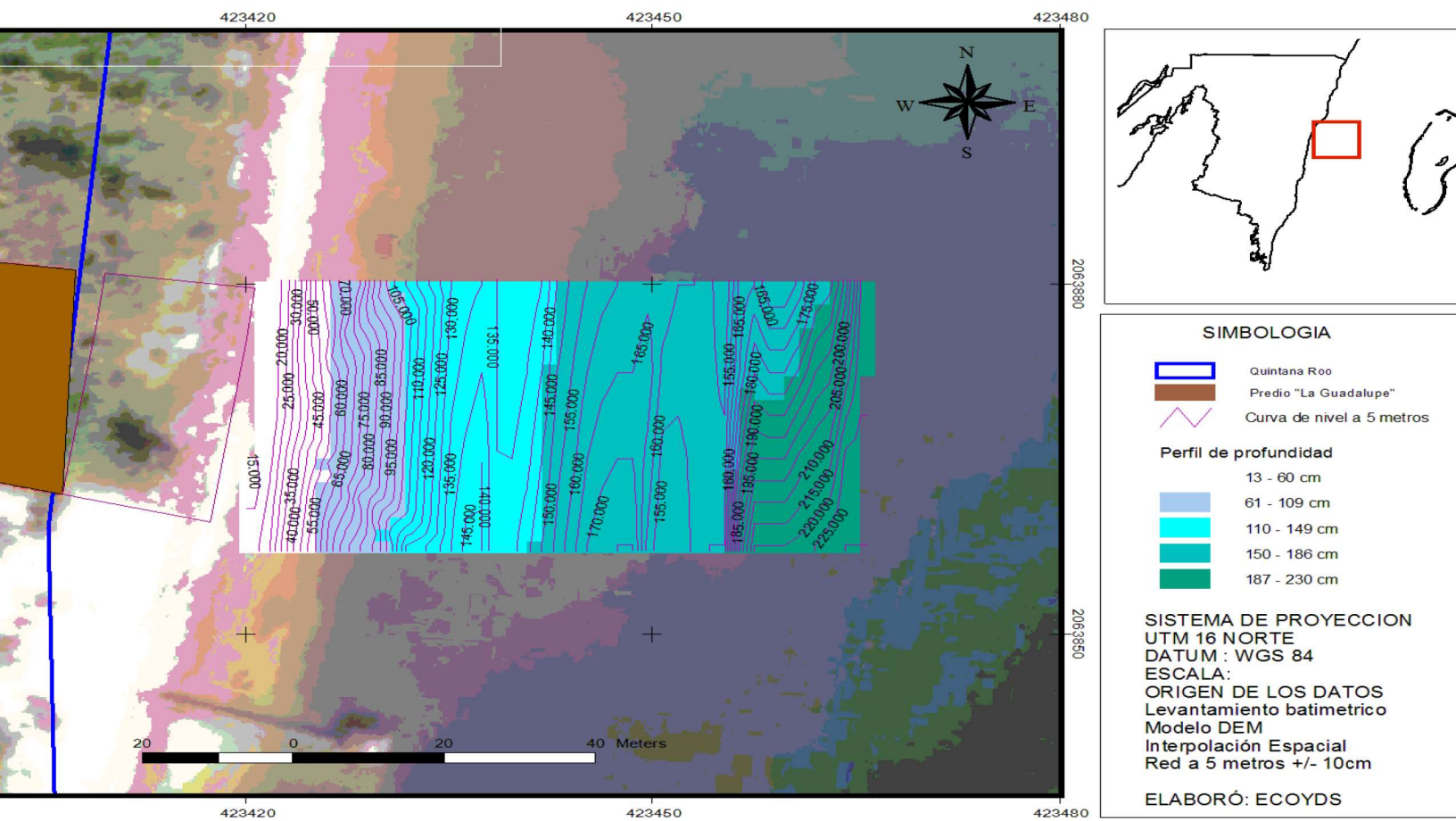


Figura 33.- Levantamiento batimétrico en el predio de interés, apreciándose las curvas de nivel modeladas y la profundidad somera a la que se encuentra el área

j) Análisis de vulnerabilidad de la zona costera en el sistema ambiental

Una condición del sistema ambiental es que se ubica en la zona costera totalmente, lo cual la hace vulnerable a los impactos de los fenómenos climáticos y aquellos derivados del calentamiento global entre los que destacan: las mareas y olas de tormentas; el aumento del nivel del mar; los vientos y las lluvias intensas; y periodos de sequía y calor más intensos y prolongados.

Asimismo, el sistema ambiental se encuentra clasificado dentro del Atlas nacional de riesgo para esa zona de Quintana Roo como de grado de riesgo alto y medio para fenómenos atmosféricos como los vientos intensos, oleaje, mareas de tormenta, lluvias torrenciales y huracanes (CENAPRED, 2012).

Además de los fenómenos atmosféricos, la costa está expuesta al aumento del nivel del mar, lo que incrementa el impacto de las mareas y el oleaje, contribuye a la erosión de playas y ocasiona un mayor daño por inundaciones.

El daño causado por las lluvias y los vientos también es relevante, paulatino y constante. Cada año, muchos caminos de acceso y viviendas en la costa son anegados y dañados; las playas se erosionan; estructuras colapsan; como consecuencia los medios de vida de las personas y la economía del estado se ven afectados.

Está bien documentado que los ecosistemas costeros y marinos proveen una protección significativa a las comunidades y a la infraestructura costera ante las olas, mareas de tormenta, inundaciones y erosión (Molina *et al.*, 1998).

Los ecosistemas, además de ser efectivos en la protección a la costa sostienen al turismo y a la pesca, por lo que protegerlos es la medida más eficaz de reducir la vulnerabilidad y mantener los medios de vida de las comunidades costeras.

Las mareas de tormenta y huracanes pueden construir o erosionar la duna costera. En algunas ocasiones depositan grandes cantidades de arena que es arrastrada de otras playas o del fondo marino; en otras tomarán la arena de la duna y la regresarán al fondo. De igual manera el viento es también formador y erosionador de dunas: constantemente transporta la arena de la playa hacia el interior de la costa (transporte litoral en conjunto con las corrientes superficiales, y la vegetación de duna costera es clave para atrapar y afianzar la arena o bien para evitar su erosión. Cuando se construye sobre la duna costera y se elimina la vegetación, la dinámica de las olas y del viento es perturbada, acelerando la erosión de la duna o bien evitando que se deposite la arena (Silva *et al.*, 2014).

Por otra parte, los humedales presentes entre los que destacan: lagunas costeras y manglares almacenan el agua de las lluvias regulares, de tormentas y huracanes. Dependiendo de su dinámica, el agua es conducida paulatinamente hacia el acuífero o descargada hacia el mar. El relleno y las construcciones (viviendas, caminos, senderos,

estacionamientos) en los humedales interrumpen la captación y almacenamiento del agua, lo que provoca inundaciones en sitio o a otras zonas, transfiriendo el daño.

La interrupción de los flujos de agua entre los humedales y el desfogue al mar aumentará el nivel de la inundación, afectando aún más la infraestructura. Eventualmente destruirá las construcciones que interrumpen ese flujo a menos que se realicen costosas inversiones.

Finalmente, los manglares, con sus múltiples raíces y troncos, reducen el impacto de las olas sobre la línea de costa y la velocidad y fuerza del viento. De igual forma los manglares construyen el suelo y van elevando el nivel del fondo conforme aumenta el nivel del mar, por lo tanto, son barreras naturales ante los fenómenos climáticos adaptables en el largo plazo.

Las barreras arrecifales prestan uno de los servicios de protección costera más importantes, los arrecifes de barrera forman, como su nombre lo indica, una barrera ante el mar profundo y una zona somera frente a la costa, conocida como laguna arrecifal.

Varios estudios han comprobado que la barrera arrecifal disipa alrededor de 90% de la energía de las mareas de tormenta y olas cuando chocan contra la barrera.

Muchas de las prácticas constructivas en la zona costera alteran su dinámica, degradan los ecosistemas y afectan su capacidad de protección ante los fenómenos climáticos. Por eso es sumamente importante identificar las prácticas de uso del suelo, construcción y manejo del paisaje que posibiliten el uso y disfrute de la zona costera, conservando los ecosistemas y su capacidad de proteger la costa, pero sin poner en riesgo la infraestructura y la vida de las personas (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

4.3.1.2.- MEDIO BIÓTICO

En la zona terrestre que caracteriza el sistema ambiental, se localiza el ecosistema de duna costera, para el predio en particular se caracteriza por la berma de la playa sin embargo no se encuentra vegetación de duna costera que se localiza en forma de mosaico a través del sistema ambiental esto se debe a la lotificación y limpieza de los predios en los cuales se ha retirado la duna, sin embargo, en otras zonas del mismo se encuentran diversos tipos de dunas con las siguientes características:

En las playas son frecuentes la vegetación pionera como: *Cakile lanceolata*, *Ambrosia hispida*, *Amaranthus greggii*, *Euphorbia mesembrianthemifolia*, *Suaeda linearis*, *Croton punctatus*, *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomoea pes-caprae*, *Sporobolus virginicus*, *Euphorbia dioica*, *Melanthera nivea*, *Crotalaria pumila*, *Vigna elegans*, *Andropogon glomeratus* y *Alternanthera flavescens*.

En el primer cordón de dunas aparecen *Tournefortia gnaphalodes*, *Waltheria indica*, *Cenchrus echinatus*, *Distichlis spicata*, *Cenchrus ciliaris*, *Echites umbellatus*, *Alternanthera flavescens*, *Suriana maritima*, *Cordia sebestena* y *Sideroxylon americanum*, y el cocotero *Cocos nucifera*.

En las crestas están *Pithecellobium keyense*, *Sideroxylon americanum*, *Alternanthera flavescens*, *Metastelma schlechtendalii*, *Echites umbellatus*, *Ipomoea violacea*, *Suriana maritima*, *Hymenocallis littoralis*, *Ambrosia hispida*, *Phyla nodiflora*, *Paspalum blodgettii*, *Panicum amarum*, *Eragrostis prolifera*, *Crotalaria pumila*, *Euphorbia dioeca* y *Cordia sebestena*.

En las dunas estabilizadas aparecen los arbustos *Coccoloba uvifera*, *Pithecellobium keyense*, *Scaevola plumieri*, *Ernodea littoralis*, *Lantana involucrata*, *Chiococca alba*, *Metopium brownei*, *Suriana maritima*, *Erithalis fruticosa*, *Thevetia gaumeri*, *Manilkara zapota*, *Coccoloba diversifolia*, *Psychotria nervosa*, *Eugenia axillaris*, *Trema micrantha*, la palma *Thrinax radiata*, entre otros. Llegan a formarse matorrales muy densos, casi impenetrables.

También están presentes las hierbas *Hymenocallis littoralis*, *Ambrosia hispida*, *Phyla nodiflora*, *Cyperus planifolius*, *Iresine heterophylla*, *Distichlis spicata*, *Euphorbia dioeca*, *Ipomoea violacea*, *Commicarpus scandens*, *Eustachys petraea*, *Passiflora foetida*, *Sideroxylon americanum*, *Alternanthera flavescens*, *Metastelma schlechtendalii*, *Echites umbellatus*, *Jacquemontia havanensis*, y *Solanum donianum* (Moreno-Casasola et al., 2014; Molina et al., 2014).

Cabe destacar que dentro del sistema ambiental se encuentra una vía de comunicación denominada carretera Mahahual-Xcalak de relleno de arena que divide a la zona de dunas y matorrales costeros del área de manglar esta es la principal característica antrópica del área y representa la fragmentación entre estos dos ecosistemas.

a) Vegetación análisis de la riqueza, cobertura, estructura, composición y diversidad de las comunidades terrestres y/o acuáticas que definen el tipo de vegetación y su distribución en el sistema ambiental, determinando su grado de conservación y las fuentes de deterioro que les están afectando

Los tipos de vegetación presentes en la zona costera del sistema ambiental se caracterizan por los siguientes ecosistemas: duna costera, manglar, selvas y vegetación secundaria (Sánchez et al. 1991). Las especies de mangle en el área de estudio son cuatro: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (mangle blanco), *Avicennia germinans* (L.) Stearn (mangle negro) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo). Estas especies pueden formar parte de alguno o todos los tipos de manglar encontrados en la zona: manglar mixto, manglar enano, manglar ribereño, manglar de franja y manglar de isla (Granados-Sánchez et al., 1998).

Por otra parte se ha descrito para el sistema ambiental cambios en la vegetación en su cobertura (Hirales-Cota *et al.*, 2010) realiza un estudio donde compara la pérdida de vegetación ocasionada por el huracán Deán en su paso por el sistema ambiental (Mahahual) que incluye el predio de realización de las obras se puede apreciar que se perdieron alrededor de 830 ha de mangle, 670 ha de vegetación de duna costera y matorrales, así como un aumento de cambio de uso del suelo de 1160 ha y de los asentamientos humanos en 120 ha (Figura 34).

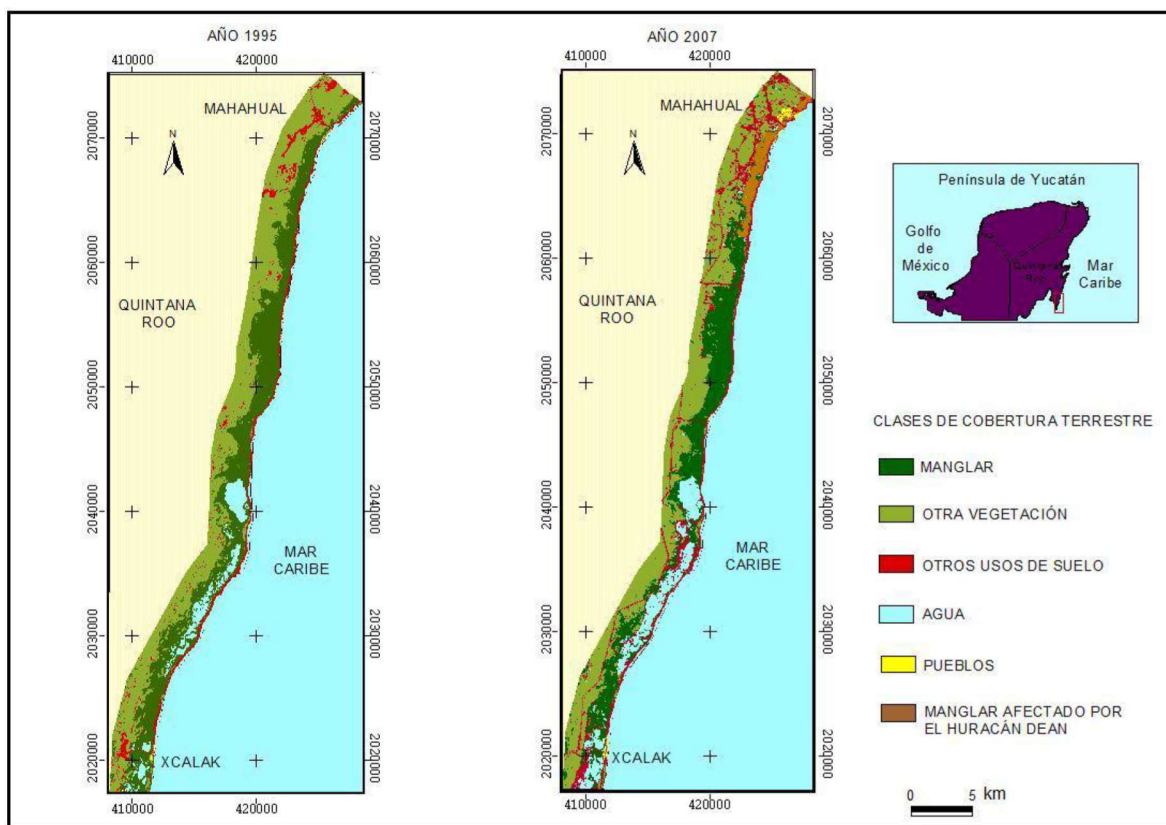


Figura 34.- Clases de cobertura en la zona de Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, en 1995 y 2007. Nótese el aumento de las clases "otros usos de suelo" (principalmente caminos) y "pueblos"

Asimismo, se ha estimado una tasa de deforestación de 0.95%, que equivale a una pérdida anual de 67 ha de manglar y con una probabilidad de cambio del 12% hacia otros usos de suelo (Figura 35) (Hirales-Cota *et al.*, 2010).

Clase de cobertura	Superficie (ha)	
	1995	2007
Manglar	7,690	6,860
Otro tipo de vegetación	9,600	8,930
Otros usos de suelo	1,470	2,630
Agua	1,860	2,590
Pueblos	40	160

Figura 35.- Cambios de coberturas en la vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental (Hirales-Cota, 2010)

Dentro de los agentes de cambio de uso de suelo y la pérdida de la vegetación se encuentran: la extracción de leña, la contaminación derivada por las descargas de las plantas de tratamiento, la delimitación de predios y la interrupción de flujos de agua entre el manglar y el mar. Por otra parte, el agente de deforestación en las zonas de manglar para construcción de caminos y apertura de brechas para la delimitación de terrenos privados es el más frecuente en el sistema ambiental.

Con respecto a la construcción de caminos, cabe mencionar que existen dos caminos paralelos a la costa, los cuales comunican a los poblados principales de la zona. El primero, muy próximo a la playa (generalmente no más allá de 100 m), en algunas partes cruza zonas de manglar, mientras que el segundo, una carretera con una distancia variable de 1 a 3 km de la costa, cruza algunos ambientes de humedal, como selva inundable y manglar chaparro (Figura 36).



Figura 36.-Agentes de disturbio en el sistema ambiental: A) creación de brechas para delimitación de predios privados, B) deforestación para la construcción de obras, C) deforestación para la construcción de caminos, brechas y vialidades y D) impactos naturales, Huracán Dean en 2007 (Hirales-Cota et al., 2010)

b) Análisis de la vegetación en el predio de interés con énfasis en riqueza, cobertura, estructura, composición y diversidad de las comunidades terrestres

De acuerdo al muestreo realizado en el predio de interés se encontraron un total de siete especies de las cuales *Terminalia catappa* es una especie que no es originaria de México, mientras que *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Thrinax radiata* se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; Asimismo se cuenta con la presencia de *Cordia sebestena*, *Cocos nucifera* y *Coccoloba uvifera*, las cuales son especies características de zonas costeras ya que se adaptan fácilmente a la salinidad y las condiciones del ecosistema (Tabla 19).

Tabla 19.- Listado florístico del predio de interés, dividido por zonas (conservación, aprovechamiento y ZOFEMAT)

ZONA DE CONSERVACIÓN		
Número	Nombre Científico	Nombre Común
1	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo

2	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo
3	<i>Cordia sebestena</i>	Ciricote
4	<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit
ZONA DE APROVECHAMIENTO		
1	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit
2	<i>Cordia sebestena</i>	Ciricote
3	<i>Cocos nucifera</i>	Palma de Coco
4	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de Mar
5	<i>Terminalia catappa</i>	Almendra
ZONA ZOFEMAT		
1	<i>Cocos nucifera</i>	Palma de Coco
2	<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit

Estructura de la vegetación

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de Especies-Área estipula mediante el índice de Chao 1 (Presencia-Ausencia) la representatividad del 95% de las especies presentes en el muestreo, lo cual indica que el área muestreada es representativa (Figura 37).

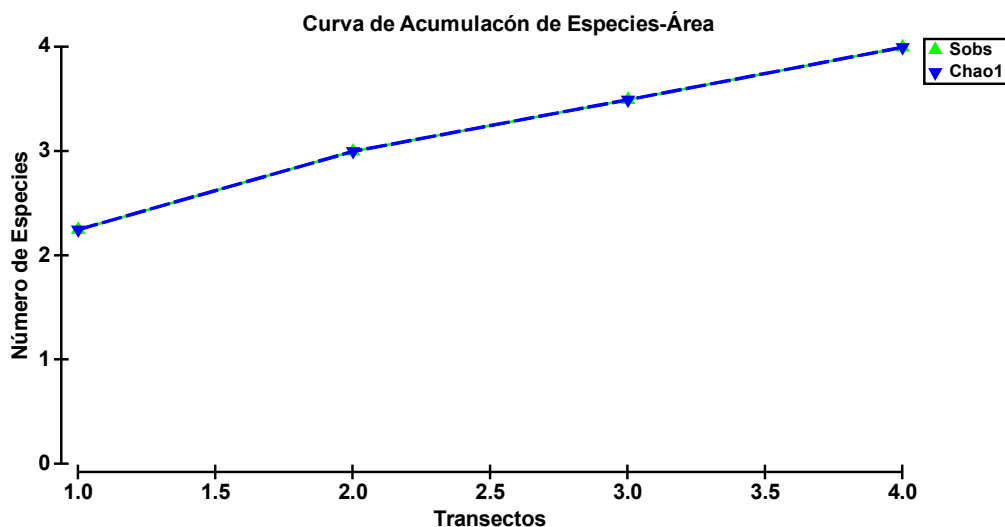


Figura 37.- Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo calculado en el número de sitios en el predio, comparadas con el estimador para presencia-ausencia Chao 1, se puede observar que el muestreo observado con el esperado es equivalente.

Índices estructurales (riqueza de especies, diversidad y equidad)

De acuerdo a los índices de riqueza y diversidad empleado para el estrato arbóreo se emplearon los siguientes índices:

Índice de Margalef (1958):

$$R1 = S - 1 \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

Donde:

S= es el “número total de especies”

n= es el número total de individuos observados

Shannon–Wiener (H'). Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de los sitios de muestreo (Magurran 1988; Krebs 1989) (PRIMER versión 5.0).

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

Donde:

S = número de especies

P_i = proporción de individuos de la especie i

A mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Equidad (E). La equidad se calculará con la siguiente ecuación:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' = índice de Shannon–Wiener

S = número total de especies

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

Los resultados obtenidos utilizando los tres índices anteriormente mencionados y descritos, se encuentran establecidos en la Tabla 20.

Tabla 20.- Valores de riqueza, diversidad y equidad encontrados en el predio de interés

MUESTREO	D RIQUEZA DE SPP (MARGALEF)	VALOR DIVERSIDAD SHANNON H'	EQUIDAD J'
ARBÓREO			
TRANSECTO 1	0.001	0.001	0.01
TRANSECTO 2	0.417	0.4741	0.684
TRANSECTO 3	0.8736	0.8826	0.6367
TRANSECTO 4	0.4551	0.687	0.9911
PROMEDIO	0.437	0.511	0.578

De acuerdo a los resultados obtenidos, el transecto 3 presenta la mayor riqueza, así como el valor más alto de diversidad, sin embargo el transecto 1 presenta el valor más bajo de equidad, lo que nos demuestra la dominancia de una sola especie, en este caso *Rhizophora mangle* que en el estrato arbóreo domina por completo el dosel, cabe mencionar que el área muestreada, de acuerdo a las condiciones del sitio es común encontrar esta especie, ya que es característica de los mismos (CONABIO, 2017).

Análisis de la composición de la vegetación

Se realizó un análisis general de las especies y sus abundancias encontradas en la zona de muestreo, haciendo un muestreo representativo en el área a conservar y un censo completo en el área a desarrollar, encontrándose que las especies dominantes en el estrato arbóreo para todos los sitios fueron Mangle rojo (*R. mangle*), mangle botoncillo (*C. erectus*), ciricote de playa (*C. sebestena*) chit (*T. radiata*) la abundancia de estas especies es propia de zonas costeras y están asociadas a dunas costeras (Moreno-Casasola, *et al*; 2018)(Figura 38).

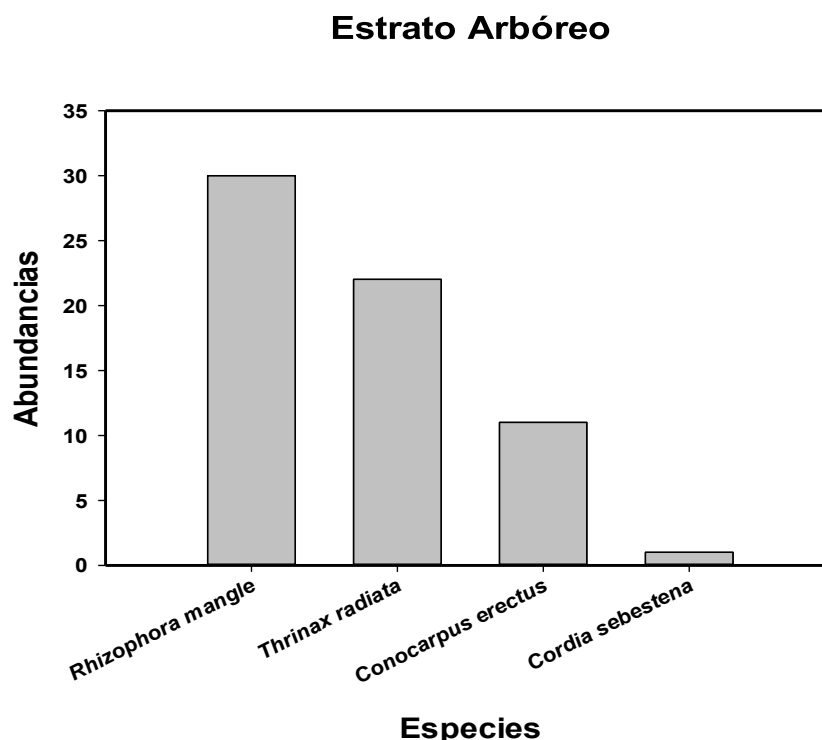


Figura 38.- Abundancias de las especies arbóreas registradas en los transectos de muestro

En cuanto al estrato arbustivo, las especies que se encontraron fueron *R. mangle* y *C. erectus* esto debido a que en el sitio de interés, toda su franja de vegetación es con estas especies y en asociación de Chechén (*M. brownei*), chaca (*B. simaruba*), mangle blanco (*L. racemosa*), chit (*T. radiata*), icaco (*Chrysobalanus icaco*), entre otras; características de la zona (Moreno-Casasola, *et al*; 2018) (Figura 39).

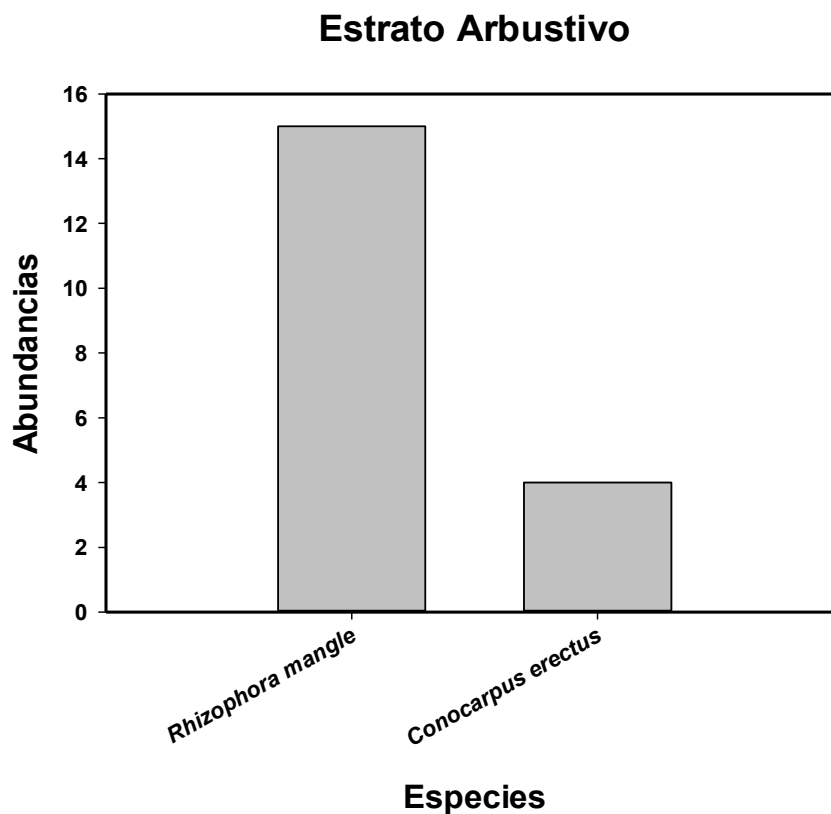


Figura 39.-Abundancias de las especies arbustivas registradas en los transectos de muestreo

Para el estrato herbáceo, las especies dominantes son mangle rojo (*R. mangle*) y chit (*T. radiata*), la abundancia de *R. mangle* sugiere que la zona de interés tiene dominancia de esta especie y se asocia a *T. radiata* por lo que de acuerdo a su biología la zona donde se encuentran es ideal para su crecimiento (Figura 40).

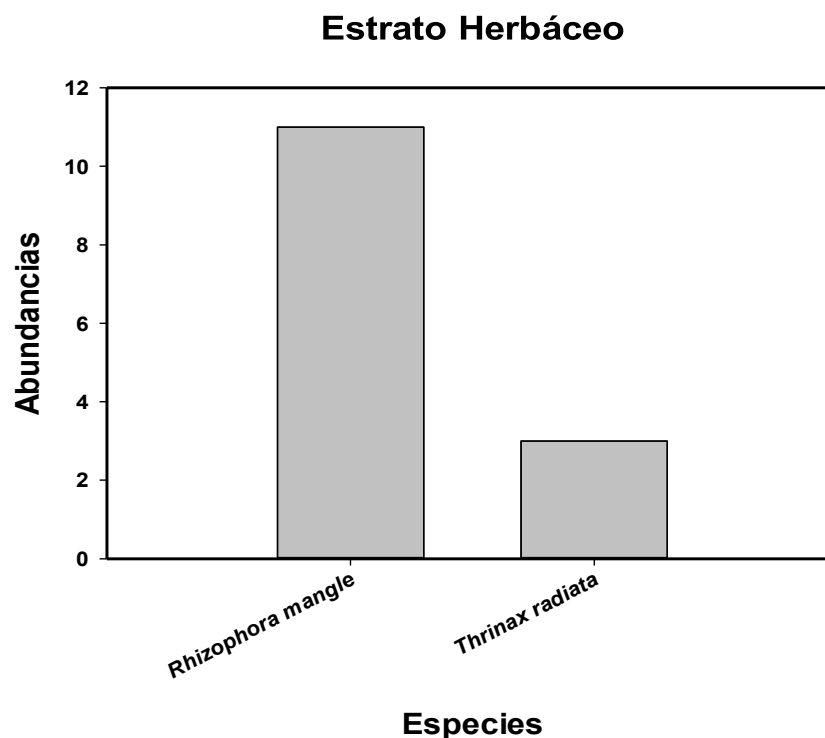


Figura 40.- Abundancias de las especies herbáceas registradas en los transectos de muestreo

Clases diamétricas y alturas de las especies encontradas en los sitios de muestreo

Al realizar la comparación de los sitios de muestreo en cuanto a la estructura arbórea se observó que las clases diamétricas (DAP) se concentran entre los 6 a 18 cm. El transecto 1 presentó el mayor número de individuos con un DAP entre 6 a 18 cm, seguido del transecto 4. Este resultado indica que las especies presenten aun no son macizos forestales y que están en crecimiento, asimismo debido a que se encuentran en una franja con cierto grado de perturbación antropogénica ya que colinda con la calle de acceso costero (Figura 41).

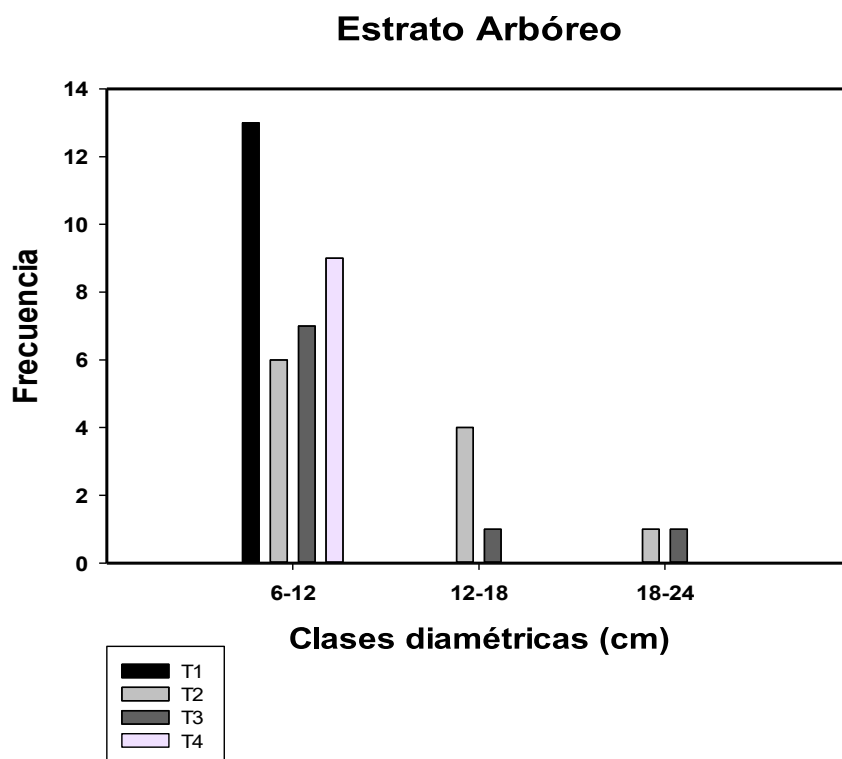


Figura 41.- Comparación de diámetros de las especies entre los transectos de muestreo de la vegetación arbórea

Al comparar el estrato arbustivo de los transectos se registraron DAP para los transectos 1 y 3 representados en las clases diamétricas; mientras que los transectos 2 y 4 no se registraron. Esto sugiere que en el sitio 1 y 3 hay mayor regeneración en comparación con el sitio 2 y 4 y que los individuos ya están establecidos y en competencia por los claros (Figura 42).

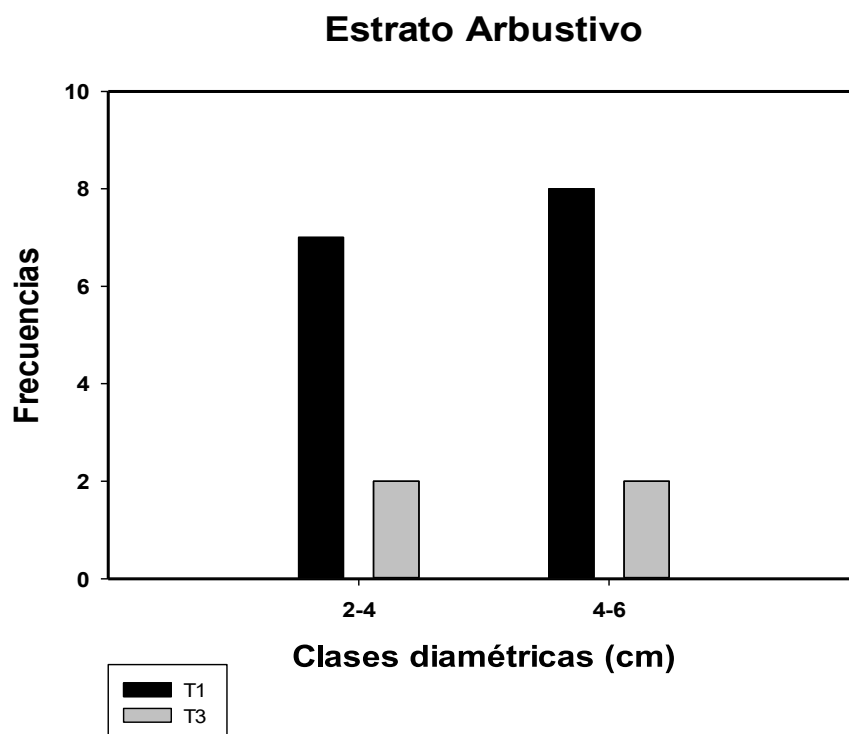


Figura 42.- Comparación de diámetros de las especies entre los transectos de muestreo de la vegetación arbustiva

En cuanto a las alturas del estrato arbóreo para los cuatro transectos, se pueden observar tres estratos bien definidos, y un estrato aislado, siendo el dosel dominante entre 2-5 m de altura siendo los competentes, seguido de árboles subordinados de entre 5-8 m de altura y por último los que están entre 8-14 m de altura. Esto indica que hay una mayor frecuencia de competentes y subordinados, propios de una vegetación en algún estado de sucesión ecológica (Figura 43).

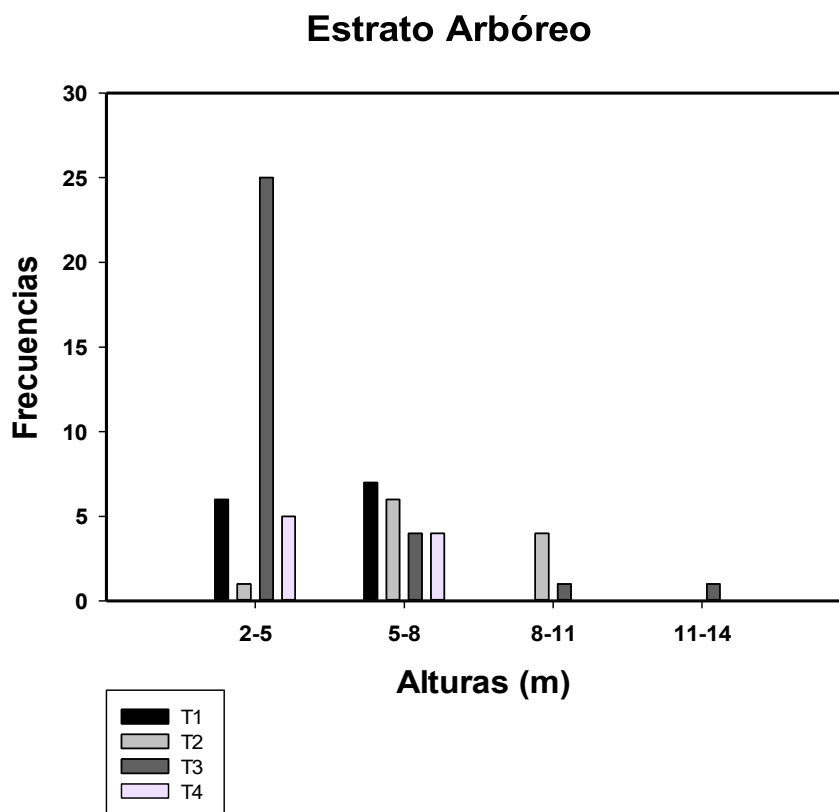


Figura 43.- Comparación de alturas de las especies entre los transectos de muestreo de la vegetación arbórea

Análisis de agrupamiento jerárquico

Mediante el análisis de agrupamiento, utilizando el dendograma de similitud con la matriz de datos de los índices de Bray-Curtis de los transectos de muestreo, se encontró la formación de un grupo y un aislado con un 63 % de disimilitud. El grupo estuvo conformado por los transectos 1,2 y 4 que se encuentran en posición vertical de la carretera que fracciona el ecosistema costero; mientras que el transecto aislado es el 3 y el cual se hizo horizontalmente en función de la carretera. Este aislado presentó una dominancia de (*T. radiata*), pudiéndose inferir que esta especie aprovecho el efecto de borde para colonizar y que de acuerdo a su biología es característica de matorrales costeros como el predio (Figura 44).

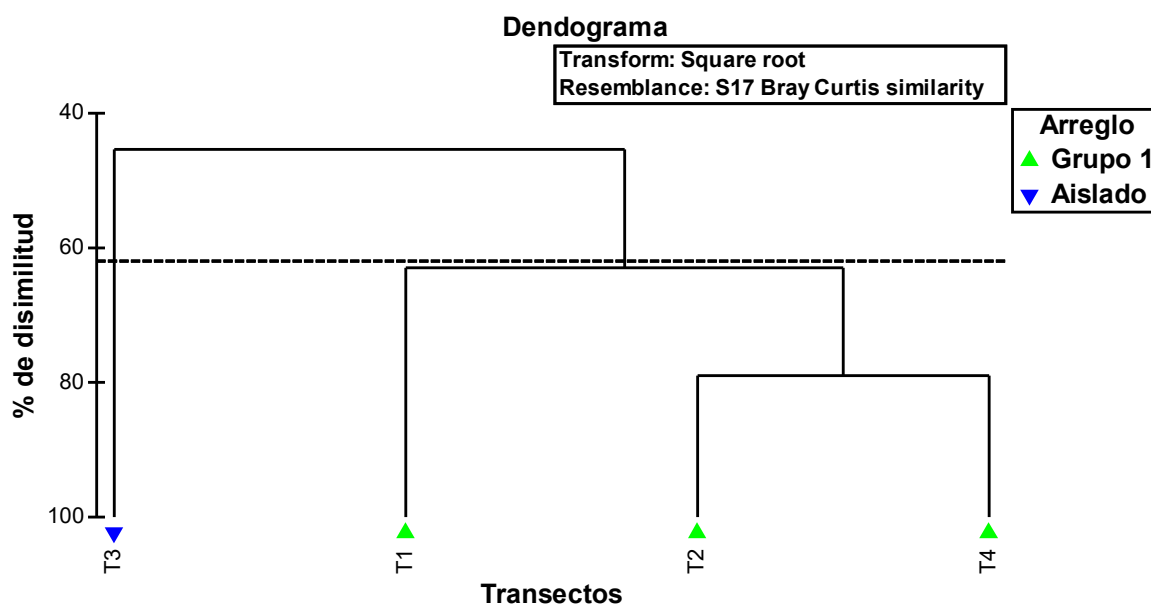


Figura 44.- Dendograma de similitud de las transectos de muestreo. Las simbologías en la figura indican el transecto: T1: Transecto 1; T2: Transecto 2, etc.

De acuerdo al análisis SIMPER, considerando un porcentaje acumulativo mayor a 50% de las especies distintivas por grupos, se encontró que para el grupo 1 conformado por los transectos 1, 2 y 4 se cuenta con la presencia de *R. mangle* con alto valor de contribución (Ver Tabla 21). Este arreglo nos indica que en el transecto1 la presencia de *R. mangle* es determinante para que el sitio tenga una composición y abundancia diferente a los otros sitios, sin embargo, todos los sitios comparte a *R. mangle* indicando que esta zona es matorral costero y que dicha especie predomina y gana por competencia los espacios en comparación con otras especies, esto debido a que la biología de esta especie le permite adaptarse a a sitios de bajos inundables o que por efecto de borde como es el caso del sitio, que debido a la carretera, en temporada de lluvia se inunda la zona, lo cual para esta especie es idóneo en su crecimiento (Biodiversidad Mexicana, 2017)

Tabla 21.- Especies distintivas de cada grupo en concordancia con el porcentaje del análisis de similitud (SIMPER), considerando el porcentaje acumulativo menor de 54.4 %

GRUPO	ESPECIES	PABUN	PSIM	PCO	PCA
Grupo 1	<i>Rhizophora mangle</i>	2.87	57.36	84.03	84.03
	<i>Conocarpus erectus</i>	1.22	10.90	15.97	100

Códigos: PABUN = promedio de la Abundancia; PSIM = similitud promedio; PCO = porcentaje de contribución; PCA = porcentaje de contribución acumulado.

Para la parte del predio que estará sujeta a desarrollo, se realizó un censo completo de las especies presentes en el sitio, ya que algunas de ellas serán reubicadas para la instalación de obras e infraestructura requerida; por lo que en el censo se registraron un total de cinco especies las cuales son chit (*T. radiata*), ciricote de playa (*C. sebestena*), coco (*Cocos nucifera*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*) y almendra (*Terminalia catappa*), la más abundante fue *T. radiata*, cabe mencionar que esta especie está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de riesgo (amenazada) por lo que se pondrá especial atención en ellas y sobre todo a aquellos individuos que serán reubicados. Estas especies son características de ecosistemas costeros y gracias a la biología de las mismas, soportan la salinidad del entorno dándoles una ventaja en la permanencia de los mismos en estas áreas (Figura 45).

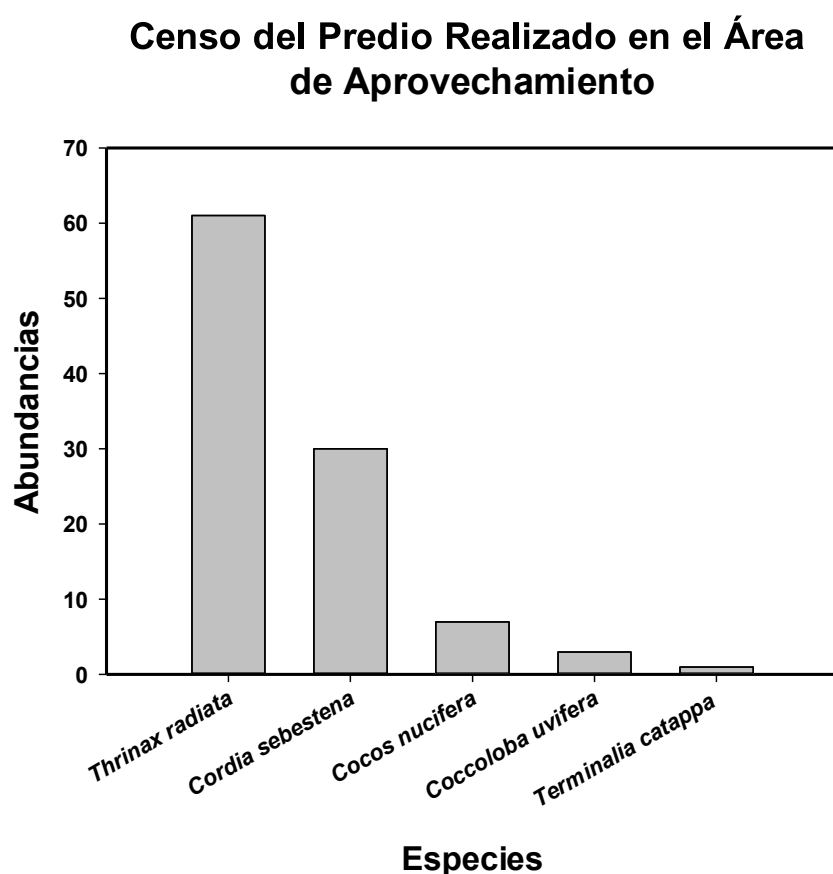


Figura 45.- Censo de especies y sus abundancias en el área que se desarrollara

Los diámetros (DAP) de las especies censadas variaron entre 4 y 37 cm, sin embargo la clase diamétrica que oscila entre 4-15 cm fue la que presentó la mayor frecuencia de individuos, esto es debido a que en la zona, dominaba la presencia de *T. radiata* y al ser una palma, no se toma el DAP de los mismos ya que no tienen un tronco definido, por lo que fue *C. sebestena* quien permitió conocer los DAP presentes en la zona; esta especie

no presenta diámetros mayores a 30 cm, por lo que en el predio de interés, estos estaban en crecimiento (Figura 46).

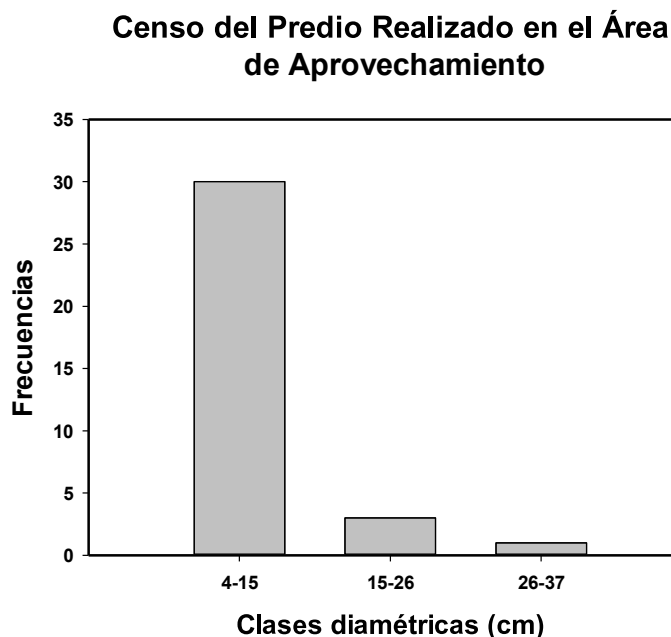


Figura 46.- Comparación de diámetros de las especies arbóreas en el censo realizado del área a desarrollar

Por otra parte al comparar las alturas de las especies censadas se registro que la mayoría se encuentran entre los 5-10 metros de altura la cual corresponde en su mayoría a palmas de la especie *T. radiata* muy abundante en la zona de aprovechamiento (Figura 47).

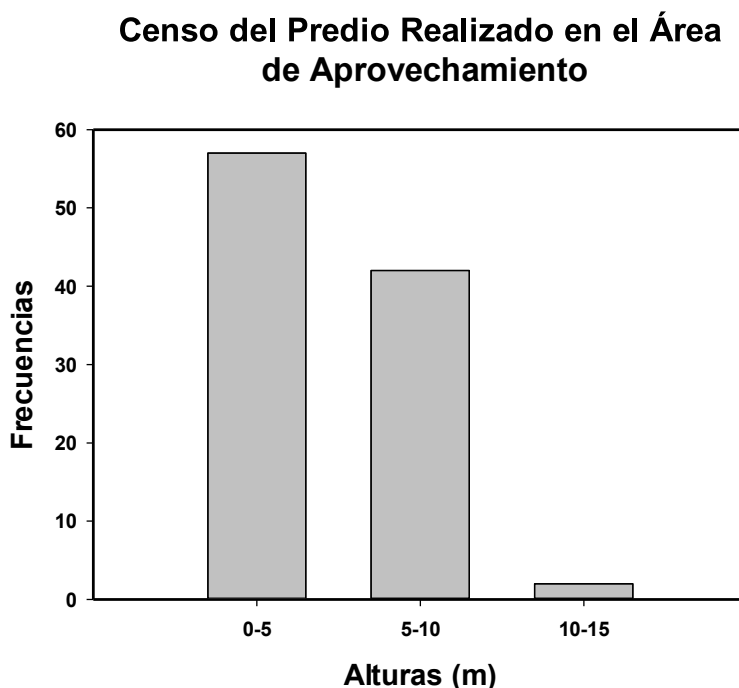


Figura 47.- Comparación de alturas de las especies arbóreas del censo realizado del área a desarrollar

c) Análisis de fauna en el predio de interés, composición y diversidad de las comunidades terrestres

La fauna terrestre avistada en el sitio de interés se registra en la siguiente tabla (Tabla 22) por lo que hay una dominancia de iguanas en el sitio y que se han acostumbrado a la presencia humana ya que cruzan los caminos sin temor, por lo que se han colocado letreros de cuidado con la fauna y se prohíbe cazar a la fauna. En el caso de las fragatas, las gaviotas y los zاناتes, se observaron en las orillas de las playas, alimentándose de peces muertos que estaban sobre el sargazo.

Tabla 22.- Listado de especies de fauna terrestre avistadas en el predio de interés

NÚMERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
1	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana	28
2	<i>Coenobitaclypeatus</i>	Cangrejo ermitaño	2
3	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	9
4	<i>Fragata magnificens</i>	Fragata	4
5	<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviota	6
6	<i>Calidris alba</i>	Chorlito	5
7	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2

8	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija café	3

d) Ecosistema marino del sistema ambiental

En lo referente al ecosistema marino se han registrado para el SA, un total de siete géneros de corales pétreos siendo *Montastrea* spp y *Diploria* spp las especies dominantes, 10 especies de algas y una forma de crecimiento algal (Turf), siendo las cianofitas (23 %) y el Turf (24 - 50%) las que presentaron mayor incidencia. Para describir todo el SA se realizaron tres sitios sur, centro y norte respectivamente.

La zona Sur presentó 3 géneros de corales y 7 de algas predominando la combinación *Montastrea*-Turf. En la zona centro hubo mayor diversidad de coral siendo la combinación predominante *Diploria*-Cyanophyta.

La zona norte presentó menor abundancia de corales y mayor abundancia en cianofitas siendo la combinación predominante *Montastrea*-Cyanophyta seguida de las algas: *Cladophora rupestris*, *Derbesia* sp, *Dictyota* sp, *Halimeda discoidea*, *H. incrassata*, *H. opuntia*, *H. tuna*, *Neomeris* sp., *Penicillus pyriformis*, *Rhipocephalus Phoenix*, *Sargassum hystrix*, *Symploca hydroides*, *Udotea cyathiformis*, *Wrangelia argus* y *Wrangelia penicillata* (Figura 48) (Merediz-Alonso, 2012)

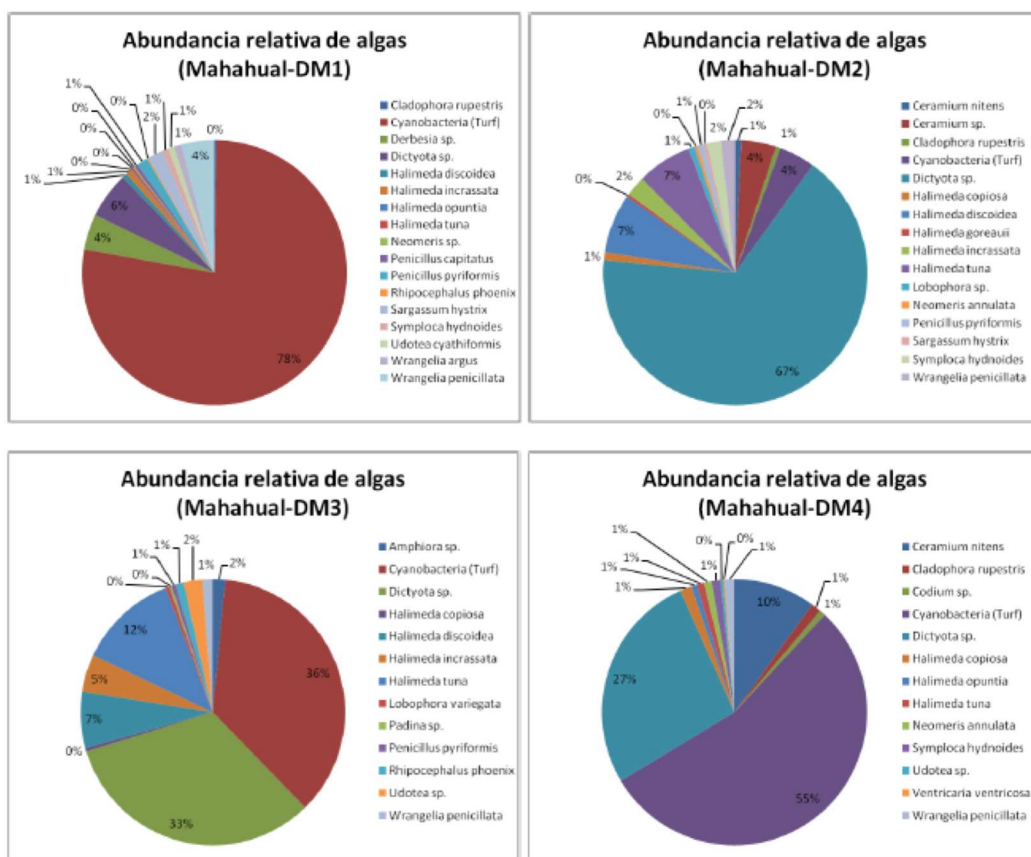


Figura 48.- Abundancia relativa de algas en el sistema ambiental (Merediz-Alonso, 2012)

Se encontró que en la zona norte hubo mayor cobertura de cianofitas sobre la superficie coralina, siendo esta zona la que presenta mayor influencia antropogénica. Este fenómeno generalmente se relaciona con la alta concentración de nutrientes, la sobrepesca de herbívoros, altas tasas de sedimentación y actividades humanas en las costas.

La vegetación marina predominante en el sistema ambiental se caracterizan por corresponder a pastizales marinos, entre mezclado con zonas de blanquiales (arenales), compuestos principalmente por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiformis*, que se encuentra asociado a algas marinas entre las cuales se registran: *Penicillius capitatus*, *P. dumetosus*, *Avrainvillea rawsonii*, *Halimeda incrassata*, *Halodule opuntia*, *Rhipocephalus Phoenix*, *Udotea flavellum* y *Stypopodium zonale* (Lopez-Adame, 2011; Merediz-Alonso, 2012).

e) Análisis de la vegetación marina en el área de influencia del proyecto con énfasis en riqueza, cobertura, estructura, composición y diversidad

De acuerdo al muestreo realizado se encontraron un total de tres especies de pasto marino y tres especies de algas marinas (Tabla 23 y 24) el pasto marino predominante a los alrededores del área de influencia fue *Syringodium filiforme* lo que de acuerdo a su biología, es común su dominancia ya que encuentra creciendo sobre fondos arenosos y areno-fangosos hasta 25m de profundidad en el Mar del Caribe, por lo que los fondos en el área de influencia son fangosos y así mismo esta especie se encuentra asociada a *Thalassia testudinum* y fungen como guardería de especies juveniles de peces de importancia económica para los habitantes de Mahahual (Figura 49), como se pudo observar en la zona y se describirá posteriormente (EcuRed, 2018).

Tabla 23.- Lista de especies de pastos marinos encontrados en el área de influencia del predio

PASTOS MARINOS		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CYMODOCEACEAE	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto de carpa
HYDROCHARITACEAE	<i>Thalassia testudinum</i>	Hierba de Tortuga
POTAMOGETONACEAE	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto manatí

Tabla 24.- Lista de especies de Macroalgas encontrados en el área de influencia del predio

MACROALGAS MARINAS		
FAMILIA	ESPECIE	TIPO
DICTYOTACEAE	<i>Dictyota spp</i>	Alga parda
SARGASSACEAE	<i>Sargassum fluitans</i>	Macroalga parda
UDOTEACEAE	<i>Avrainvillea spp</i>	Alga verde
UDOTEACEAE	<i>Penicillus spp</i>	Macroalga verde calcárea
UDOTEACEAE	<i>Udotea spp</i>	Alga verde



Figura 49.- Especies de pastos marinos y macroalgas presentes en el predio de interés en el área marina de influencia

1) Fauna terrestre y marina descrita en el sistema ambiental

La fauna en el sistema ambiental está representada por mamíferos como el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus weidii*), leoncillo (*Herpailurus yagouaroundi*), el tapir (*Tapirus bardi*), saraguato (*Alouatta pigra*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama americana*), jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), jabalí de collar (*Pecari tajacu*), tepescuintle (*Agouti paca*), sereque (*Dasyprocta punctata*), cabeza de viejo (*Eira barbara*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), mico de noche (*Potos flavus*).

Las aves características de la zona son: ibis blanco (*Eudocimus albus*), espátula rosa (*Ajaia ajaja*), jabirú (*Jabiru mycteria*). Los principales reptiles son: tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y cocodrilo (*Crocodylus moreletii* y *C. acutus*) (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

Para la fauna marina se ha realizado un estudio previo de los principales grupos en el Sistema Ambiental (SA):

Se ha registrado para los peces que la mayoría de los sitios muestreados dominaron *Acanthurus bahianus*, *A. coeruleus*, *A. chirurgus*, *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*; seguidos de especies como *Lutjanus apodus*, *L. griseus*, *Sparisoma aurofrenatum*, *Chaetodon capistratus*, *Cephalopholis fulvus*, *Bodianus rufus*, *Holocanthus tricolor*, *Scarus croicensis*, *Caranx ruber* entre otros.

La comunidad de íctica está representada en su mayoría por herbívoros entre un 43.87% a un 66.2%, seguido de peces bentófagos entre un 11.59 -40.46 % en algunos sitios, generalistas (se alimentan de peces e invertebrados) entre un 6.43 -13.73%, ictiófagos ente

el 1.1 -5.58 % y finalmente planctofágos entre 0.78 -4.09% (Figura 50)(Merediz-Alonso, 2012).

Abundancia relativa de peces por grupo trófico (Mahahual)

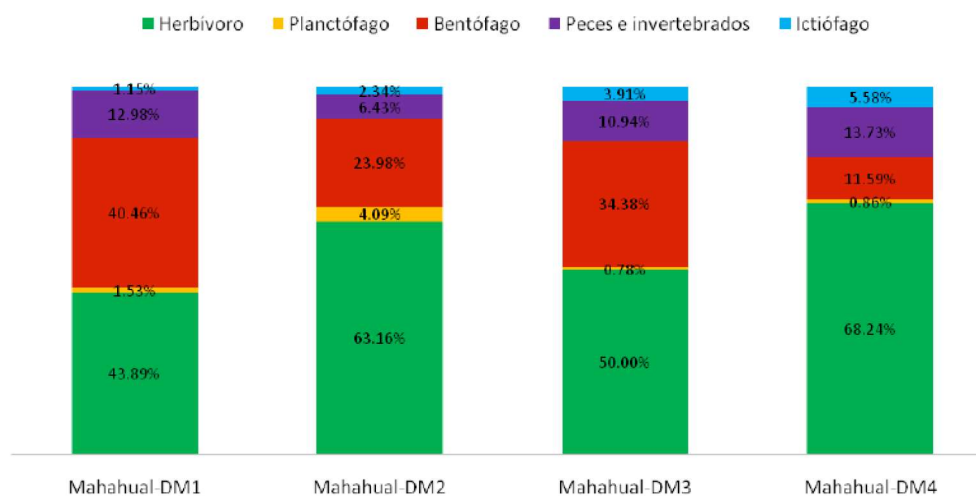


Figura 50.- Abundancias relativas de los peces por grupos tróficos dentro del SA (Merediz-Alonso, 2012)

En cuanto al grupo de los corales, se encuentra una mayor dominancia del genero *Montastrea* con la especie *M. cavernosa*, seguida de *Agaricia agaricites* y *Porites astreoides* seguido de *Siderastrea radians*, *Favia fragum*, *Millepora alcicornis*, *Montastrea annularis*, *Diploria clivosa*, *Dichocoenia stokesii* entre otros (Figura 51).

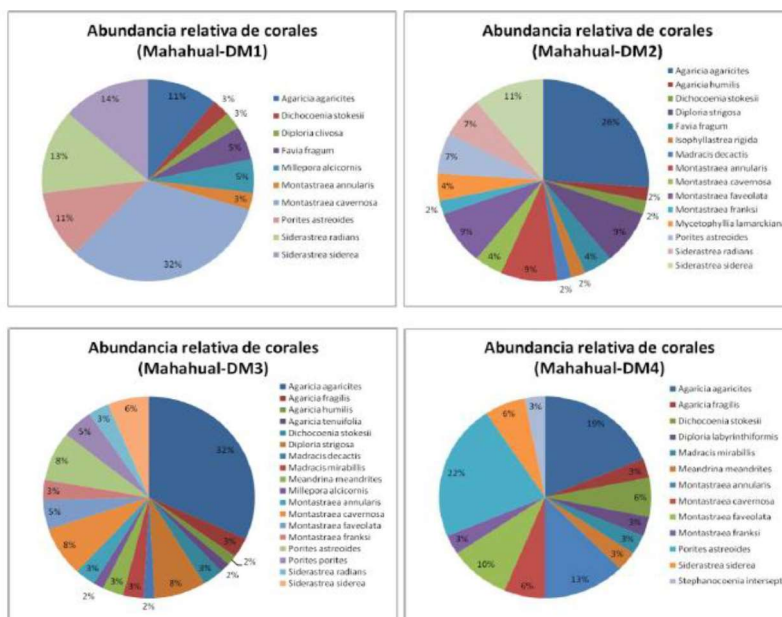


Figura 51.- Abundancia relativa de las especies coralinas en el SA

Finalmente se presenta la distribución en términos de la diversidad biológica para cada taxa presentado con el índice de Shannon- Wiener para su comparación. Se puede apreciar que el grupo de peces y corales presentan una alta diversidad biológica, seguido de las algas y gorgonias (Figura 52) (Merediz-Alonso, 2012).

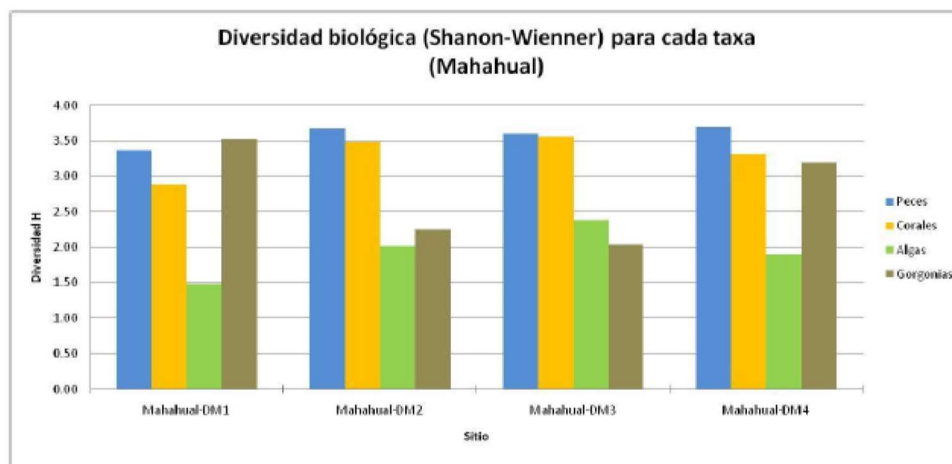


Figura 52.- Índice de diversidad de Shannon-Wiener por taxón en Mahahual (Merediz-Alonso, 2012)

Fauna registrada en el área proyectada para el desarrollo de las obras parte terrestre y marinas

A continuación, se presentan varios listados de la fauna terrestre y marina reportada en el predio, área de ZOFEMAT y marina del sitio de influencia de las obras.

Aves

Cahuices (*Quiscalus mexicanus*), garza blanca (*Ardea alba*), Pelicano (*Pelecanus occidentalis*), fragata (*Fragata magnificens*), gaviota (*Larus stricilla*), garza azul (*Egretta caerulea*), garza blanca (*Egretta thula*) y playerito (*Calidris alba*).

Fauna terrestre

Crustaceos como el cangrejo ermitaño (*Petrochidus diogenes*), cangrejo fantasma (*Ocypode quadrata*).

Asimismo, los reptiles se encuentran representados por lagartijas e iguanas rayada (*Ctenosaura similis*), lagartijas (*Anolis rodriguezi*, *A. sagrei*, *Sceloporus chysostictus*), basilisco rayado (*Basilliscus vittatus*) y el geko (*Hemidactylus frenatus*); cabe mencionar que de estas especies la iguana rayada (*Ctenosauriasimilis*) se encuentra catalogada como una especie amenazada según la NOM-059-ECOL-2001.

Fauna marina registrada en el area de influencia

Trabajo de campo

La metodología empleada es la misma que la utilizada por Castro-Pérez en 1998, debido principalmente a que dicho autor ha trabajado en la zona de Mahahual y su metodología se adecua a las necesidades del presente.

Censo visual por transecto lineal

Dentro de la laguna arrecifal se utilizó, el método de censos visuales empleando la técnica de transecto lineal, propuesto por Brock (1954), la cual se modificó por distancia en este estudio; debido a lo inadecuado que resulta hacer el método visual estacionario (Bohnsack y Bannerot, 1986) por la escasa profundidad.

Para los transectos lineales se usaron cintas métricas de 50 m de longitud, las cuales se tendieron sobre el sustrato en posición paralela a la costa, posteriormente un observador utilizando equipo básico de buceo (visor, snorkel y aletas) nadó sobre la línea, registrando las especies dentro de una distancia de 2 m en cada lado de la línea (Figura 53). El buceador realizó el recorrido en un tiempo de 10 minutos, en todas las ocasiones en ese tiempo se alcanzó el extremo final del transecto y se regresó por el mismo.

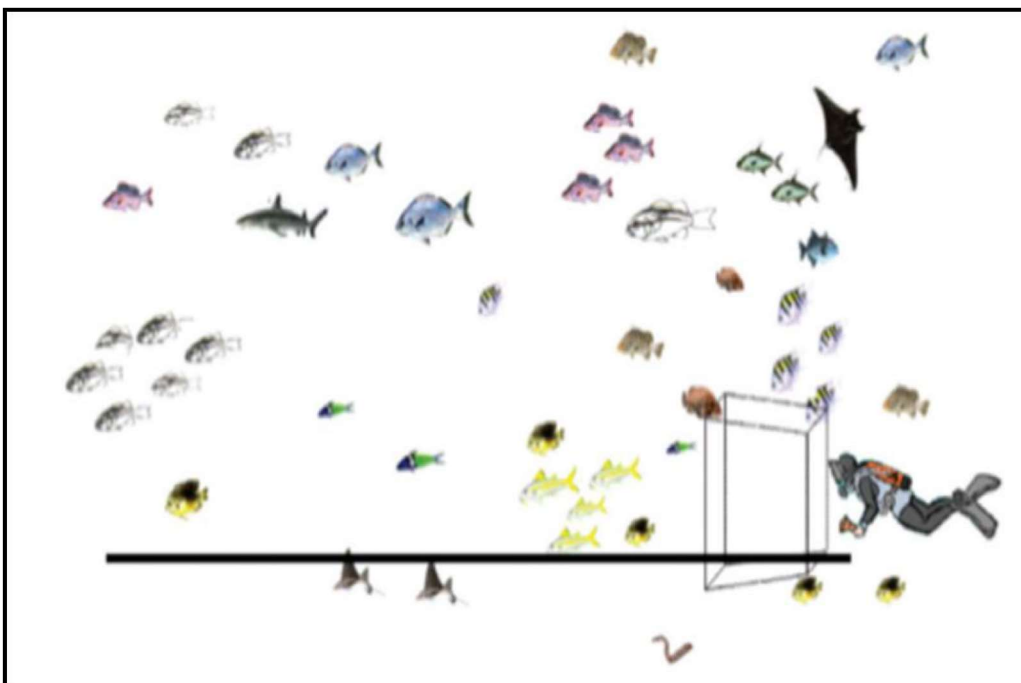


Figura 53.- Representación del muestreo por transecto lineal de 50 m de longitud y distancia de 2 m perpendicular a la costa para la laguna arrecifal. Tomado de (Fernández-Rivera et al., 2012)

Por otra parte, se realizó una revisión bibliográfica para la asignación de los de los grupos tróficos a las especies, tomando en cuenta los datos obtenidos por Sierra *et al.*, (1990). Con esta información se analizaron los grupos tróficos encontrados en el área de estudio.

A). Herbívoros (H); en este grupo se encuentran los organismos que se alimentan en un porcentaje mayor de plantas y detritus.

B). Bentófagos (B); Son los organismos que se alimentan de organismos móviles y sésiles del fondo. Este recurso incluye pequeños invertebrados, corales, anémonas (Zoantharias), esponjas, etc.

C) Ictiófagos (I); Son los organismos que se alimentan de peces.

D) Planctófagos (P); Son los que se alimentan de plancton, bentos vágiles (crustáceos, anélidos, tunicados), larvas y huevos de peces

E). Omnívoros (O); Se consideran aquellos peces que se alimentan de más de un nivel trófico.

F) Detritívoros (D); Aquellos que se alimentan de detritus o materia orgánica en descomposición

G). Peces e invertebrados (PI); Organismos que se alimentan de pequeños peces e invertebrados (crustáceos, cefalópodos, moluscos, etc.)

De manera general se encontraron un total de 18 especies pertenecientes a 14 familias de peces arrecifales, de las cuales la familia Lutjanidae fue la que presentó el mayor número de especies (4) seguida de Acanthuridae (2), cabe mencionar que los lutjánidos son los principales recursos pesqueros en las plataformas de la zona tropical y subtropical, gracias a su excelente calidad y alto valor de mercado y al ser depredadores, son importantes en la cadetrófica del ecosistema (Tabla 25), por lo que podemos inferir que el ecosistema se encuentra en equilibrio ya que hay una mayor cantidad de depredadores, de igual forma se observó que especies que de acuerdo a su biología forman cardúmenes, como el caso de *Tylosurus crocodilus* y *Harengula jaguana* presentaban abundancias altas, esto debido a que son especies que de acuerdo a su comportamiento su hábitat es zonas bajas y arenosas con disponibilidad de alimento, por lo que el área de influencia cumple con las características de estas especies (Figura 54, 55 y 56).

Tabla 25.- Lista de especies de peces y sus grupos tróficos encontrados en el área de influencia del predio

NÚMERO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ABUN	HAB/ALI
1	Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirujano rayado	23	H
2	Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Cirujano pardo	31	H
3	Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>	Pez aguja	37	I
4	Carangidae	<i>Caranx ruber</i>	Jurel	15	I
5	Cupleidae	<i>Harengula jaguana</i>	Sardina	63	PI
6	Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca	10	B
7	Haemulidae	<i>Haemulon sciurus</i>	Chacchi rayas azul	12	B
8	Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i>	Doncella orejinegra	5	B
9	Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo mulato	5	I
10	Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rubia	3	PI
11	Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo lunar	4	PI
12	Lutjanidae	<i>Lutjanus apodus</i>	Pargo amarillo	3	PI
13	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lisa blanca (liceta)	32	D
14	Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Pintano	1	B
15	Scaridae	<i>Chryptotomus roseus</i>	Loro chimuelo	19	H
16	Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda	2	I

17	Tetraodontidae	<i>Canthigaster rostrata</i>	Pez globo	17	O
18	Urolophidae	<i>Urolophus jamaicensis</i>	Raya amarilla	2	PI

Nota. ABUN: Abundancia, HAB: Hábitos, ALI: Alimenticios

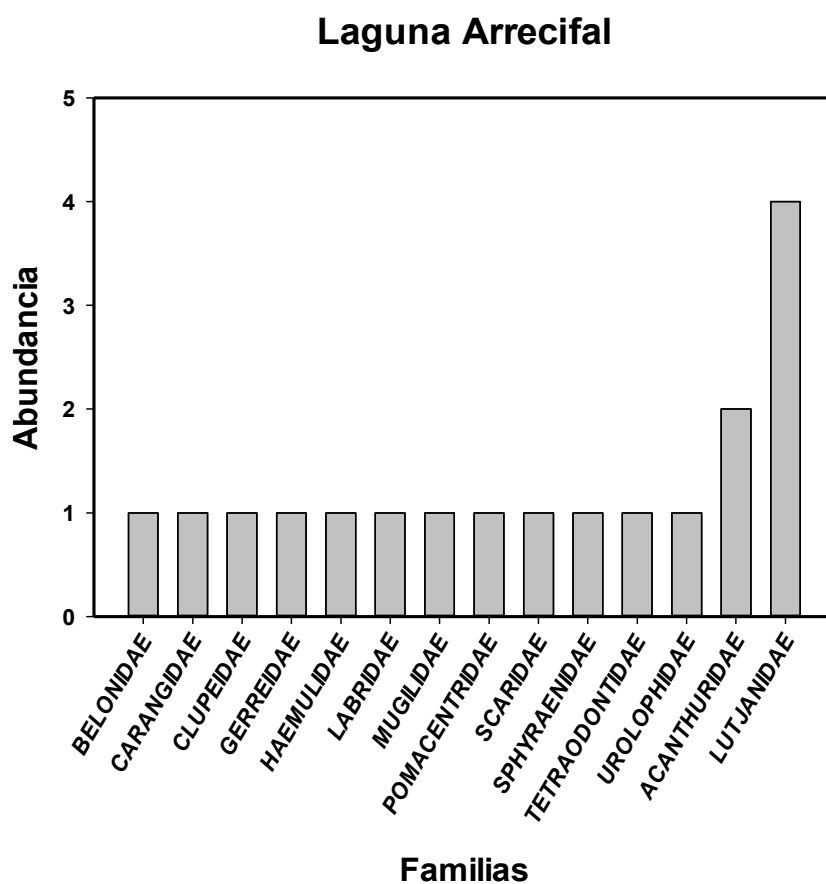


Figura 54.- Familias de peces arrecifales encontrados en el área marina del predio

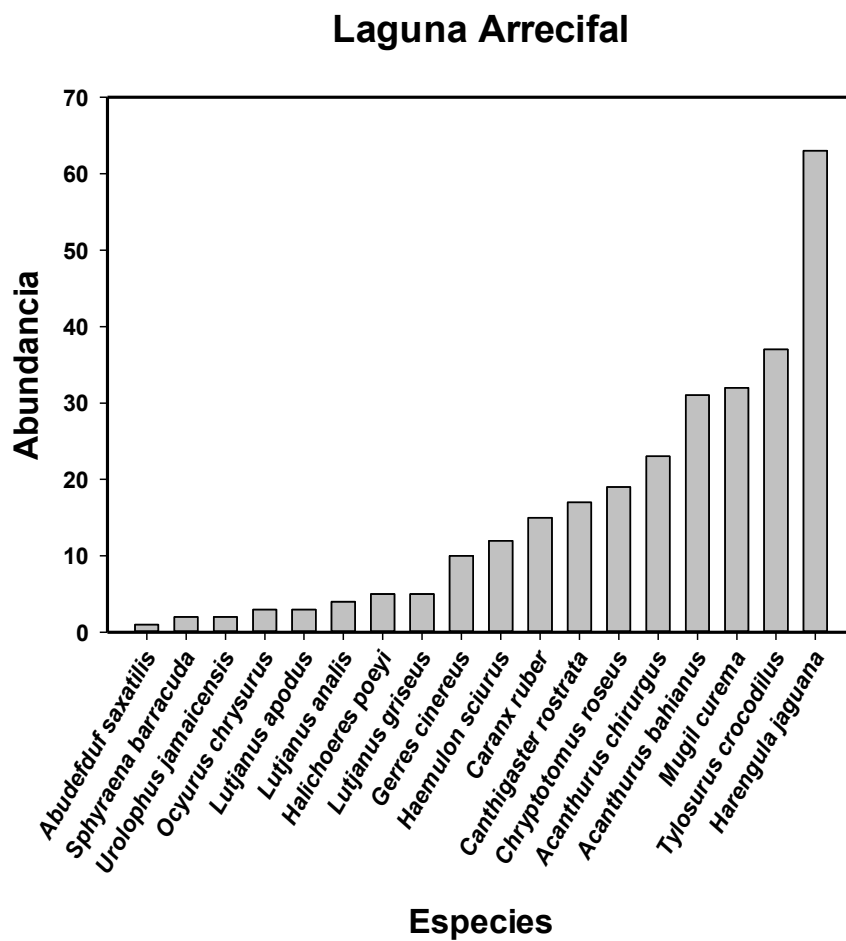


Figura 55.- Especies de peces arrecifales y sus abundancias encontradas en el área marina del predio de interés



Figura 56.- Algunas de las especies encontradas en el área marina de interés

Cabe mencionar que en Mahahual hay una afluencia de sargazo, debido al calentamiento global que ha provocado el cambio climático. El *Sargassum* es un alga parda que flota libre en el océano y nunca se une al fondo, hay dos especies de *Sargassum* involucrado en la afluencia: *Sargassumfluitans* y *S. natans*, estas afluencias han afectado de manera negativa las costas de Mahahual, ya que se ha observado a lo largo de las playas (entre ellas la colindante al predio de interés) que especies de peces han muerto a causa de que esta alga los atrapa y al no poder nadar, quedan suspendidos del agua, causándoles la muerte, así mismo, debido a las grandes cantidades que se acumulan en las orillas, se ha observado que especies como la sardina (*Harengula jaguana*) las cuales forman cardúmenes y se mantienen alimentándose en las orillas, son las que más afectaciones tienen con estos arribos, ya que al no haber contacto con la superficie debido a las densidades altas de esta alga, el agua pierde el oxígeno disuelto y ocasiona que hallan zonas anóxicas y por ende, que la sardina no pueda escapar y halla mortandad (Dreckmann y Santies, 2013). Así mismo se observó que el pez globo (*C. rostrata*) se ve afectado por el sargazo, ya que en los muestreos se encontraron varios organismos de esta especie muertos sobre el sargazo (Figura 57).

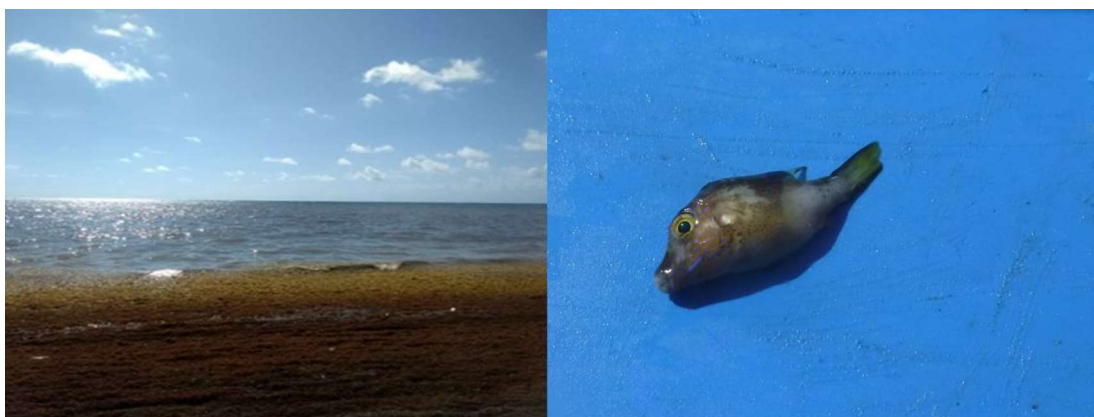


Figura 57.- Organismos de *C. rostrata* encontrados muertos sobre el sargazo en el área marina colindante al predio de interés

Asignando los grupos tróficos de acuerdo a la clasificación de Sierra *et al.*, (1990) se obtuvo que el ecosistema está dominado por bentófagos (4), peces e invertebrados (4), ictiófagos (4) y herbívoros (3), esto hace referencia que la mayor parte de los peces encontrados se alimentan en algún grado de peces, por lo que la cadena alimenticia está equilibrada ya que hay depredadores del primero orden, sin embargo también se encontró la presencia de herbívoros, los cuales en su mayoría son forrajeros y se encargan de que las algas mantengan sus volúmenes y no proliferen; sin embargo, datos de investigaciones (Castro-Perez, 1998) sugieren que los grupos tróficos en Mahahual han ido cambiando y que la cantidad de herbívoros ha aumentado, debido principalmente a que los depredadores, están siendo capturados por su valor comercial y los herbívoros al no tener quien los depreden, se encuentran en las condiciones idóneas para aumentar sus abundancias (Coronado-Avila, 2015 datos no publicados) se encontró que en los últimos años las

densidades de herbívoros han aumentado en la zona, debido a la actividad turística que se desarrolla en la zona, sin embargo, estos datos fueron en zonas turísticas como lo son el faro, el hotel Mahahual, el muelle de pescadores y conforme nos alejamos de la zona turística las abundancias de las especies empiezan a cambiar y los depredadores aparecen; por lo que podemos inferir que la zona de interés está en buen estado en cuanto a grupos tróficos (Figura 58).

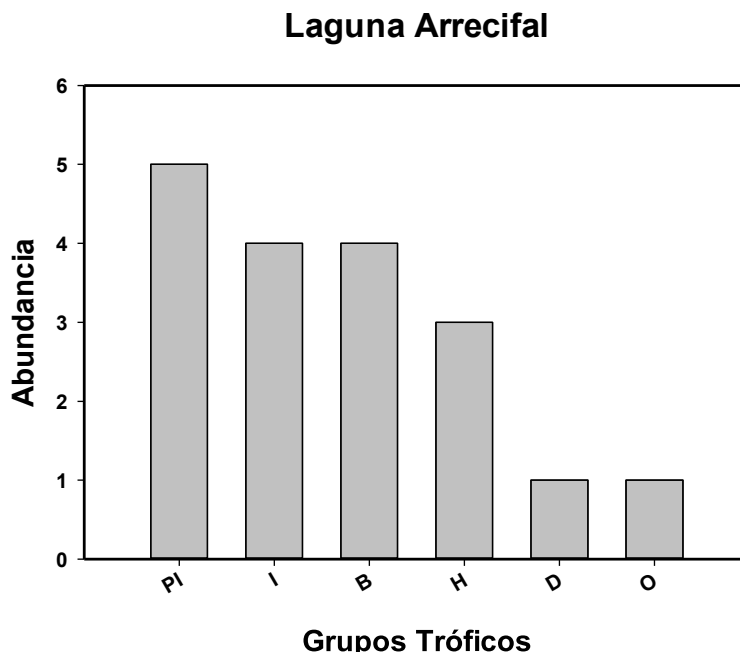


Figura 58.- Abundancias de los grupos tróficos encontrados en el sitio de interés, en el que B: Bentófago, D: Detritívoro, H: Herbívoro, I: Ictiófago, O: Omnívoro, Pl: Peces e Invertebrados

2) Ecosistemas ambientalmente sensibles

Derivado del análisis del sistema ambiental de acuerdo a su línea base, encontramos que el sistema ambiental se encuentra sometido a presión natural y humana.

Los ecosistemas de duna costera cuya función en el ecosistema es estabilizar la línea de costa mediante sistemas de raíces y rastreras se encuentra fragmentado debido a la pérdida de la cobertura vegetal y/o a la modificación de la vegetación a otro tipo así como también debido a causas naturales como las lluvias, tormentas y marejadas, por lo cual es necesario identificar los cordones de dunas y su restablecimiento de tal forma que se permita mantener los procesos naturales de creación y erosión de la duna costera.

Por lo tanto, se recomienda conservar las características biofísicas y ambientales de la duna costera: la vegetación, la forma de la duna y la playa, y el flujo hídrico superficial y subterráneo entre los humedales interiores, acuíferos y el mar.

Asimismo, basado en la dinámica de la duna se recomienda que las estructuras sean abiertas y elevadas de materiales biodegradables y resistentes sin utilizar cimientos corridos.

La zona de manglar en el sistema ambiental de acuerdo con los datos recopilados se encuentra sujeta a cambios tales como pérdida de la conectividad con la duna costera por las vialidades existentes, fragmentación por remoción de la vegetación para abrir caminos y brechas en la delimitación de predios, rellenos de manglar por parte de los propietarios para ganar terrenos al ecosistema.

Aun a pesar que el ecosistema de manglar se encuentra protegido por el artículo 60 TER de la Ley general de Vida Silvestre, se pueden observar dentro del SA que aún hay presión sobre este ecosistema, aunado a los impactos naturales propios de la región como el derribo del arbolado durante el paso del huracán Dean en 2007 tenemos que en la actualidad tiene un limitado flujo hidrológico superficial hacia la zona de dunas y mantiene aún su hidrología subterránea.

Entre los beneficios de este ecosistema se encuentra la formación de un microclima más fresco, favorable a las poblaciones humanas y a la fauna, en particular aves, reptiles y peces así como el proveer servicios ambientales como retención de partículas de polvo del aire, servir como sitio de cría para varias especies de peces de importancia comercial, almacenar agua dulce que posteriormente se infiltra creando una lente de agua en la costa que es usada para las actividades humanas y mantener una importante población de fauna de atractivo visual.

Su vulnerabilidad es por lo tanto por presión humana sobre su flujo hidrológico por lo tanto se recomienda en este tipo de ecosistemas el identificar las zonas de inundación permanente y temporal y las zonas de desfogue de dichos cuerpos entre sí y hacia el mar por medio de estudios topográficos o por experiencia y conocimiento local, y mantenerlas como zonas naturales o áreas verdes, sin obstrucciones ni alteraciones, como rellenos y construcciones. Determinar la extensión y profundidad de las inundaciones, considerando por lo menos los niveles de inundación, los periodos de lluvia intensa y tormentas tropicales, y preferentemente los niveles de inundación provocados por huracanes (Silva *et al.*, 2014).

Finalmente, el ecosistema marino representado principalmente por los pastos marinos y los arrecifes de coral disminuyen la fuerza de olas y marejadas sobre la costa, reduciendo así la destrucción de edificaciones e infraestructura en las costas y la erosión de playas. En el sistema ambiental la configuración es de laguna arrecifal, frente, macizos y quebrados. En la actualidad los arrecifes coralinos se encuentran en una etapa de cambio de fase, es decir una sustitución de la cobertura de corales por algas, las causas son diversas, pero se

atribuye una importante relación con las descargas de aguas tratadas, fosas sépticas y escorrentía pluvial que amenaza con la pérdida de los sistemas arrecifales presentes en el sistema ambiental.

Por ello las actividades de construcción en la zona marina debe asegurar que no tendrá impactos graves e irreversibles sobre la cobertura de pastos marinos, así como no generara descargas que pudiesen llegar al arrecife de coral (Cahum-Chan, 2012).

De igual manera el paso constante de lanchas de motor y el anclaje disperso causa serios daños y degrada dichos hábitats. Cuando se delimitan rutas para el paso de lanchas se limita el impacto a zonas menores. Además, contribuye a hacer más seguras las zonas de nado.

4. 3.1.3.- MEDIO SOCIOECONÓMICO

DEMOGRAFÍA

La población humana en el sistema ambiental se conforma por el centro de población de Mahahual y propiedades privadas a lo largo de la carretera Mahahual-Xcalak.

La población total en 2010 fue de 920 habitantes con 483 hombres y 437 mujeres. Del total de la población el 47,93% proviene de fuera del estado de Quintana Roo.

El 2.07% de la población es analfabeta donde el 2.28% de los hombres y el 1.83% de las mujeres. Con un grado de escolaridad de 9.11 años.

El 15,43% de la población es indígena y el 7.5% habla alguna lengua indígena.

Del total de la población mayor a 12 años está ocupada laboralmente siendo un 62.73% hombres y el 37.30% mujeres.

Es cuenta con 806 viviendas. De ellas 75.43% cuentan con electricidad, 68.26% tienen agua entubada, 93,86 % tienen sanitarios y 23.55% tienen internet

Hacia finales del 2001 se construye el muelle de cruceros en Mahahual, comienza a operar para las empresas "Carnival" y "Royal Caribbean" (Thomassiny-Acosta, 2010).

INFRAESTRUCTURA

En 2010 Mahahual presentaba una morfología habitacional mayor que hace dos años al construir corredores comerciales a la salida del muelle de cruceros, y 3 mil casas de interés social para los trabajadores.

En cuanto a vías de comunicación, se cuenta con una carretera de asfalto que comunica a la comunidad de Mahahual con cafetal, que también entronca a un camino de terracería que comunica con Punta Herrero y demás localidades con rumbo a la reserva de la biosfera de Sian Ka'an; esta carretera al llegar a Mahahual continua por el malecón para después convertirse en un camino de terracería denominado antiguo camino costero que comunica con el poblado de Xcalak.

También existen dos aeropistas una ubicada en Pulticub y la otra en Xcalak.

Servicios terrestres de comunicación, se tiene un sitio de combis que realizan la ruta Chetumal- Mahahual y con autobuses de la línea Caribe (Rivera-Arriaga *et al.*, 2010).

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

La mayor parte de las casas de Mahahual están construidas con cemento, material más resistente en caso de huracán. El 80% de las viviendas cuentan con piso de cemento, y el 70% tienen techo de este material. El resto de las viviendas están construidas con otros materiales, principalmente de madera o de lámina y cartón.

SERVICIOS DE SALUD

Mahahual cuenta con una clínica de los Servicios Estatales de Salud (SESA) que ofrece servicio básico y es atendida por un solo doctor, por lo que no se ofrece el servicio las 24 horas ni los siete días de la semana. Además, el doctor de la clínica debe estar presente en las instalaciones del muelle de cruceros cuando los barcos arriban por si algún pasajero requiere la atención, por lo que aún en días y horas hábiles, puede que no haya quién ofrezca el servicio médico. Algunos pobladores se encuentran afiliados al programa del Seguro Popular, aunque tienen que ir a Chetumal para poder tener acceso al mismo. El 20.8% de las personas entrevistadas en Mahahual fueron derechohabientes a servicios de salud, ya sea del Seguro Social o por el programa Seguro Popular (Rivera-Arriaga *et al.*, 2010).

ORGANIZACIONES PRODUCTIVAS

En Mahahual existen diferentes asociaciones con fines productivos, siendo las cooperativas la forma más común de organización (Figura 59) (Rivera-Arriaga *et al.*, 2010).

Mahahual
• Cooperativa pesquera Langosteros del Caribe
• Cooperativa pesquera Banco Chinchorro
• Cooperativa turística Tritones de Mahahual
• Cooperativa turística Chinchorros del Caribe
• Cooperativa turística Dorados de Mahahual
• Cooperativa turística Paraíso del Caribe
• Cooperativa Pioneros de Mahahual
• Sindicato de taxistas Costa Maya

Figura 59.- Organizaciones con fines productivos existentes en la comunidad de Mahahual (Rivera-Arriaga et al., 2010)

Factores de vulnerabilidad ambiental que afectan en la economía de los pobladores

Entre los factores de vulnerabilidad que tienen mayor incidencia en las estrategias de los modos de vida de los habitantes de Mahahual se encontraron:

1. La lejanía de la comunidad; el poblado de Limones es la localidad más cercana y se encuentra a 60 kilómetros de Mahahual de igual manera la capital del estado Chetumal, se encuentra a 160 kilómetros de la comunidad.
2. Los eventos meteorológicos; los ciclones tropicales son una amenaza constante para la región, con los posibles daños que estos pueden dejar, ya sea a los habitantes y a la infraestructura, o a los recursos naturales de la zona. Del año 1900 al 2008, 20 ciclones tropicales afectaron a la región Mahahual, de los cuales 11 alcanzaron la clasificación de huracán. El huracán Dean en 2007 es el que mayor destrucción ha dejado en Mahahual, destruyendo gran parte de las casas, negocios e infraestructura, dañando al muelle de cruceros, por lo que el arribo de los barcos fue cancelado durante poco más de un año.
3. La degradación del arrecife; el arrecife de coral del litoral de Mahahual presenta evidencias de degradación y reducción en las poblaciones de especies aprovechables por los pescadores, situación que afecta a los pescadores por la disminución de langosta y caracol, especies en las que basan sus ingresos. Por esta razón, los pescadores cada vez tienen que recorrer mayores distancias en el mar para encontrar su producto (langosta y caracol), haciendo que la pesca sea una actividad cada vez menos rentable. Así también, los pescadores reconocen que la pesca de escama (especies de peces óseos) no es económicamente atractiva para ellos debido al bajo costo que tiene este producto. En el arrecife de coral se

concentran las actividades turísticas de buceo y esnorkel, por lo que su degradación puede afectar a estas actividades (Thomassiny-Acosta, 2010).

4. Pesca ilegal; se realiza en el litoral, incluyendo el arrecife frente al poblado y es practicada tanto por pescadores locales, como por personas que viven en otras localidades y que arriban a la zona para practicar esta actividad. Las personas de Mahahual que se dedican a esta actividad venden su producto en algunos restaurantes del poblado, los cuales preparan platillos para los turistas que llegan a la zona. Con la finalidad de proteger las poblaciones de las especies capturadas en la pesca, y para asegurar la viabilidad de esta actividad, se han decretado vedas (periodos en los que está prohibido pescar). En particular, la captura de caracol sólo es permitida dos meses al año, y durante cuatro meses (marzo a junio) se suspende la captura de langosta.
5. La temporalidad del turismo; Los resultados de estudios realizados indican que el muelle de cruceros representa la principal fuente de ingreso (directa o indirecta) de la mayoría de las familias de Mahahual. No obstante, el número de cruceros que llega a la comunidad, entre mayo y octubre, es en promedio de dos mensuales, contra un promedio de 24 mensuales que arriban entre noviembre y febrero, por lo que los ingresos de las familias se ven afectados los seis meses de la temporada baja de cruceros (Figura 60) (Thomassiny Acosta, 2010).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temporada baja cruceros												
Temporada baja turismo nacional												
Posible cancelación de cruceros por viento												
Veda de langosta												
Veda de caracol												

Figura 60.- Principales factores que afectan las actividades productivas de las familias de Mahahual y meses en que estas se presentan (Thomassiny-Acosta, 2010)

Actividades económicas de la población en mahahual

Sobre la actividad principal a la cual se dedica el jefe del hogar, en Mahahual hubo una alta diversidad de actividades (Figura 61) (Thomassiny-Acosta, 2010).

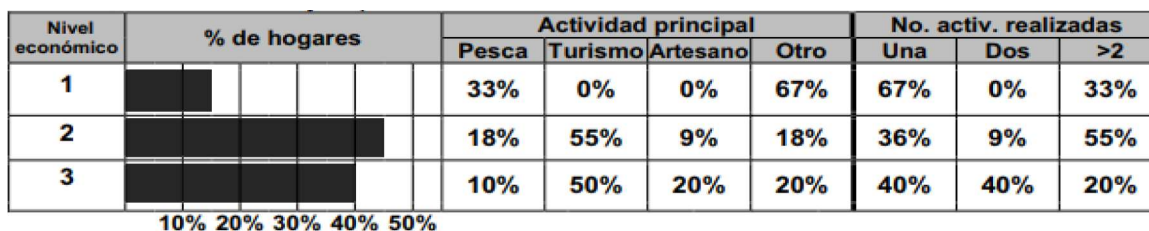


Figura 61.- Actividades económicas a las que se dedican los pobladores de Mahahual. Se presenta la actividad principal y el número de actividades económicas realizadas por año

4.3.1.4.- PAISAJE

Mahahual se encuentra localizada en la zona costera y el arrecife representa la base del capital natural de la comunidad, ya que en él se realizan las dos principales actividades (turismo y pesca). Dentro de las actividades turísticas, la práctica de esnorkel y buceo se realiza en el arrecife, así como la captura de langosta y caracol, que son la principal fuente de ingresos de las personas que realizan pesca. Cabe señalar que Banco Chinchorro aproximadamente 30 km de las costas de Mahahual, también forma parte del capital natural de la comunidad, al ser utilizado tanto para actividades pesqueras como turísticas (Castillo-Villanueva *et al.*, 2014).

Las zonas terrestres se encuentran cubiertas por manglar y selva baja. En estos ecosistemas habita una gran cantidad de especies de mamíferos y reptiles. Sin embargo, en la comunidad no se registran actividades productivas que utilicen la vegetación, ni la fauna silvestre en actividades de cacería. Lo anterior puede ser un sesgo, debido a que no se cuentan con registros fidedignos para dichas actividades.

En cuanto al estado de conservación del arrecife este se encuentra degradado de acuerdo a la bibliografía especializada y basado en los estudios realizados por lo que se puede decir que se encuentra en una etapa de cambio de fase hacia comunidades de algas (Cruz-Piñón *et al.*, 2002; Thomassiny-Acosta, 2010; Merediz-Alonso, 2012).

Por otra parte, sobre la condición del arrecife y ecosistemas costeros se diagnostica como degradado y que la vegetación de duna costera y matorral ha sido fragmentada al constituir el sistema ambiental un mosaico de predios delimitados como propiedad privada.

ACCIONES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DEL ARRECIFE EN MAHAHUAL

La actividad de pesca y buceo no están regulados debido a que no es un área protegida, por lo que las personas realizan actividades pesqueras y turísticas en las mismas zonas de forma indistinta. Derivado de esto, existe inconformidad de algunas personas que realizan

turismo en contra de los pescadores debido a que éstos realizan capturas en zonas utilizadas con fines turísticos.

De igual manera las intervenciones humanas sobre los ecosistemas costeros traen como consecuencia el aumento de la sedimentación en las lagunas costeras además de permitir la rápida erosión de la línea de costa, con el consecuente lavado de las dunas y reducción de la playa (Castillo-Villanueva *et al.*, 2014).

4.4.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Una vez descrito el sistema ambiental en términos de su naturaleza costera y establecida el área de influencia mediante las Unidades de gestión ambiental y su zonificación propuesta por los instrumentos normativos vigentes, se plantea realidad en el sitio (a nivel predial) de los impactos que ya ocurren y cómo influye en el sistema ambiental antes descrito.

Para ello se consideran los factores de impactos en virtud de sus posibles efectos a los ecosistemas establecidos en el.

- Alteración de los ecosistemas marinos.
- Protección a los ecosistemas costeros marinos y terrestres.
- Protección a la fauna marina.
- Economía local y regional en el Sistema Ambiental.
- Fenómenos climáticos y sus efectos
- Construcción y mano de obra
- Cambio climático
- Calidad del agua, aire, suelo y recursos biológicos.
- Para ello se presenta a continuación una tabla síntesis, así como la evaluación de la vulnerabilidad (Tabla 26).



la 26.- Diagnóstico e indicadores

	Condición ambiental actual	Indicador	Condición ambiental del predio	Indicador	Vulnerabilidad física					Vulnerabilidad biológica		
					Riesgo de erosión	Inundación	Huracanes	Viento	Temperatura extrema	Extinción local	Degradación del ecosistema	Cambio climático
	En la región se presentan suelos principalmente de rendzinas y sedimentarios (Solonchak y Alkalché) por deposito en deltas y marismas, en la zona litoral se caracteriza por ser arena con características de grano medias y finas que son depositadas por transporte litoral acumulativo y que dependen de la vegetación costera para su consolidación, aunque se encuentra sujeto a las variaciones de erosión y génesis de la línea de costa.	En línea de costa es la medición y registro anual de la dinámica de la costa en m de acreción y erosión.	El predio presenta dos tipos de suelos el suelo arenoso propio de la línea de costa con playa arenosa actualmente con presencia únicamente de vegetación remanente de matorral costero y en la parte más continental presenta suelos de tipo rendzina con Solonchak y Alkalché con sedimentos arenosos de tipo acumulativo debido a la vegetación de manglar que se desarrolla.	Medición anual de la dinámica de la costa en m de acreción y erosión.	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO	A
	El agua se presenta en forma de escurrimiento superficial con	Nitratos (indicador de	En el predio no se ha realizado apertura de pozo, el agua	Nitratos (indicador	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ALTO	A

Consultoría
ECO **DESARROLLO**
Ecología y Desarrollo Sustentable

	baja tasa de infiltración debido a la presencia de una capa arcillosa acumulativa en el manglar que se mueve por escorrentía hacia el litoral por la permeabilidad de la arena constituyendo un pequeño acuífero de agua dulce que flota sobre el agua salada y es la única fuente de agua dulce para los habitantes de la zona, debido a su pequeño espesor y que tiene que infiltrarse es muy vulnerable a la contaminación.	materia orgánica presente), fosfatos (residuos de detergentes y/o jabones), coliformes totales, fecales y <i>E.coli</i> (indicadores de contaminación fecal) así como Cloruros y conductividad (intrusión salina).	presente se acumula durante la época de lluvias en el manglar existente en la parte posterior a la carretera de terracería, para luego ser infiltrada por la porosidad y la vegetación.	de materia orgánica presente), fosfatos (residuos de detergentes y/o jabones), coliformes totales, fecales y <i>E.coli</i> (indicadores de contaminación fecal) así como Cloruros y conductividad (intrusión salina).								
No se tiene desarrollo de industria que afecten con emisiones fijas la calidad del aire la presencia de viento intermitente en la costa permite la disipación de pequeñas emisiones de CO ² producto de la quema de leña en algunos hogares por lo cual se puede referir a que la calidad del aire es buena.	Presentar medidas de mitigación para partículas suspendidas en el aire sobre todo durante la fase de construcción del proyecto.		En la actualidad en el predio no se realizan actividades sin embargo se tomaran medidas que eviten la dispersión de las partículas de materiales de construcción al aire.	Medidas de mitigación para partículas suspendidas en el aire sobre todo durante la fase de construcción del proyecto.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	B

Presenta fragmentación en la vegetación principalmente de duna y matorral costero debido a la división de los predios ubicados en el SA, se encuentran sin embargo la totalidad de las especies enlistadas en la caracterización con algún grado de disturbio, la flora de manglar ha recibido daño por parte de fenómenos climatológicos y por acciones humanas como la poda y el relleno de manglar para ganar terrenos.	Cobertura en % de la vegetación nativa de duna y matorral costero así como manglar.	No presenta flora de duna costera como plantas rastreras y herbáceas, presenta flora de matorral costero y la vegetación de manglar no ha sido modificada.	Se mantiene la cobertura y los individuos del matorral costero así como la cobertura de manglar en el predio.	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	M O
Debido a la presencia de una vía de comunicación que atraviesa el SA la fauna es expuesta a la presencia humana, no hay pasos de fauna y se ha observado muerte por atropellamientos principalmente de reptiles, que transitan por la zona, la presencia de a flora costera permite la presencia de aves y mamíferos. En la parte marina la laguna arrecifal presenta una comunidad de corales, peces y otros grupos en un estado regular con una buena diversidad biológicas sin embargo se ha diagnosticado al arrecife coralina en una etapa de cambio de fase coral-alga.	Índices de diversidad biológica: Índice de Riqueza de especies (Margulis), Diversidad (Shannon) Equidad (Pielou) y Dominancia (Simpson)	Existe presencia de reptiles, aves sin embargo pocos avistamientos de mamíferos pequeños debido a la presencia de lotificación y presencia humana en predios circundantes. En la parte marina, se desarrollan comunidades de peces, aves marinas y corales blandos y escleractineos.	Índices de diversidad biológica: Índice de Riqueza de especies (Margulis), Diversidad (Shannon) Equidad (Pielou) y Dominancia (Simpson).	N/A	N/A	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	M O

Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto K'áak'náab naj



na nte fal	Laguna arrecifal somera de baja profundidad de 1 a 11 m así como frentes y pendientes arrecifales caracterizado por quebrados y macizos que van desde los 11 hasta los 27 m presenta comunidades biológicas como praderas de pastos marinos, camas de esponjas y macro algas así como el desarrollo de corales que constituyen los arrecifes coralinos que se encuentran con una cobertura del 6.42 en laguna arrecifal y 8.5 en general asimismo presenta macroalgas de tapete con cobertura del 40-60 % desarrollados en aguas oligotróficas.	Cobertura del 6.42 % en laguna arrecifal, presencia de comunidades de pastos marinos, en el arrecife de coral cobertura del 8.5 % y macroalgas del 40-60%. Porcentaje de sedimentos y Nitrógeno en el agua.		Cobertura de algas y pastos marinos en %	N/A	N/A	ALTO	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	A
ra	Pertenece a las cuencas hidrológicas de costas bajas, presenta playas con oleaje suave en las playas se establece la duna costera, que presenta elevaciones de menos de 10 msnm con vegetación halófila, conformada por rastreras y herbáceas. Se encuentra con un estatus de pérdida de cobertura debido a que es un área sujeta aprovechamiento y asentamientos humanos.	Presencia de la formación de la duna. Cobertura vegetal propia de la duna costera.	Playa amplia sin vegetación de duna costera, Presenta solo vegetación de matorral costero con especies como Chiit (<i>Thrinax radiata</i>), ciricote de playa (<i>Cordia sebestena</i>) y cocotero (<i>Cocos nucifera</i>), así como una especie invasora como la almendra (<i>Terminaliacattapa</i>).	Presencia de vegetación de duna costera y/o asociada a l matorral costero.	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	A

ral ro	En las dunas estabilizadas aparecen los arbustos <i>Coccoloba uvifera</i>, <i>Pithecellobium keyense</i>, <i>Scaevola plumieri</i>, <i>Ernodea littoralis</i>, <i>Lantana involucrata</i>, <i>Chiococca alba</i>, <i>Metopium brownei</i>, <i>Suriana maritima</i>, <i>Erithalis fruticosa</i>, <i>Thevetia gaumeri</i>, <i>Manilkara zapota</i>, <i>Coccoloba diversifolia</i>, <i>Psychotria nervosa</i>, <i>Eugenia axillaris</i>, <i>Trema micrantha</i>, la palma <i>Thrinax radiata</i>, entre otros. Llegan a formarse matorrales muy densos, casi impenetrables. Sin embargo presenta la fragmentación por la apertura de un camino de terracería (Mahahual-Xcalak) así como una pérdida de la cobertura vegetal de alrededor de 670 has debido a fenómenos naturales y antropogénicos.	Cobertura de matorral costero en % anual.	Presenta perdida de la vegetación pionera de duna estable y en la actualidad para el sitio del predio en particular la vegetación es perteneciente a una duna estabilizada con un reducido número de especies entre las que destacan: el cocotero <i>Cocos nucifera</i>, el ciricote de playa (<i>Cordia sebestena</i>), la palma Chiit (<i>Thrinax radiata</i>) en conjuntos de 2 hasta 8 individuos dispersos por todo el predio que son un remanente de matorral costero original.	Cobertura de matorral costero en % del predio.	ALTO	BAJO	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	A



lar	Las especies de mangle en el área de estudio son cuatro: Rhizophora mangle L. (mangle rojo), Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f. (mangle blanco), Avicennia germinans (L.) Stearn (mangle negro) y Conocarpus erectus L. (mangle botoncillo). Estas especies pueden formar parte de alguno o todos los tipos de manglar encontrados en la zona: manglar mixto, manglar enano, manglar ribereño, manglar de franja y manglar de isla. Pérdida de cobertura ocasionada por el huracán Dean en su paso por el SA (Mahahual) que incluye el predio de realización de las obras se puede apreciar que se perdieron alrededor de 830 Ha de mangle, 670 Ha de vegetación de duna costera y matorrales, así como un aumento de cambio de uso del suelo de 1160 Ha y de los asentamientos humanos en 120 ha. Asimismo, se estima una tasa de deforestación de 0.95% que equivale a una pérdida anual de 67 ha de manglar y una probabilidad de cambio del 12% hacia otros usos de suelo.	Cobertura de manglar en % anual	En el predio la vegetación de manglar se localiza al extremo	Cobertura de manglar en % anual	MEDIO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	MEDIO	A

Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto K'áak'náab naj



La población total en 2010 fue de 920 habitantes con 483 hombres y 437 mujeres. Del total de la población el 47,93% proviene de fuera del estado de Quintana Roo. El 2.07% de la población es analfabeta donde el 2.28% de los hombres y el 1.83% de las mujeres. Con un grado de escolaridad de 9.11 años. El 15,43% de la población es indígena y el 7.5% habla alguna lengua indígena. Del total de la población mayor a 12 años está ocupada laboralmente siendo un 62.73% hombres y el 37.30% mujeres. Es cuenta con 806 viviendas. De ellas 75.43% cuentan con electricidad, 68.26% tienen agua entubada, 93,86 % tienen sanitarios y 23.55% tienen internet	Tasa de crecimiento poblacional y calidad de los servicios de: salud, vivienda, empleo y nivel educativo	El predio desarrollara una vivienda unifamiliar con un muelle de madera rustico por lo cual solo puede establecerse que durante la etapa de construcción será una fuente de empleo temporal para la localidad de Mahahual y requerirá de los servicios prestados por los residentes del centro de población.	Número de empleos generados.	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	N/A	ALTO	A

CAPÍTULO V

5.- IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS A REALIZAR EN LAS OBRAS EN RELACION AL SISTEMA AMBIENTAL

La metodología propuesta en este estudio se deriva de la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental propuesta por Conesa-Fernández y sus colaboradores en 1993, que a su vez se deriva de la metodología del Instituto Batelle Columbus y la Matriz de Leopold, misma que ha sido adaptada para el presente capítulo.

Se optó por una variante del método de Leopold, que incorpora la valoración cualitativa de Conesa y aporta elementos que permiten cuantificar de un modo sistemático la importancia y la magnitud de los impactos, evaluar bajo los mismos criterios de un modo simultáneo los efectos adversos y los efectos benéficos e incorporar al análisis los efectos de las medidas de mitigación más importantes.

Para construir la matriz en las columnas se agregaron las actividades que cada etapa del proyecto ha generado, mismas que se enlistan más adelante, en las filas se agregaron los aspectos o factores físicos, biológicos y socioeconómicos que intervienen en las obras, para de esta manera construir la matriz causa-efecto que propone Leopold.

5.1.- INDICADORES DE IMPACTO

Los indicadores que más adelante se relacionan fueron seleccionados por cumplir con los requisitos que propone Conesa (Conesa F., 1997) y que tienen la cualidad de ser:

Representativos. - Del entorno afectado

- Relevantes. - Por la significación de la información que aportan.
- Excluyentes. - Ya que no se sobrepone a ningún otro indicador.
- Cuantificables. - Por ser medibles cuando es posible.
- Fácilmente Identificables. - De un modo claro y preciso

Estos indicadores de impacto se obtuvieron del análisis de las etapas del proyecto, en las que se identificaron las actividades más relevantes del mismo. Asimismo, se identificaron los factores físicos, biológicos y socioeconómicos que mejor representan las características del ambiente en el sitio.

5.1.2.- LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

A continuación, se presenta una lista Indicativa de los factores físicos, biológicos y socioeconómicos que mejor representan las características del ambiente en el sitio (Tabla 27).

Tabla 27.- Listado de factores físicos, biológicos y socioeconómicos representativos

GRUPO DE FACTORES DEL MEDIO	MEDIOS	COMPONENTES	PARÁMETROS O INDICADORES DE IMPACTO
Factores abióticos	Agua	Superficial	nitratos, fosfatos, coliformes totales, fecales, <i>E. coli</i>
		Subterránea	
	Suelo	Erosión	Perdida de cobertura vegetal
	Atmosfera	Características físico-Químicas	Partículas suspendidas
		Drenaje vertical	Distancia al Manto freático
		Escurrimiento superficial	Pendiente del terreno, áreas sujetas a inundación
		Características geomorfológicas.	Presencia de geoformas
		Estructura del suelo	Dunas costeras, áreas sujetas a inundación
	Atmosfera	Calidad del aire	Partículas suspendidas
		Visibilidad	
		Estado acústico natural	Presencia de ruido
		microclima	Vegetación psamofila
Factores bióticos	Flora	Terrestre	Diversidad y abundancia
		Marina	

	Fauna	Terrestre	Diversidad y abundancia
		Marina	
	Paisaje	Terrestre	Presencia de ecosistemas, geoformas
		Marino	
Factores socioeconómicos	Social	Bienestar social	Empleos generados
	Económico	Empleo	

Y una lista Indicativa de las actividades más relevantes de las obras, realizada con base en el análisis de las actividades que se llevaron a cabo durante el acondicionamiento del terreno y construcción (Tabla 28).

Tabla 28.- Actividades más relevantes delas obras y etapas de construcción

ETAPA	ACTIVIDAD REALIZADA
Acondicionamiento del predio	Despalme del predio, retiro , rescate y reubicacion de la vegetacion
	Instalacion de la bodega provisional y sanitarios portatiles
Construcción	Nivelación y excavación de los cimientos, hincado de pilotes estructurales muros, cadenas, castillos y losa de planta baja.
	Construcción de las áreas comunes de la casa planta alta.
	Construccion de la piscina.
	Construcción de palapa abierta.
	Construcción del muelle de madera rustico con palapa
	Instalación de biodigestores y cisterna.
	Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
	Limpieza y entrega de la obra- con desmantelamiento de la bodega de construcción
	Construcción de humedales artificiales y restauracion de duna
Operación	Limpieza y mantenimiento de instalaciones

	Actividades de uso del agua, lavandería, uso sanitario y cocina
	Manejo de residuos sólidos y líquidos
	Obras de reforestación
Mantenimiento de casa y palapa	Mantenimiento de la casa, piscina, palapa y muelle, instalaciones hidráulicas y sanitarias

5.1.3.- CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Cada actividad de la obra fue analizada individualmente identificando las acciones o aspectos generadores de impacto ambiental, calificando cada uno de ellos con dos criterios cualitativos a los que previamente se les asignó un valor que permite cuantificarlos.

El objetivo de esta técnica es minimizar el efecto de la valoración subjetiva que es inherente a todo proceso de evaluación.

Para valorar los impactos se sirvió de dos escalas, para la magnitud y la importancia (Tabla 29):

Tabla 29.- Símbolos y valores usados para generar la matriz. Modificado de Leopold

Simbología Matriz de impactos		
M	Magnitud	
	1	Menor
	2	Medio
	3	Mayor
I	Importancia	
	1	Insignificante
	2	Significante
	3	Muy significativa
-	IMPACTO NEGATIVO	
+	IMPACTO POSITIVO	
T	VALOR TOTAL DEL IMPACTO	

$$T=M/I$$

Como se puede observar se agregó el valor de + o -, al valor de magnitud, para identificar si el impacto fue negativo o positivo, dentro de la matriz no se observa el signo +, por lo que la ausencia del signo -, indica que el valor es positivo.

Al obtener un valor de magnitud e importancia para cada impacto generado por la actividad, se hizo uso de la siguiente formula

$$T= (+/-) (M / I)$$

Donde:

T= Valor total del impacto

+ = Impacto positivo

- = Impacto negativo

M= Magnitud del impacto

I= Importancia del impacto

Con los valores obtenidos se integró un valor promedio de los impactos por actividad y por el total del proyecto.

Los resultados de la evaluación permiten identificar con facilidad las actividades cuyos impactos deben ser mitigados o compensados, así como permiten identificar y valorar los beneficios que traerán a la comunidad.

Asimismo, ofrece la posibilidad de alertar sobre aquellos impactos que afecten de un modo significativo al ecosistema y la posibilidad de definir el indicador que habrá de utilizarse para medir cuantitativamente los efectos generados por las acciones de las obras.

5.1.4.- CRITERIOS

Los criterios utilizados para evaluar el proyecto son los siguientes:

- a) Carácter, Naturaleza o Signo del impacto

Es la expresión más simple de las consecuencias resultantes de la actividad analizada sobre los componentes del medio físico, natural y socioeconómico ya que estas pueden ser benéficas en cuyo caso se califican con signo positivo (+) o adversas que se califican con signo negativo (-).

b) Importancia

Se establece una escala arbitraria de 1 a 3

Para dimensionar los impactos potencialmente generados al tiempo que se les asigna una palabra clave para significarlos y facilitar su comprensión.

Insignificante. - Con valores de 1 cuando inciden sobre recursos que ya han sido previamente afectados o que son relativamente abundantes.

Significante. - Con valores de 2 cuando alteran ostensiblemente el medio natural o los beneficios que generan son verdaderamente importantes para el medio físico o socioeconómico.

Muy significativo. - Con valores de 3, si los podemos calificar como sumamente graves en caso de ser adversos a la integridad de los ecosistemas o en el caso de que sean sumamente benéficos a los ecosistemas o al medio socioeconómico.

c) Magnitud

Se refiere a la dimensión físico-espacial que se puede ver afectada, con relación al desarrollo del proyecto. Se consideran 3 niveles con una escala de 1 a 3.

Menor. - Cuando los efectos se perciben a una distancia menor a 100m alrededor de la obra que produce el impacto. (Valor 1)

Medio. - Cuando los efectos se perciben en un radio de 1 kilómetro. (Valor 2)

Mayor. - Cuando se afecta un radio de más de 1 kilómetro, repercute en el ámbito municipal, o afecta dos o más poblaciones. (Valor 3)

5.2.- MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

5.2.1.- MATRIZ DE LEOPOLD

A continuación, se presenta la matriz de Leopold a través de la cual se identificaron y evaluaron los impactos ambientales generados por las obras y la terminación de las mismas (Tabla 30).

[illegible]

[illegible]

Consultoría
ECO **DESARROLLO**
Ecología y Desarrollo Sustentable

Factores bióticos		Flora	Terrestre	1	1	1	-1	1	-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

a tabla que se presenta a continuación, se realizó un análisis de la ponderación de los impactos ambientales detectados en la matriz de Leopold, mismas que se describieron anteriormente. En dicha tabla se resumen los valores de los impactos que cada actividad generará sobre los factores que componen el ambiente (Tabla 31).

[illegible]

Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto K'áak'náab naj



		Características físico-Químicas	-1	-1	-1	-1	-1	-1					1				
		Drenaje vertical			-1	-1	-1					1	2		-1	1	1
		Escurrimiento superficial	-1	-1	-1	-1		-1				1	1				1
		Características geomorfológicas.		-1	-1		-1	-1		-1			-1				
		Estructura del suelo	-1	-1	-1	-1	-1						-1			1	1
Atmosfera		Calidad del aire			-1	-1								-1		1	
		Visibilidad		-1	-1	-1						1				1	1
		Estado acústico natural		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1		1	
		microclima	-1	-1	-1	-1	-1		-1			1					1
Flora.	Terrestre	Terrestre	1	-1			-1					1					1
		Marina							-1								
	Fauna.	Terrestre	-1	-1													1
		Marina							-1								

Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto K'áak'náab naj



	Paisaje.	Terrestre	-1	-1	-1	-1						1				1	1
		Marino						-1									
socioeconómicos	Social	Bienestar social	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1
	Económico	Empleo	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1		1
VALOR PROMEDIO DE LOS IMPACTOS POR ACTIVIDAD			-0.40	-0.69	-0.54	-0.45	-0.60	-0.14	-0.25	1.00	0.33	0.82	0.89	0.50	-0.20	1.00	1.00
VALOR PROMEDIO DE LOS IMPACTOS POR ETAPA			-0.55			0.11								0.58			

Como resultado del análisis se ha registrado que los principales impactos se pueden derivar del acondicionamiento del predio, de generar afectaciones como cambios como alteración del escurrimiento superficial, estructura y composición del suelo, el microclima, la flora terrestre, la belleza paisajística natural y el estado acústico natural también es importante mencionar.

Además, se observa que las actividades de construcción son aquellas que pueden incidir también en el escurrimiento superficial, cambios en la geomorfología debido a que se requiere de retirar suelo, hacer excavaciones y construir con muros de block. Durante la construcción se han incorporado las actividades de diseño de humedales y restauración de la duna costera. De manera pasiva con vegetación nativa estas obras influyen en la reducción de los impactos derivados de las excavaciones, obras civiles y modificaciones de la geomorfología del área de influencia donde han de realizarse las obras.

Durante la operación el consumo de agua considerada para realizar las actividades se prevee mínimos impactos en cuanto al agua residual jabonosa, sin embargo, también en esta etapa existe el manejo de residuos sólidos y líquidos que se llevara a cabo y el cual debe generar un aspecto positivo del proyecto. De igual manera las obras de reforestación y su mantenimiento presentan impactos positivos que influyen en la viabilidad del proyecto.

Labores del hogar como la cocina y lavandería ocasionará mayores impactos sobre el factor agua, debido a que se requieren de grandes cantidades de agua comparadas con las demás labores del hogar, y se generan también grandes cantidades de agua. Por lo anterior, se propone como medida, el lavado en seco o en su caso el uso de suavizantes de tela que requieren de menor cantidad de agua para el enjuague así que las aguas presenten un tratamiento adicional mediante el uso de humedales artificiales.

Durante las labores de mantenimiento de las obras del proyecto “K'áak'náab naj”, se generarán impactos por los residuos, que se formarán por esta actividad.

En cuanto a los impactos positivos, se observa que la construcción de humedales artificiales, promoción de la formación de la duna costera con reforestación por sucesión ecológica natural con especies pioneras y nativas permite la recuperación de la topografía original y el enriquecimiento de áreas restauradas que proveen de resiliencia al viento y oleaje tanto a las obras como al ecosistema local.

Las labores de reforestación dentro de la etapa de operación, genera grandes beneficios, pues se recupera parte del paisaje con especies vegetales nativas, se producen beneficios al suelo, pues se enriquece y a la fauna que tiene lugares de anidación para las aves.

5.3.- IMPACTOS AMBIENTALES A SER GENERADOS

En la Tabla 32 que se presenta a continuación se observan los impactos ambientales negativos que el proyecto, generará, así como una jerarquización de los mismos, realizada a través de la ponderación de la matriz de Leopold.

Tabla 32.- Impactos que pueden ser generados y su jerarquización

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
ACONDICIONAMIENTO DEL PREDIO	Despalme del predio, retiro y rescate	Suelo erosión	La excavación deja al descubierto el suelo se reduce al humedad y por acción eólica se desprenden granos de arena.	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
	reubicación de la vegetación	Características físicoquímicas del suelo	Al excavar el suelo hay mezcla de las capas y se modifican las propiedades del suelo original.	-1
		Escorrentamiento superficial	Se incrementa el escurrimiento superficial de dicha área pues cambia la topografía.	-1
		Estructura del suelo	Se modifica la estructura del suelo en la zona de excavación.	-1
		Microclima	Al excavar el suelo se pierde humedad.	-1
		Flora terrestre	La vegetación es removida de sus sitios originales, se mantendrá en cuarentena pero aun así se presentará stress hídrico y puede haber pérdida de las plantas.	-1
		Fauna terrestre	Al realizar las actividades se ahuyentan y hay stress en las especies de fauna así como pérdida de sitios.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	1
	Instalación de la bodega provisional sanitarios portátiles	Suelo erosión	La excavación deja al descubierto el suelo se reduce la humedad y por acción eólica se desprenden granos de arena.	-1
		Características físicoquímicas del suelo	Al realizar la siembra se excava el suelo hay mezcla de las capas y se modifican las propiedades del suelo original en especial el mantillo con micorrizas.	-1
		Características geomorfológicas del suelo	Al colocar las maderas que servirán de columnas se cambian las características del suelo natural, su humedad y su aporte de nutrientes al ecosistema.	-1
		Escorrentamiento superficial	Se incrementa el escurrimiento superficial de dicha área pues cambia la topografía.	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Estructura del suelo	Se modifica la estructura del suelo en la zona de excavación.	-1
		Visibilidad	La colocación de la bodega representa un obstáculo a la visibilidad del ambiente costero.	
		Estado acústico natural	Las actividades humanas representan perturbación sonora temporal.	
		Microclima	Al excavar el suelo se pierde humedad.	-1
		Flora terrestre	Al retirar la vegetación se pierde cobertura.	-1
		Fauna terrestre	Al realizar las actividades se ahuyentan y hay estrés en las especies de fauna así como pérdida de sitios.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	1
CONSTRUCCION	Nivelación y excavación de los cimientos, hincado de pilotes estructurales, muros, cadenas, castillos y losa de planta baja.	Suelo erosión	La excavación deja al descubierto el suelo se reduce la humedad y por acción eólica se desprenden granos de arena.	-1
		Características físicoquímicas del suelo	Al realizar las obras se excava el suelo hay mezcla de las capas y se modifican las propiedades del suelo original sobre todo su fertilidad.	-1
		Características geomorfológicas del suelo	Se modifica el relieve topográfico al colocar estructuras, muros, etc; el suelo natural, su humedad y su aporte de nutrientes al ecosistema.	-1
		Escorrentamiento superficial	Se incrementa el escurrimiento superficial de dicha área pues cambia la topografía.	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Estructura del suelo	Se modifica la estructura del suelo en la zona de excavación.	-1
		Calidad del aire	Pueden suponer suspensión de partículas a aire, al mezclar los materiales de construcción y durante su traslado.	-1
		Visibilidad	Durante los trabajos de construcción se presentan el levantamiento de obstáculos como muros que dificultan apreciar el paisaje costero.	-1
		Estado acústico natural	La construcción de las obras implica la generación de ruidos de hasta 100 db crean contaminación auditiva.	-1
		Microclima	Se modifica el suelo y vegetación por obras y actividades se pierde humedad y suelo con lo cual cambian las condiciones microambientales.	-1
		Flora terrestre	Cuando se construyen obras se tienen que reubicar especies vegetales por lo tanto durante esta reubicación están sujetas a estrés y a cambios por el traslado por lo que puede existir	-1
		Fauna terrestre	Al realizar las actividades se ahuyentan y hay estrés en las especies de fauna así como pérdida de sitios.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	2
	Construcción de las áreas comunes de la casa planta alta.	Características físicoquímicas del suelo	Al rellenar se cambiaron las características del suelo natural, su humedad y su aporte de nutrientes al ecosistema.	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Drenaje vertical	Se modifica el patrón de infiltración del agua de lluvias debido al relleno colocado.	-1
		Escorrimento superficial	Se incrementa el escurrimiento superficial de dicha área pues cambia la topografía.	-1
		Estructura del suelo	Las capas del suelo orgánico pierden humedad y nutrientes limitando su disponibilidad.	-1
		Calidad del aire	Durante las obras se generan polvos dispersos que se mezclan en el aire.	-1
		Visibilidad	Debido a las obras a realizar se obstruye el paisaje y se limita observar el ecosistema costero.	-1
		Estado acústico natural	Existe generacion de ruido.	-1
		Microclima	Se modifica el microclima con una considerable pérdida de humedad y materia orgánica.	-1
		Fauna terrestre	Se modifica el nicho ecológico de la microbiota asociada a dicha área.	-1
		Paisaje terrestre	El cambio del paisaje terrestre pierde sus condiciones naturales, aunque dicha área ya se encuentra sometida a impacto ambiental previo debido a que se encuentra a un costado de la vía de comunicación y presentaba vegetación propia de un área perturbada.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	2
	Construccion de la piscina	Agua superficial	Durante la construcción y operación se modifica el escurrimiento de la lluvia	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Características físico-químicas del suelo	Al retirar la arena por excavación se pierden humedad y nutrientes por exposición al intemperismo	-1
		Drenaje vertical del suelo	El espacio ocupado por la piscina evita que se continúen los procesos de drenaje natural del suelo	-1
		Características geomorfológicas del suelo	Al realizar las excavaciones existe mezcla de capas del suelo y se modifica el relieve	-1
		Estructura del suelo	Se pierde la estratigrafía del área y al realizarse mezcla de capas se pierde el mantillo orgánico superior	-1
		Estado acústico	Se generan ruidos que repercuten en la fauna local	-1
		Microclima	Se modifica el microclima terrestre para ácaros, insectos y colembolos	-1
		Flora terrestre	Se pierde espacio disponible para sucesión ecológica de las especies de duna costera	-1
		Bienestar social	Se generan empleos durante la obra de construcción	1
		Generación de empleos	Se generan empleos durante la obra de construcción	1
	Construcción de palapa abierta	Características físicoquímicas del suelo	Al excavar el suelo se pierden el mantillo orgánico al mezclarse con las capas internas de arena.	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Escorrentamiento superficial	Durante la excavación y construcción se pierde área permeable y se modifica el escorrentamiento por pérdida del relieve natural	-1
		Características geomorfológicas del suelo	Se pierde la topografía del suelo al existir elementos ajenos al mismo.	-1
		Estructura del suelo	Se modifica la estructura del suelo por excavación y construcción de obras.	-1
		Estado acústico natural	Se generan ruidos al existir obreros y equipo laborando.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	2
	Construcción del muelle de madera rustico con palapa	Agua superficial	Durante la construcción del muelle de madera se resuspenden sedimentos del fondo marino que se vierten en el agua del mar.	
		Estado acústico natural	Se generan ruidos al existir obreros laborando.	-1
		Microclima	Se modifica el microclima debido a cambios en la estructura del fondo marino en el sitio de piloteado.	-1
		Visibilidad	Se pierde visibilidad en el ecosistema por la suspensión de sedimentos del fondo marino	-1
		Flora marina	Los sedimentos en suspensión pueden ser depositados sobre la vegetación marina cercana cubiendola.	
		Fauna marina	Durante las obras se ahuyenta a la fauna local por ruido y presencia humana.	-1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Paisaje marino	El paisaje marino se ve afectado por las obras, la presencia de los pilotes.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	2
	Instalación de biodigestores y cisterna	Agua superficial	Se beneficia el ambiente pues al existir un tratamiento del agua no se contaminara como si fuera una fosa septica convencional.	2
		Agua subterránea	No existe infiltración de lixiviados producidos por aguas negras debido al proceso de tratamiento, al existir una cisterna por otra parte se puede establecer un sistema para recolecta de agua de lluvia.	2
		Características geomorfológicas del suelo	Se pierde la topografía del suelo al existir elementos ajenos al mismo.	-1
		Estado acústico natural	Se generan ruidos al existir obreros laborando.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	2
	Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.	Estado acústico natural	Se generan ruido durante las actividades de instalación por equipo que representa contaminación auditiva temporal.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	1
	Limpieza y entrega de la obra con desmantelamiento	Agua superficial	Al retirar las obras se reintegra la superficie disponible para permeabilidad del suelo	1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
	de la bodega de construcción.		restableciéndose en parte el flujo de agua superficial en lluvias.	
		Agua subterránea	Se beneficia la infiltración producto de la lluvia.	1
		Drenaje vertical	Se mejora el drenaje vertical pues existe mayor infiltración del agua producto de lluvia.	1
		Escorrentamiento superficial	Al retirar las obras temporales se va restableciendo la topografía natural y el escurrimiento en temporada de lluvias.	1
		Visibilidad	Se mejora la vista del predio costero y regresa la belleza de la zona costera y la playa.	1
		Estado acústico natural	Durante las actividades de remoción de las obras temporales se genera ruido que ahuyenta a la fauna principalmente aves y reptiles.	-1
		Microclima	Se mejora el microclima el suelo vuelve a sus condiciones previas y puede existir nuevamente sucesión ecológica.	1
		Flora terrestre	Existen nuevos espacios para el desarrollo de la flora pionera en el predio	1
		Fauna terrestre	Con la llegada de las plantas se comienzan la llegada de fauna en forma de microbiota y posteriormente macrofauna.	1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales.	1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
	Construcción de humedales artificiales y restauración de duna	Agua superficial	Al ser sistemas ecológicos enfocados en la reducción de la carga de fosfatos, nitratos y sólidos totales suspendidos el agua tiene un saneamiento superior al indicado por la normatividad y puede ser empleada en jardín.	2
		Agua subterránea	El agua tratada por los humedales artificiales puede infiltrarse sin ser un riesgo de contaminación y se promueve el jardinado en el predio.	2
		Características físicoquímicas del suelo	Al no existir contaminación con aguas tratadas únicamente por biodigestor las características del suelo se mantienen no hay percolación de aguas negras.	1
		Drenaje vertical	El agua tratada por los humedales artificiales puede infiltrarse sin ser un riesgo de contaminación y se promueve el jardinado en el predio.	2
		Escurrimiento superficial	El efluente puede ser descargado en áreas de jardín para su riego por lo cual el escurrimiento de estas aguas no representa un daño ecológico sino más bien un reuso del agua tratada.	1
		Características geomorfológicas del suelo	Durante la excavación para colocar la geomembrana impermeable se remueve suelo y se afecta su composición de forma local.	-1
		Estructura del suelo	Se modifica la estructura pues existe alteración de las capas del suelo para colocar las obras.	-1
		Bienestar social y empleo	Durante esta etapa se generan empleos locales, se provee derrama económica por adquisición de insumos.	1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
OPERACIÓN	Limpieza y mantenimiento de instalaciones	Calidad del aire	Durante operaciones de pintura, y limpieza se pueden dar emisiones de partículas de polvos y aerosoles al ambiente.	-1
		Estado acústico natural	Se genera ruido durante las actividades de mantenimiento.	-1
		Bienestar social y empleo	Se generan empleos locales temporales.	1
	Actividades de uso del agua, lavandería, uso sanitario y cocina	Superficial	Durante lavado, cocina y uso sanitario se consumen grandes cantidades de agua que resultan contaminadas con grasas, aceites y químicos empleados.	-1
		Subterránea	Si las actividades de lavado y sanitario no son correctamente tratadas se pueden infiltrar contaminando el manto freático.	-1
		Drenaje vertical	Si las actividades de lavado y sanitario no son correctamente tratadas se pueden infiltrar contaminando el manto freático.	-1
		Bienestar social y empleo	Se pueden generar empleos locales para desempeñar estas actividades.	1
	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Superficial	El plan integral de manejo de residuos sólidos permite evitar la formación de lixiviados producto de la basura al separar, reducir y reutilizar los residuos.	1
		Subterránea	El plan integral de manejo de residuos sólidos permite evitar la formación de lixiviados producto de la basura al separar, reducir y reutilizar los residuos.	1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Drenaje vertical	El plan integral de manejo de residuos solidos permite evitar la formacion de lixiviados producto de la basura al separar, reducir y reutilizar los residuos.	1
		Estructura del suelo	Se evita la contaminacion del suelo por residuos urbanos.	1
		Calidad del aire	Se mejora al no existir generacion de los malos olores de la basura cuando no es separada.	1
		Visibilidad	Se evita contaminacion visual del ecosistema por residuos solidos.	1
		Paisaje terrestre	Se evita contaminacion visual del ecosistema por residuos solidos.	1
		Bienestar social y empleo	Se mejora la calidad de vida de los habitantes de la casa y de los pobladores locales.	1
	Obras de reforestación	Agua Superficial	Al llevarse a cabo reforestacion el agua de lluvia puede infiltrarse más facilmente y se retiene por la vegetacion.	1
		Agua Subterránea	Al llevarse a cabo reforestacion el agua de lluvia puede infiltrarse más facilmente y se retiene por la vegetacion.	1
		Erosión	El suelo con ayuda de las plantas se estabiliza, factores como el viento ya no ejercen presion directa en el.	1
		Drenaje vertical	Al llevarse a cabo reforestacion el agua de lluvia puede infiltrarse más facilmente y se retiene por la vegetacion.	1

ETAPA	ACTIVIDAD GENERADORA	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
		Escurrimiento superficial	Al llevarse a cabo reforestación el agua de lluvia puede infiltrarse más fácilmente y se retiene por la vegetación.	1
		Estructura del suelo	Se mejora la estructura las raíces estabilizan, crean uniones con micorrizas y mejoran el mantillo fértil del suelo arenoso.	1
		Visibilidad	Se mejora la vista con la vegetación nativa del predio y la fauna nativa que es atraída.	1
		Microclima	Se mejora el clima pues las plantas refrescan el ambiente.	1
		Flora terrestre	Se incrementa la sucesión ecológica por especies pioneras nativas.	1
		Fauna terrestre	Al usar especies nucleadoras, se permite incrementar la fauna local pues se habren nichos de alimento y refugio.	1
		Paisaje Terrestre	Se mejora el paisaje con la introducción de especies nativas que permiten restablecer la cobertura vegetal y dan belleza paisajística.	1
		Bienestar social y empleo	Se generan empleos temporales durante las obras de reforestación, se atrae flora y fauna se beneficia el ambiente local.	1
MANTENIMIENTO	Mantenimiento de la vivienda unifamiliar instalaciones hidráulicas y sanitarias	Estado acústico natural	Durante la realización de las obras de mantenimiento se generan ruido.	-1
		Bienestar social y empleo	Generación de empleos locales y compra de insumos.	1

5.4.-CONCLUSIONES

De lo anterior, se observa que los principales impactos generados por las actividades de acondicionamiento del predio, que son:

Despalme del predio, retiro, rescate y reubicación de la vegetación; Instalación de la bodega provisional y sanitarios portátiles.

Hay que considerar que se afecta la vegetación en su estructura y cobertura, sin embargo esta area ha sido ya sometida a fragmentación del ecosistema natural hace varias décadas al abrir el camino costero Mahahual-Xcalak, por lo tanto la vegetación con la que cuenta es secundaria con predominancia de palma de coco, palma chiit, ciricote de playa entre otras.

Construcción de las obras excavación de la cimentación, pilotes, muros, cadenas y losa de planta baja, así como durante la excavación de la piscina y pilotes de la palapa abierta de madera.

Durante la construcción se remueve el suelo, se pueden generar partículas al medio ambiente y se modifica el relieve costero, se genera ruido y desechos de materiales de construcción por lo cual se afectan la integridad del ecosistema.

Debido a lo anterior manifestado se deberán establecer medidas de mitigación y compensación de estas actividades lo cual puede ser mediante manejo de los polvos fugitivos, establecimiento de horarios laborales, uso de sanitarios portátiles, rescate del mantillo de suelo fértil, reubicación de las especies vegetales y las acciones de reforestación, tratamiento del agua residual y conservación de una parte del predio donde se encuentren ecosistemas naturales específicamente en la UGA 49-B que presenta un ecosistema de manglar con buen estado de conservación que el propietario desea conservar en una superficie de 976.13 m².

CAPÍTULO VI

6.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Se presentan los impactos ambientales detectados y las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas para el proyecto (Tabla 33).

Tabla 33.- Impactos ambientales detectados y medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN
Despalme del predio, retiro , rescate y reubicación de la vegetación	Previo al despalme se realizara la reubicación de las palmas y demas plantas que se ubiquen en el sitio donde se desarrollara el desplante de la obra, para ello se realizara un programa de rescate de flora y ahuyentamiento de la fauna colocandose en una area señalizada para su cuarentena y posterior reubicación. Asimismo debido a que se pretende incrementar la cobertura y mejorar el ambiente se planea una reforestación con una arbustiva para lo cual se ha seleccionado al icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>) con el cual sellevaran a cabo las obras	El rescate, reubicación de la flora sera de acuerdo a lo que indique el programa de rescate de flora correspondiente antes de iniciar obra. La reforestación se realizara una vez concluidas las obras de construcción y puede ser en dos etapas una de reforestación con palma de cocotero; una etapa de recolección y una última de siembra del germoplasma de icaco.
Instalación de la bodega provisional y sanitarios portátiles	La bodega y los sanitarios serán instalados dentro del area de despalme para la bodega los materiales serán colocados sobre tarimas de madera sin contacto con el suelo y se verificara en el caso de los sanitarios portátiles sus fechas de limpieza y que no presenten fugas.	Al inicio de obra y regularmente durante su mantenimiento
Nivelación y excavación de los cimientos, hincado de pilotes estructurales, muros, cadenas, castillos y losa de planta baja	Durante la excavación y desarrollo de la obra se colocara un muro antidispersión de polvos, se regara las tolvas para evitar desprendimiento del material y se realizara la mezcla sobre estructuras de madera que evite el contacto del cemento y otros materiales en el suelo.	Durante toda la actividad de construcción de las obras.

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN
Construcción de las áreas comunes de la casa planta alta.	Se controlara la dispersión de polvos mediante el mojado de polvo y grava que pudiesen desprender partículas, se condicionara la generación de ruido en un horario laboral de 8 am a 5 pm buscando no interferir en fauna nocturna	Diariamente durante la etapa de construcción y terminación de las obras.
Construcción de la piscina	Durante la excavación se retirara la arena organica de la mineral , se controlara la dispersión de polvos y se condicionara la generación de ruido en un horario laboral de 8 am a 5 pm, la arena se regresara al sitio al concluir las obras y será utilizada para la nivelación de las obras	Al inicio de las obras y durante las mismas.
Construcción de palapa abierta.	Nivelación del terreno en su nivel natural con suelo del mismo sitio y manejo de residuos de construccion.	Una vez terminadas las obras de construcción.
Construcción del muelle de madera rustico con palapa	Se instalara una malla geotextil lastrada y apoyada durante las obras de piloteado del muelle esto para evitar la suspensión de partículas del sedimento sobre la vegetación cercana.	Antes de iniciar las obras y se retirara una vez estén concluidas.
Instalación de biodigestores y cisterna	Se recomienda usar el mismo material que existía en el sitio para el relleno y apisonamiento de la excavación.	Una vez terminada la instalación.
Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.	Se buscara recolectar todos los residuos que hayan quedado y se asignara su manejo de acuerdo al programa de manejo de residuos solidos y de manejo especial, al finalizar el desmantelamiento de la bodega se acondicionara el suelo a su naturaleza usando para ello el suelo removido cuando fue instalado.	Una vez terminadas las obras de construcción.
Limpieza y entrega de la obra con desmantelamiento de la bodega de construcción		
Construcción de humedales artificiales y restauracion de duna	Se reutilizara la tierra excavada para nivelar una vez terminadas las obras asimismo los captadores de madera empleados en la restauracion de la duna costera seran biodegradables y no se necesita retirarlos del sitio donde seran colocados.	Una vez terminadas las obras de construcción.

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN
Limpieza y mantenimiento de instalaciones	Se utilizarán materiales biodegradables y amigables con el medio ambiente, así como el uso racional del agua para evitar su desperdicio.	Cada vez que se realicen la limpieza de las construcciones y mantenimiento de las mismas.
Actividades de uso del agua, lavandería, uso sanitario y cocina	Se instalarán trampas de grasa y las instalaciones se acoplarán a biodigestores que tiene la particularidad de formar lodos que son extraídos de forma anual. Asimismo se espera que con el apoyo del tratamiento mediante el lecho biológico (Humedal artificial) se cumpla con la NOM-001 y 002 así como la NOM-ECOL-003 el humedal artificial con vegetación de 1 metro de ancho y 3 de largo con geomembrana y lecho de grava-arena.	Una vez instalada el sistema de tratamiento de las aguas residuales.
Manejo de residuos sólidos y líquidos	Etapas de Construcción:	Diariamente durante la etapa de construcción y terminación de las obras.
	Residuos sólidos: Estos se dispondrán en los botes que se encontraran en el área de trabajo, diariamente se dispondrán en la bodega de materiales. Los orgánicos se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos que no sean reutilizables se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos reutilizables se acopiaran semanalmente y se enviaran a sitios de acopio cercanos.	
	Residuos de construcción: Estos se acopiaran junto a la bodega de materiales y semanalmente o cada tres días serán enviados a disposición final donde la autoridad municipal lo indique	
	Etapas de Operación:	
	Residuos sólidos: Estos se dispondrán en los botes que se encontraran en la casa, diariamente se dispondrán en un sitio donde se pondrá a resguardo. Los orgánicos composteables se acopiaran junto con los residuos de jardinería para la creación de composta.	
Obras de reforestación	Los inorgánicos que no sean reutilizables se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos reutilizables se acopiaran semanalmente y se enviaran a sitios de acopio cercanos.	Durante las obras de reforestación.
	Se minimizara el efecto de excavacion de las cepa comun, se parovehcara el mantillo fertil para ser depositado una vez abierta la cepa.	

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN
Mantenimiento de la casa, palapa y muelle instalaciones hidráulicas y sanitarias	Se llevara a cabo medidas de cuidado del agua, restos de recipientes de solventes, pinturas serán depositados en lugares seguros y aquellos materiales ya dañados como la madera y zacate palapero reciclados mediante composteo y trituración.	Cada que se requiera mantenimiento o cambio de las instalaciones y techos de zacate palapero en la palapa o cambio de tablones en muelle de madera.

Otras medidas que son indispensables para el desarrollo del proyecto y que mejoraran en gran medida la calidad del ambiente en el sitio, son:

- Colocación de letreros y señalamientos en el perímetro del predio como en la carretera costera Mahahual-Xcalak sobre el cuidado por cruce de fauna silvestre para evitar los recurrentes atropellamiento que suceden de iguanas en ese tramo carretero.
- Colecta de germoplasma de icaco (*Chrysobalanus icaco*) para generar plántulas las cuales se utilizarán en la reforestación etapa II y que servirán para proporcionar alimento a la fauna silvestre que circule por los alrededores.
- Monitoreo semestral de la evolución con criterios de cobertura vegetal, riqueza de especies y retención de arena en la duna artificial para restaurar el ecosistema de duna frontal cuyos parámetros antes citados servirán como modelo del éxito de dicha medida y para incrementar la resiliencia de la zona costera.
- Retiro de material seco consistentes en ramas secas, así como residuos sólidos en el área a conservar con énfasis en la época de secas durante la cual se suscitan principalmente los incendios forestales.
- Se monitorean humedales artificiales creados para recibir las aguas tratadas mediante la revisión de su integridad, limpieza, poda de vegetación excedente y monitoreo del efluente y afluente para medir su efectividad en la reducción de fosfatos, DBO (demanda bioquímica de oxígeno), sólidos totales disueltos y nitratos presentes en concordancia a la normatividad vigente.
- Se instalarán biodigestores ROTOPLAS de 600 L más humedales artificiales para tener un cumplimiento de la normatividad aceptable así como un efluente con una carga menor de coliformes, DBO, fosfato y nitratos.

Se considera que las medidas antes listadas, junto con los programas de Vigilancia que incluye un programa de mantenimiento, vigilancia, de manejo de residuos sólidos y líquidos, entre otros que se anexan al Programa de vigilancia, se estará mitigando la mayor parte de los impactos generados por el proyecto.

6.2.- IMPACTOS RESIDUALES

En lo que se refiere a los impactos residuales estos serán los que permanecen en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación y en el caso del proyecto, estos serán por los efectos sobre el paisaje, mismos que han sido afectados desde hace varias décadas y durante el desplante de la obra. Pues, aunque se propone la conservación y mejoramiento de las áreas verdes que propicien la reversión de los efectos de la erosión, las condiciones naturales no podrán ser las mismas, de la original.

6.2.1.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

A continuación, se presenta el programa de vigilancia ambiental que registrara las acciones necesarias establecidas para las medidas de mitigación de los impactos ambientales manifestados.

1. Objetivos y alcances

- Garantizar el cumplimiento de las acciones y medidas de prevención, corrección o compensación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental, atendiendo a establecer el grado en el que serán mitigados dichos impactos.
- Realizar un seguimiento del grado de mitigación de las medidas implementadas a corto, mediano y largo plazo.
- El alcance de este programa es a nivel local con énfasis en los impactos ambientales generados y residuales al interior del predio.

2. Fichas técnicas que se utilizarán para dar seguimiento a cada una de las medidas propuestas (Tabla 34).

Tabla 34.- Ficha técnica de seguimiento para las medidas propuestas

LÍNEA ESTRATÉGICA: (*) MITIGACIÓN (+) COMPENSACIÓN				
Etapa del proyecto: Acondicionamiento del predio				
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de mitigación,	Tiempo en el que se instrumentara o duración	Recursos necesarios; costo, equipos, obras,	Supervisión y grado de cumplimiento,

	compensación y/o corrección		instrumentos etc.	eficiencia y eficacia
Despalme del predio, retiro, rescate y reubicación de la vegetación	(*) Se realizara la reforestación entre la vegetación reubicada con Icaco (<i>Chrysoballanus icaco</i>), que es nativo de la región y del cual existen semilleros naturales que serán usado para colectar germoplasma usado para dicha reforestación; además las palmas sembradas como los cocoteros tendrán tratamiento fitosanitario contra plagas tal como el mayate prieto del cocotero que afecta a las palmas que se encuentran en el predio.	Se realizara una vez concluidas las obras de construcción y puede ser en dos etapas una etapa de recolección y una última de siembra del germoplasma de icaco.	1.- Costo estimado de producción de planta por propagación vegetativa, germoplasma y obras de sembrado. 2.-Equipo empleado: Cava hoyos, palas, picos y bolsas para germinación, jornaleros. 3.- instrumento programa de reforestación con áreas definidas.	Una vez concluidas las obras. Debe presentar una reforestación del 100% de las áreas sujetas a reforestación. Debe existir un grado de supervivencia del 80% Eficiencia: % de planta obtenida vs trasplantada.
Instalación de la bodega provisional y sanitarios portátiles	(*) Previo a su instalación se reubicara la flora que se encuentre aledaña y pueda resultar perturbada. Se colocaran los materiales sobre tarimas para evitar que estén en contacto directo con el suelo.	Al iniciar el despalme del sitio y durante la operación de la bodega y sanitarios portátiles.	1.- Costo estimado de nivelación según el relieve local. 2.-Equipo empleado: Palas, jornaleros.	Una vez concluidas las obras. Debe presentar un restablecimiento del nivel natural con suelo arenoso del mismo predio

	Se revisara que los sanitarios no presenten fugas.			
LÍNEA ESTRATÉGICA: (*) MITIGACIÓN (+) COMPENSACIÓN (/)CORRECCIÓN				
Etapa del proyecto: Construcción de obras				
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de mitigación, compensación y/o corrección	Tiempo en el que se instrumentara o duración	Recursos necesarios; costo, equipos, obras, instrumentos etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Nivelación y excavación de los cimientos, hincado de pilotes estructurales muros, cadenas, castillos y losa de planta baja	(*) Se instalara muro antidispersión de polvos para evitar su deposición en la flora aledaña. (*) Antes de iniciar obras se recuperara el mantillo fértil del suelo que será colocado en un sitio señalizado. Durante las obras se evitara el contacto del suelo con materiales de construcción que afecten su permeabilidad o degeneren sus características.	Durante el inicio de la obras y hasta su finalización.	1.- Costo estimado de letreros informativos e instalación del muro antidispersión. 2.-Equipo empleado: Martillo, palas, picos y jornaleros. 3.- instrumento programa de manejo de residuos solidos y de manejo especial.	Se mantiene un 100% de las actividades mencionadas durante toda la obra. Debe presentar un 100% de letreros y señalética referente al cuidado de flora y fauna. Debe existir una bitácora de acciones de limpieza.
Construcción de las áreas comunes	(*) Se controlara la dispersión de polvos mediante el mojado de polvo y	Diariamente durante la etapa de construcción	Recurso necesario: agua potable	Se realizaran visitas para observar el cumplimiento de

de la casa planta alta.	grava que pudiesen desprender partículas, se condicionara la generación de ruido en un horario laboral de 8 am a 5 pm buscando no interferir en fauna nocturna	y terminación de las obras.	abastecida con pipas.	estas medidas y se tomaran evidencias fotográficas que se anexaran al informe.
Construcción de la piscina	(/) Nivelación del terreno en su nivel natural con suelo del mismo sitio. (*) Se controlara la dispersión de polvos mediante el mojado de polvo y grava que pudiesen desprender partículas, se condicionara la generación de ruido en un horario laboral de 8 am a 5 pm buscando no interferir en fauna nocturna (/) Se recomienda usar el mismo material que existía en el sitio para el relleno y apisonamiento de la excavación.	Durante las obras y una vez estén concluidas	1.- Costo estimado de nivelación según el relieve local. 2.-Equipo empleado: Palas, jornaleros. 3.- instrumento manifestación de impacto ambiental	Se realizara evidencia fotográfica de las labores de separación del mantillo organico, medidas para evitar la dispersión de polvos y restablecimiento del relieve natural mediante nivelación con la arena anteriormente retirada.
Construcción de palapa abierta.	(/) Nivelación del terreno en su nivel natural con suelo del mismo sitio.	Una vez terminadas las obras de construcción.	Recursos necesarios: pago de	Se realizaran evidencia fotográfica de los alrededores de

Instalación de biodigestores y cisterna	(/) Se recomienda usar el mismo material que existía en el sitio para el relleno y apisonamiento de la excavación.	Una vez terminada la instalación.	jornaleros, equipo palas,	la obra ya terminada en el cual se aprecien los niveles del terreno con respecto al predio circundante y que el material de nivelación es el mismo del predio.
Construcción del muelle de madera rustico con palapa	(*) Se instalara una malla geotextil lastrada y aboyada durante las obras de terminación de los muelles esto para evitar la suspensión de partículas del sedimento sobre la vegetación cercana.	Antes de terminar las obras y se retirara una vez estén concluidas.	1.- Costo estimado de insumos de malla geotextil y jornaleros. 2.-Equipo empleado: Boya, lastre, buzos. 3.- instrumento manifestación de impacto ambiental	Evidencia fotográfica de la malla geotextil y de la contención de partículas suspendidas mediante registro de la pluma de partículas.
Limpieza y entrega de la obra con desmantelamiento de la bodega de construcción.	Recolecta de residuos solidos, acondicionamiento del predio usando el suelo fértil antes removido.	Una vez que las obras hayan sido retiradas.	1.-Costo estimado de jornales. 2.- Equipo empleado: Jornaleros, palas, carretilla.	Evidencia: se tomaran fotografías del sitio y la remoción de las obras.
Construcción de humedales artificiales y restauracion de duna.	(/) Se utilizara la tierra removida para nivelar al finalizar las obras.	Al finalizar la instalación del humedal.	1.- Costo: Malla impermeable,	Muestreos de calidad del agua en SST, DBO, Nitratos y Fosfatos.

			grava fina, grava gruesa.	
LÍNEA ESTRATÉGICA: (*) MITIGACIÓN (+) COMPENSACIÓN (/) CORRECCIÓN				
Etapa del proyecto: Operación				
Impacto al que va dirigida la acción.	Descripción de la medida de mitigación, compensación y/o corrección.	Tiempo en el que se instrumentara o duración.	Recursos necesarios; costo, equipos, obras, instrumentos etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.
Limpieza y mantenimiento de instalaciones.	Uso de materiales amigables con el medio ambiente, pinturas a base agua y biodegradables.	Antes, durante las actividades de mantenimiento.	1.- Costo estimado de insumos jornaleros.	Registro fotográfico de las actividades.
Actividades de uso del agua, lavandería, uso sanitario y cocina.	(*) Se instalaran trampas de grasa y las instalaciones se acoplaran a sistema de Biodigestores ROTOPLAS que en conjunto con los humedales artificiales cumple con la NOM-001,002 así como la NOM-ECOL-003. El humedal artificial tendrá unas dimensiones de 1 metro de ancho y 3 de largo con geomembrana y lecho de grava-arena se asignan dos humedales por cada biodigestor.	Una vez instalada el sistema de tratamiento de las aguas residuales.	1.- Costo estimado de insumos Biodigestor ROTOPLAS y jornaleros. 2.-Equipo empleado: Conexiones pvc, pegamento pvc, personal calificado para instalación. 3.- instrumento manual de instalación del producto.	Registro de mantenimiento técnico programa de limpieza. Monitoreo de las características físico- químicas del efluente que sale del biodigestor y del humedal artificial específicamente parámetros de DBO, sólidos totales disueltos, fosfatos y nitratos. Monitoreo del afluente y efluente que ingresa al

				sistema de humedal artificial para ver la reducción en los parámetros de DBO, sólidos totales disueltos, fosfatos y nitratos.
Manejo de residuos sólidos y líquidos	(*) Etapa de Construcción: Residuos sólidos: Estos se dispondrán en los botes que se encontraran en el área de trabajo, diariamente se dispondrán en la bodega de materiales. Los orgánicos se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos que no sean reutilizables se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos reutilizables se acopiaran semanalmente y se enviaran a sitios de acopio cercanos. Residuos de construcción: Estos se acopiaran junto a la bodega de materiales y semanalmente o cada tres días serán enviados a	Diariamente durante la etapa de construcción y terminación de las obras.	1.- Costo estimado de compra de insumos para realizar la actividad de separación de residuos. 2.-Equipo empleado: Contenedores 3.- instrumento Programa de manejo de residuos sólidos y de manejo especial.	Monitoreo del porcentaje correcto de clasificación de los residuos sólidos. % de residuos sólidos biodegradables reciclados como composta % de reducción de residuos sólidos que son llevados al basurero municipal

	disposición final donde la autoridad municipal lo indique Etapa de Operación: Residuos sólidos: Estos se dispondrán en los botes que se encontraran en la casa, diariamente se dispondrán en un sitio donde se pondrá a resguardo. Los orgánicos composteables se acopiaran junto con los residuos de jardinería para la creación de composta. Los inorgánicos que no sean reutilizables se entregaran al sistema de recoja municipal, los inorgánicos reutilizables se acopiaran semanalmente y se enviaran a sitios de acopio cercanos.			
Mantenimiento de la casa, palapa y muelle instalaciones hidráulicas y sanitarias	Se llevara a cabo medidas de cuidado del agua, restos de recipientes de solventes, pinturas serán depositados en lugares seguros y aquellos materiales ya dañados como la madera y zacate	Cada que se requiera mantenimiento o cambio de las instalaciones y techos de zacate palapero en la palapa o cambio de tablones en	Costo de reparaciones. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo.	Se realizará un reporte del mantenimiento realizado y la razón por la cual se hizo.

	palapero reciclados mediante composteo y trituración.	muelle de madera.		

CAPITULO VII

7.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1.- PRONÓSTICO DE ESCENARIO

Conforme a la información presentada a lo largo de este documento se identifican y describen los posibles impactos que se puedan causar al ambiente por las acciones llevadas a cabo.

7.1.1.- ESCENARIO SIN PROYECTO

En la actualidad el sitio del proyecto presenta perturbación en el ecosistema debido principalmente a la lotificación de la cual ha sido objeto, así como a la presencia de la vialidad de comunicación que cruza por estas dos UGAS, la vegetación en la actualidad es de sucesión con especies como de matorral costero como palma chiiit, cocoteros, ciricote de playa entre otras

Sin el proyecto, ni acciones en el predio, retornaría el estrato herbáceo y arbustivo en el predio.

Asimismo, debido a que la legal posesión del predio es de régimen de propiedad privada los promoventes no podrían llevar a cabo la construcción de su vivienda.

No se generarían un promedio de 37 fuentes de empleo para la gente local ni la derrama económica que ello implica.

No se podrían llevar a cabo las obras de conservación que se pretenden realizar en la parte del predio que presenta ecosistema de manglar.

Por lo que, sin el proyecto se considera que la vegetación puede comenzar un estado de sucesión con especies pioneras, pero el uso del suelo no estaría funcionando para lo que fue designado en el instrumento de planeación POEL Othón P. Blanco 2015.

7.1.2.- ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El escenario ambiental que se espera con las obras y su operación del proyecto, pero sin aplicar medidas de mitigación, se considera que será adverso, toda vez que la instalación de los sistemas de Biodigestores con humedales artificiales, la reforestación y la restauración de duna, así como el mantenimiento durante la operación, es clave en estos proyectos, para su conservación y la protección de los factores ambientales.

Sin la aplicación de medidas de mitigación se considera que el proyecto generará un decremento en el valor de los factores ambientales, pues al no darle mantenimiento a las instalaciones hidráulicas y sanitarias se infiltrarían aguas residuales al acuífero subterráneo, o se verterían lixiviados o sustancias al suelo, sin control.

Además, no sería viable puesto que no contemplaría acciones de compensación como lo son la conservación de más de **976.13m²** de humedales que prestan entre los principales servicios ambientales la captación de agua dulce para el manto freático y la captura del carbono atmosférico.

7.1.3.- ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Una vez analizado el escenario sin el proyecto y con el proyecto, pero sin la aplicación de las medidas, se puede presentar el escenario del proyecto con medidas de mitigación, para poder observar, como el proyecto, resulta benéfico, ambiental y socialmente, que a su vez redundará en el factor económico de la localidad. Lo anterior, debido a que las labores de mantenimiento y la aplicación de las medidas propuestas, mantiene el nivel de conservación de los factores ambientales, así como propicia la regeneración de la flora y también es importante considerar que el tratamiento adicional del humedal artificial reduce la carga de fosfatos y nitratos al medio natural; la conservación del humedal en una extensión de **976.13 m²** permite que se mantengan los procesos de captación de agua dulce y captura del carbono atmosférico y la restauración de duna tipo frontal recupera la topografía y funciona como un instrumento de captación de arena y protección de las obras civiles realizadas al interior del terreno.

7.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El desarrollo del proyecto considera implementar un Programa de vigilancia ambiental basado en los impactos identificados en el presente estudio partiendo de criterios que permitan aplicarlo sistemáticamente para seguir y cuantificar el valor de las acciones a realizar, así como detectar posibles afectaciones durante la operación.

Para lo anterior se consideran, de inicio, los siguientes aspectos:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en el proyecto.
- Comprobar la eficacia de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación establecidas por el proyecto y por aquellas que la autoridad determine.
- Valorar la eficacia de las medidas. En caso de que sea insatisfactoria, determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.

- Generar formatos para el seguimiento de condicionantes impuestas por la autoridad ambiental.

7.3.- CONCLUSIONES

Partiendo de la propuesta presentada y en función del sistema ambiental estudiado; se infiere que el área donde se estableceran las obras representa un conjunto de impactos ambientales previos derivados de lotificación y vías de comunicación sobre flora y fauna, por lo cual se valoraron los impactos potenciales y se estimaron los impactos negativos que se han generado y generarán en todas las etapas del proyecto, así como la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos generados.

Una vez analizado los escenarios presentados se puede observar que el proyecto presentan varias propuestas para la mitigación de los impactos que serán generados sobre todo por las obras y no solo efectos benéficos en el aspecto, socioeconómico, sino también ambiental, toda vez que con la aplicación de las medidas de mitigación se evitará que las acciones de origen antropogénico sin control, continúen deteriorando el ecosistema del sitio y a su vez propiciará el empleo y un incremento en la derrama económica de la localidad.

Por lo anteriormente expuesto, se infiere que, estrictamente en términos ambientales, el proyecto es viable, toda vez que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico, asimismo, tampoco implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.

CAPÍTULO VIII

8.- IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1.- CARTAS TEMATICAS

Las cartas temáticas para la descripción del sistema ambiental han sido tomadas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO de la plataforma del Geoportal de información sobre biodiversidad 1:250,000. Extractos de las cartas, geológicas, hidrológicas, edafológicas y de uso del suelo y vegetación. Estas se presentan dentro del cuerpo del presente documento.

8.2.- PLANOS

Usando el programa AutoCAD se elaboraron planos topográficos, así como arquitectónicos de cada una de las obras, así como los niveles del proyecto, mismos que se presentan en el Anexo Planos

8.2.1.- MEMORIAS

Se han empleado la memoria de mecánica de suelos para caracterizar el suelo y los estratos que presenta.

8.3.- MATRICES

Para evaluar los impactos ambientales, se elaboró una matriz: De Leopold Modificada, su función es la de identificar los impactos ambientales que afectarán a cada factor ambiental y que serán producidos por cada actividad del proyecto, así como de dar una ponderación del efecto conjunto del proyecto sobre el medio, con la aplicación de las medidas de mitigación y los factores socioeconómicos, así como sin las medidas de mitigación y sin dichos factores socioeconómicos.

8.4.- PROGRAMAS

Se incluyen el Programa de Vigilancia Ambiental, de reforestación y de manejo de residuos sólidos.

8.5.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

ASO.- Area sujeta a ordenamiento.

Arena. - Conjunto de partículas desagregadas de las rocas, sobre todo si son silíceas, y acumuladas, ya en las orillas del mar o de los ríos, ya en capas de los terrenos de acarreo.

Arrecife. - Banco formado en el mar por rocas, puntas de roca o políperos y llega casi a flor de agua.

Banco de material. - Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Batimetría. - Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

Biodigestor. -Contenedor hermético que permite la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía.

Cal.- Sustancia sólida amorfa, blanca y cáustica formada por óxido de calcio. Se obtiene calentando piedra caliza en hornos especiales llamados calderas. Al unirse con agua se hidrata, perdiendo sus propiedades cáusticas, de manera que forma la llamada cal «muerta» o «apagada»; mezclada con arena constituye la mayoría de morteros.

Cemento. - Mezcla calcinada de piedra calcárea, arcilla y otras sustancias molidas hasta obtener una textura muy fina.

Cimbra. - Armazón que sostiene el peso de un arco o de otra construcción, destinada a salvar un vano en tanto no está en condiciones de sostenerse por sí misma.

Cimentación. -Conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

Columna. - Elemento arquitectónico, generalmente cilíndrico, de mucha mayor altura que diámetro; suele estar formado por la basa, el fuste y el capitel, y sirve de soporte de las partes superiores de una construcción o para su decoración.

Compensación ambiental. - Conjunto de medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los daños o perjuicios ambientales causados por el desarrollo de los proyectos siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, corrección, mitigación, recuperación y restauración eficaces.

Corrientes marinas. - Son masas de agua con desplazamientos propios dentro de los océanos con profundidades diversas y con determinadas direcciones

Duna costera. - Montículos de arena sujetos a la acción del viento. Se encuentran en todas las costas arenosas, a la orilla de ríos, lagos o del mar. Adquieren diversidad de formas y tamaños. Presentan una altura variable, desde menos de un metro hasta centenares de m. Se encuentran detrás de la zona de la playa donde llegan las mareas más altas.

Emisiones. - son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana o natural.

Especie. - Como los miembros de poblaciones que se reproducen o pueden reproducirse entre sí en la naturaleza y no de acuerdo a una apariencia similar. Aunque la apariencia es útil para la identificación de especies, no define una especie.

Estadística. - Estudio que reúne, clasifica y recuenta todos los hechos que tienen una determinada característica en común, para poder llegar a conclusiones a partir de los datos numéricos extraídos.

Estuco. - Material preparado con tiza, aceite de linaza y cola que se aplica espeso como revestimiento decorativo que, una vez endurecido, puede labrarse, pintarse o dorarse.

Geomembrana. - Es una barrera sintética que está diseñada especialmente para impedir el paso de sustancias y materiales, particularmente de líquidos y vapores, fuera de la barrera que crea. En la fabricación de las geomembrana se emplean polímeros termoplásticos o termoestables, los que tienen la particularidad de presentar un alto nivel de impermeabilidad ofreciendo un excelente nivel de contención, si se les compara con otros materiales.

Humedal artificial. - Son zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales naturales.

Impacto ambiental. - Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración en la línea de base ambiental. La ecología es la ciencia que se encarga de medir este impacto y tratar de minimizarlo.

Infraestructura. - Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

Manglar. - El manglar es un área biótica o bioma, formado por árboles muy tolerantes a las sales existentes en la zona intermareal cercana a la desembocadura de cursos de agua dulce en latitudes tropicales y subtropicales

Mitigación ambiental. - Conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

Muelle. - Estructura edificada en la orilla del mar, de un estero o laguna costera, de un río o dentro de algún cuerpo de agua continental, para permitir el atraque de las embarcaciones y poder efectuar carga y descarga de mercancía o personas.

Muestreo. - es el proceso de seleccionar un conjunto de individuos de una población con el fin de estudiarlos y poder caracterizar el total de la población.

Nivel freático. -Es el nivel en el que se encuentran las aguas subterráneas. Cuanto más alto sea el nivel freático, más cerca están las aguas subterráneas de la superficie y cuando más bajo, más lejos se encuentran.

Normatividad. - Reglas o preceptos de carácter obligatorio, emanados de una autoridad normativa, la cual tiene su fundamento de validez en una norma jurídica que autoriza la producción normativa, que tienen por objeto regular las relaciones sociales y cuyo cumplimiento está garantizado por el Estado.

Obra. - Es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la edificación.

Plantilla. -Capa de concreto sobre el cual se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero o cimiento.

Pozo de absorción. - Es un hoyo excavado en el suelo, relleno con piedras, que facilita la infiltración del agua en el suelo. Se emplea para evacuar las aguas grises (aguas procedentes de lavabos y duchas y de actividades domésticas como cocinar, fregar, lavar la ropa) o las aguas de lluvia cuando no existen cunetas, canales o redes para desaguarlas.

PVC. - Siglas con que se designa el policloruro de vinilo, polímero sintético de adición que se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo.

Residuo. - Describe al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo. El concepto se emplea como sinónimo de basura por hacer referencia a los desechos que el hombre ha producido.

SEMARNAT. - La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es la secretaría de Estado del poder ejecutivo federal de México encargada de todo lo relacionado con la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país y de la conformación de la política ambiental nacional para desarrollo sustentable.

Siembra. - Es el proceso de colocar (arrojar y esparcir) las semillas en un terreno (tierra) "preparado para ese fin.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto.

ZOFEMAT. - La Zona Federal Marítimo Terrestre es la franja de veinte m de ancho de tierra firme, transitable y contigua a la playa.

CAPÍTULO IX

9.- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA (POR TEMA)

CARTAS TEMÁTICAS

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Carta topográfica hidrológica de subcuentas 1:1000000. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Vegetación Potencial Catálogo de metadatos geográficos. Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:4000000 <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales Geología, escala 1:1000000. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclat/geologia/infoescala.aspx>

INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales Hidrología, escala 1:1000000. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclat/hidrologia/infoescala.aspx>

CONABIO, s. a. Ficha Técnica para la Evaluación de los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México. CONABIO, TNC, CONANP y Pronatura A. C. México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2008). Censo de Población y Vivienda 2008. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/>. Consultado el 01 de enero de 2018

INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 96 p.

DIAGNÓSTICO SISTEMA AMBIENTAL E INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL

Cahum-Chan, J.G.2012. Adaptación del Destino Turístico de Mahahual al Cambio Climático. Tesis de licenciatura. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México 128 pp.

Castillo Villanueva, L., González Vera, M. A., Campos Cámara, B. et al. (2014). Modelo de indicadores para la evaluación y monitoreo del desarrollo sustentable en la zona costera de Mahahual, Quintana Roo, México. Perspectiva Geográfica, 19(2), 309-330.

CENAPRED, (01/03/2012). 'Grado de riesgo por ciclones tropicales por municipio', escala: 1:200000. Edición: 1a. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Distrito Federal Coyoacán.

CONABIO, Portal de Geoinformación, sistema nacional de información sobre biodiversidad, 2017 url: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

G. Cruz-Piñón J. P., Carricart-Ganivet & J. Espinoza-Avalos. 2003. Monthly skeletal extension rates of the hermatypic corals *Montastraea annularis* and *Montastraea faveolata*: biological and environmental controls. *Marine Biology* 143: 491–500 DOI 10.1007/s00227-003-1127-3.

Hirales-Cota M., J Espinoza-Avalos, B Schmook, A. Ruiz-Luna y R. Ramos-Reyes. 2010. Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, Sureste de México. *Ciencias Marinas* (2010), 36(2): 147–159.

INEGI, 2010. Catálogo de Microrregiones. Url <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=230040336>.

López-Adame H. 2011. Aprovechamiento turístico y manejo de arrecifes de coral en Mahahual, Quintana Roo. Tesis de licenciatura. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México 71 pp.

Merediz-Alonso, G. 2012. Caracterización y monitoreo de la condición arrecifal en cinco -- áreas naturales protegidas y un área de influencia de Quintana Roo, México: Primera etapa. Amigos de Sian Ka'an A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. DM011 México D. F.

Molina, C., P. Rubínoff y J. Carranza. 1998. Normas prácticas Para el Desarrollo Turístico: De la Zona Costera de Quintana Roo, México. (Guidelines for Low Impact Tourism along the Coast of Quintana Roo, México). COASTAL RESOURCES CENTER University of Rhode Island Quintana Roo, México, Amigos de Sian Ka'an 108 pp.

Moreno-Casasola P., D. Infante-Mata, I. Espejel, O. Jiménez - Orocio, M. L. Martínez, N. Rodríguez-Revelo y R. Monroy. 2014. Quintana Roo El clima costero, Sistema hidrográfico, Los paisajes de playas y dunas, tipo de arena, flora, estado de conservación de las dunas costeras, los espacios protegidos y de importancia biológica: Problemática y diagnóstico, Recomendaciones y planes de manejo. Instituto Nacional de Ecología INECOL. 12 pp.

NOAA. National Oceanic & Atmospheric Administration. 2014. Hurricane Research Division. url: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/G11.html>

Programa De Ordenamiento Ecológico Local Del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. 07 de octubre del 2015.

Programa de Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. Tomo DCCX No. 17. México, D.F. 24 de noviembre de 2012.

Rivera Arriaga, E., I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G. J. Villalobos-Zapata (eds.). 2010. Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. Universidad Autónoma de Campeche, Cety-Universidad. Gobierno del Estado de Campeche. 944 p.

Silva, H., Rosas, G., Secaira, F., Meller, T., Mendoza, M. (Comps.) (2014). Sobrevive al cambio climático. Catálogo de buenas prácticas para reducir los impactos del clima en la zona costera de Quintana Roo, México. Chetumal, Quintana Roo: Instituto Tecnológico de Chetumal, The Nature Conservancy, Amigos de Sian Ka'an-marti. 71 pp.

Suarez-Morales E. y E. Rivera A. 1998. Zooplancton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintana Roo. México. Hidrobiológica 8(1): 19-32.

Thomassiny Acosta J.S. 2010. Análisis de los modos de vida de Mahahual y Xcalak y su relación con el estado de conservación del arrecife de Coral. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. 150 pp.

Garza-Pérez, 2009. Proyecto PAPIME, DGAPA-UNAM. "RealReefs: Plataforma digital de entrenamiento para evaluación de arrecifes coralinos." Clave PE100910. Email: rgarza@ciencias.unam.mx

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL:

Battelle-Columbus Laboratories, (1972). Environmental Evaluation System for Water Resource Planning", Bureau of Reclamation, US Department of the Interior, Contract 14-06-D-7182, Columbus, Ohio.

Conesa-Fernández, Vicente (1997). "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". Ed.Mundi-Prensa. Madrid. 3era edición.

Shannon, C., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA: University of Illinois.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Pielou, E. (1996). The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, 13, 13-144.

<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Dunas/QuintanaRoo.pdf>

http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/reforestacion/pdf/2_anaca3.pdf

Valdez-Hernández. M., Islebe, G., 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo. En: *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación*. Quintana Roo: Conabio, pp. 32-36.

Dreckmann, K. M., A. Senties. 2013. Los arribazones de algas marinas en el caribe mexicano: evento biológico natural o basura en las playas. CONABIO. Biodiversitas, 107:7-11

Gutiérrez-Aguirre, MA; de la Fuente-Betancourt, MG y Cervantes-Martínez, A., 2000. Biomasa y densidad de dos especies de pastos marinos en el sur de Quintana Roo, México. *Rev.Biol.Trop.*, 48 (2/3):313-316.

Castro-Pérez, J. (1998). *Estructura de la comunidad de peces asociada al arrecife de Mahahual, Quintana Roo, México*. Mérida, México: Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional

Bohnsack, J., & Bannerot, S. (1986). *A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes*. NOAA.

Shannon, C., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA: University of Illinois.

Sierra, L., Claro, R., & Popova, O. (1994). Alimentación y Relaciones Tróficas: En R. Claro (ed.), *Ecología de los Peces Marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias y México: Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO).

HUMEDALES ARTIFICIALES

Lara Borrero J. A. y I. L. vera Puerto. 2005. Implantación y evolución de un humedal Artificial de flujo subsuperficial En Cogua, Cundinamarca, Colombia. *Ing. Univ. Bogotá (Colombia)*, 9 (1): 47-63.

EPA. 1993. Guía para el diseño y construcción de un humedal construido con flujos subsuperficiales. USA. EPA. Pág. 1-23.

Cuenca Nevárez G. y F. Intriago Flor. 2014. Comportamiento de DBO5, DQO, NH4+ y NO3-, mediante el diseño de un Humedal Artificial Subsuperficial para depurar aguas residuales de origen doméstico. *Revista La Técnica*. N° 13, diciembre 2014, pp. 82 – 89 ISSN: 1390-6895

CONAGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Humedales Artificiales. www.conagua.gob.mx. ISBN: 978-607-626-010-4.

Figueroa, K., Iglesias L., Peña, M., Salazar, K. (2015). Diseño e implementación de un humedal artificial y aireación para la remoción de material orgánica en la laguna artificial del jardín botánico en el municipio de Tabio, Cundinamarca

Ramírez-Carrillo H. F., V. M. Luna-pabello y J. L. Arredondo-Figueroa. 2009. Evaluación de un humedal artificial de flujo vertical intermitente, para obtener agua de buena calidad para la acuicultura. *Revista mexicana de ingeniería química* Vol. 8, no. 1 (2009) 93-99

García Lancheros M. A. y Peña Camargo, M. V. (2015). Tratamiento biológico de agua residual doméstica mediante un humedal artificial, con el fin de mejorar su calidad y utilizarla en la recirculación de un Sistema de riego en jardines en la Hospedería Centro de Convenciones Duruelo.

RESTAURACIÓN Y REVEGETACION DE DUNAS COSTERAS

Jiménez-Orocio O., I. Espejel y M. L. Martínez. 2015. La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.022>

Guevara Sada S., P. Moreno-Casasola, B. Escamilla y A. Lazos (Eds) .2016. Manual de buenas prácticas rurales. INECOL - ITTO - CONAFOR - INECC. 58 pág. http://www.inecol.mx/inecol/libros/Manual_de_buenas_prácticas_rurales.pdf

Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. CONAFOR. 350 pp.

Espejel, I., P. Peña Garcillán y O. Jiménez Orocio. 2012. Flora y vegetación de Playas y dunas de México. Informe Técnico CONABIO. Publicación en preparación.

Moreno-Casasola P., D. Infante Mata, A.C. Travieso-Bello y C. Madero V. 2010. Manual para la reforestación de los médanos. Instituto de Ecología, A. C., CONAFOR y CONACYT. Xalapa, Ver. México. 100 pp. ISSN: 978-607- 7579-07-6 Formato electrónico: http://www1.inecol.edu.mx/inecol/libros/Manual_para_la_reforestacion_de_los_medanos1.pdf

SEMARNAT. 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. ISBN: 978-607-8246-59-5

Lithgow D, G. Vázquez y J. G. García Franco. 2016. Diagnóstico de las necesidades y probabilidades de restauración en las dunas costeras de Quintana Roo. Pag.409-431.

León, C., J. M. Martínez, J. M. Ramsey, F. Rosete, I. Espejel, C. Neri, C. N. Ibarra-Cerdeña, J. F. Pinto Castillo., 2016. Análisis de Riesgo y Cambio Climático: soluciones técnicas para incorporarlas en el Ordenamiento Territorial. Universidad Autónoma de Campeche. 200 p. ISBN 978-607-8444-20-05

Lithgow, D., L. S. Esteves, M. L. Martínez, R. Martell, G. D. Rivillas, P. Winckler, J. D. Osorio-Cano, P. Moreno-Casasola, A. F. Osorio, E. Mendoza, P. Pereira, A. Campos C., G. Castillo-Campos y R. Silva, 2017. Las zonas costeras ante el cambio climático: la infraestructura verde como estrategia para disminuir la vulnerabilidad de la costa de latinoamérica. p. 465-476. En: Botello A.V., S. Villanueva, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático. UJAT, UNAM, UAC. xxx p.